

Conclusiones y recomendaciones

a) Los potenciales de desarrollo y aplicaciones de las tecnologías transformativas y convergentes

- Existe un importante potencial a ser explotado en el desarrollo de la nanotecnología y de la convergencia que beneficie a las sociedades andinas en todos sus niveles económicos, y por ello es importante considerar la urgencia de avanzar en la investigación y el monitoreo de las mismas, a favor del mejor desempeño humano. Este enfoque es fundamental para transferir la importancia de la máquina al desarrollo del individuo y de esta manera evitar el dominio tecnológico sobre un mundo donde crece la población, se explotan irracionalmente los recursos naturales y existen conflictos sociales.
- Si los países andinos han de tomar ventaja de los avances de las tecnologías convergentes y en particular de la nanotecnología, mediante la generación de conocimiento propio y la adquisición de aquel generado fuera, es necesario que existan políticas que guíen o promuevan la creación de capacidades para su dominio. Tales políticas deben considerar la necesidad de adelantar esfuerzos especiales para romper las barreras existentes entre campos científicos y tecnológicos y para desarrollar nuevos recursos intelectuales y físicos. Particularmente, considerar:
 - La preparación de organizaciones para los cambios que las tecnologías convergentes imponen, lo que requiere establecer metas de largo plazo para remodelarlas y hacerlas más efectivas bajo las nuevas condiciones.
 - La ejecución de actividades que puedan ofrecer a cada individuo y a la sociedad en su conjunto la preservación de valores fundamentales tales como privacidad, seguridad, y responsabilidad moral. La consideración de las implicaciones humanas de las tecnologías convergentes deberá incluir un examen de consecuencias potenciales no esperadas de sus desarrollos, incluyendo cuestiones éticas y legales.

- El desarrollo de programas de educación interdisciplinaria, especialmente en las escuelas de graduados, para crear una nueva generación de científicos e ingenieros que puedan trabajar a través de campos y colaborar con colegas de una variedad de especialidades. A este fin, las instituciones educativas en todos los niveles deben realizar profundas reformas curriculares y reformas organizacionales para reestructurar la enseñanza de la ciencia y la ingeniería, de tal manera que disciplinas anteriormente separadas puedan converger alrededor de principios comunes para entrenar la fuerza laboral del futuro.
- Los conceptos básicos de nanociencia, biología, información y ciencias cognitivas deben ser introducidos al inicio de la educación de pregrado; los grados técnicos y humanísticos deben tener cursos y actividades comunes relacionados a NBIC y las dimensiones humanas de la ciencia y la tecnología.
- El establecimiento de redes de centros de investigación, financiadas por una coalición de agencias gubernamentales y operadas por consorcios de universidades y corporaciones. Ello incluye la creación de facilidades multiuso, investigación multiuso e información, entre ellas, archivos de datos de infraestructura, que emplean tecnología digital avanzada para servir a un rango amplio de clientes, incluidas agencias gubernamentales, diseñadores industriales y laboratorios universitarios.
- La integración de las ciencias requerirá el establecimiento de una cultura compartida que se extienda a través de campos existentes. Revistas interdisciplinarias, conferencias periódicas nuevas y asociaciones formales entre organizaciones profesionales deben ser establecidas. Será necesario el desarrollo de un nuevo lenguaje técnico para comunicar los desafíos científicos y de ingeniería sin precedentes basados en las matemáticas de sistemas complejos, la física de estructuras en la nanoescala, y la lógica jerárquica de la inteligencia.
- El desarrollo de formas de atender las preocupaciones éticas, legales y morales durante el proceso de investigación, desarrollo y difusión de tecnologías convergentes. Esto requerirá nuevos mecanismos para asegurar la representación del interés público en todos los proyectos NBIC importantes, incorporar educación ética y de ciencia social en el entrenamiento de científicos e ingenieros, y asegurar que los decisores de política estén conscientes de las implicaciones científicas y de ingeniería de las cuestiones a las cuales enfrentan.

- Las empresas de biotecnología y servicios de información necesitarán desarrollar nuevas asociaciones para explotar las oportunidades de la convergencia tecnológica, creando "joint ventures", estableciendo lazos de investigación con universidades e invirtiendo en facilidades de producción basadas en principios y materiales, instrumentos y sistemas enteramente nuevos.
- Las organizaciones gubernamentales deben proveer liderazgo para coordinar el trabajo de otras instituciones y deben acelerar la convergencia, apoyando nuevos esfuerzos científicos multidisciplinarios, al mismo tiempo que mantienen las disciplinas tradicionales que son clave para el éxito.
- La comunidad científica debe crear nuevas formas de entrenamiento interdisciplinario y comunicación, reducir las barreras que inhiben a los individuos de trabajar a lo largo de las disciplinas, resaltar agresivamente las oportunidades de convergencia en sus conferencias, desarrollar lazos a una variedad de otras organizaciones técnicas y tratar cuestiones éticas relacionadas a desarrollos tecnológicos. A través de mecanismos como conferencias y publicaciones, las sociedades profesionales pueden plantar semillas de NBIC en organizaciones de aprendizaje, agencias de financiamiento y la sociedad en su conjunto.
- Las organizaciones no gubernamentales que representan grupos de usuarios potenciales deben contribuir al diseño y prueba de tecnologías convergentes y recomendar prioridades de NBIC, para maximizar los beneficios para sus diversos asociados. Fundaciones privadas de investigación deben invertir en investigación en NBIC en aquellas áreas que son consistentes con su misión particular. Los medios públicos deben aumentar su cobertura de alta calidad de la ciencia y la tecnología sobre la base del nuevo paradigma de convergencia, para informar a los ciudadanos y éstos puedan participar sabiamente en debates sobre cuestiones éticas tales como los efectos no esperados sobre la igualdad social, las políticas referidas a la diversidad y las implicaciones para transformar la naturaleza humana.
- Para optimizar sus esfuerzos de mejorar la gobernabilidad y definición de políticas para enfrentar el "desafío de la convergencia" es necesario que los gobiernos, la academia y el sector productivo cuenten con la existencia de una organización que pueda monitorear los avances y al mismo tiempo divulgarlos a un público menos especializado. Esfuerzos de difusión deben ser alentados en los países andinos. A tal efecto, una de las recomendaciones principales que surge de la investigación es la ejecución de una estrategia de comunicación e información, tal como ha sido presentada en el punto 9.

b) La comunicación y divulgación de la nanotecnología en los países andinos

- En Colombia, un número relativamente grande de grupos de investigación (34) desarrolla en la actualidad proyectos acerca de la nanotecnología, desde distintas perspectivas disciplinarias y explorando aplicaciones potenciales en distintas tecnologías. La mayoría de estos grupos existían antes del *boom* mediático acerca de la nanotecnología que se ha dado en los últimos cinco años, y muchos de ellos ya tenían para entonces publicaciones en esta temática. Las áreas disciplinarias de los grupos que hacen estas investigaciones se han venido ampliando. La entrada de los grupos de investigación en biotecnología y biología molecular en este campo se encuentra rezagada.
- Lo anterior coincide con los estudios prospectivos que, como el de Lux Research (2004), indican que estas áreas sólo se desarrollarán en forma dinámica a partir del 2010, pero contrasta con la observación de que la medicina y las ciencias agrícolas son las áreas de investigación de Colombia, que reciben un mayor reconocimiento internacional. Quizá la relativamente fuerte capacidad de convocatoria de las entidades gubernamentales podría promover estos desarrollos, con lo que se aprovecharía el potencial de la investigación en estos temas.
- En el caso de Ecuador, existe una producción interesante en proyectos de investigación relacionados especialmente con la biotecnología y la informática, pero muy poco en nanotecnología y ciencias cognitivas (inteligencia computacional). Por lo general, el término convergencia está ausente de los programas de investigación y apenas en casos muy aislados se empieza a tomar interés al respecto. En Bolivia no se registra ningún desarrollo de proyectos en nanotecnología.
- La divulgación no especializada en los medios acerca de la nanotecnología es frecuente y dispersa en los medios colombianos. Sus temáticas coinciden en términos generales con las de las aplicaciones desarrolladas por los grupos de investigación nacionales. La precisión y claridad de la información propuesta al público son precarias.

La percepción pública sobre el desarrollo de estas tecnologías en el país, vista a través de una encuesta con los asistentes a un evento de divulgación sobre nanotecnología, participa del optimismo generalizado de los países en desarrollo sobre su potencial y sobre la capacidad de conjurar los riesgos asociados con la investigación y el uso de las nanotecnologías. Instrumentos voluntarios como los códigos de ética son preferidos

a las reglamentaciones y disposiciones legales. Hay confianza mayoritaria en que son suficientes para controlar los riesgos mencionados.

Paradójicamente, distintos indicadores de percepción indican la asociación que hacen los encuestados, en Colombia, entre la nanotecnología y sus aplicaciones relacionadas con la biodiversidad y la medicina. Esto podría explicarse por la cercanía de los pocos proyectos de estas disciplinas con problemas o visiones generalizadas de las riquezas del país. El potencial de la nanotecnología para contribuir al desarrollo es percibido en forma muy dispersa, pero las estimaciones de la contribución potencial de las nuevas tecnologías al producto interno bruto y al desarrollo empresarial son altas y exceden las previsiones mundiales para mediados de la próxima década.

Las limitaciones económicas y el reducido número de equipos de investigación dedicados a este campo son vistas como las principales limitaciones para el desarrollo de la nanotecnología y el aprovechamiento de su potencial económico. No se visualizan leyes favorables, aunque sí algunas leyes económicas generales que van en contra de la vía del desarrollo de este potencial.

- Si bien existen museos y otros medios de difusión, y regularmente se realizan ferias de ciencia y tecnología que incluyen los tópicos de NBIC, no se ha identificado interés ni manifestación explícita por la convergencia.
- La situación de un relativamente poco conocimiento y comprensión de la convergencia en la comunidad científica de los países más pequeños se detecta en el sector productivo, esto es, un interés particular y dominante por la biotecnología y la informática, muy poco por la nanotecnología y las ciencias cognitivas, pero una falta evidente de conciencia acerca de la convergencia NBIC y sus posibles impactos.
- La ejecución del estudio en Ecuador permitió despertar el interés de la comunidad científica que participó en el mismo, y se están organizando reuniones para la conformación de grupos de interés para trabajo cooperativo en los tópicos relacionados con la convergencia NBIC.
- La percepción de la ciencia en los cinco países es positiva y constituye una oportunidad para avanzar en nuevas decisiones políticas. Existe consenso, por ejemplo, en que el progreso científico y tecnológico permitirá curar enfermedades como el cáncer y el SIDA, que por estas actividades habrá más oportunidades para las generaciones futuras, que gracias a la investigación la vida se ha hecho más fácil y salu-

dable y que el trabajo se ha tornado más interesante. El alto porcentaje de personas que opina que los beneficios de la ciencia son más altos que los riesgos constituye un resultado importante; por ello, con un apropiado debate y diálogo sobre políticas, la ciencia puede encontrar un ambiente adecuado a su desarrollo.

- Frente a lo anterior, existe un grupo de personas que opina que la tecnología está creando un estilo de vida artificial e inhumano y su poco control crea problemas ambientales y coloca presión sobre la biodiversidad. Uno de los motivos que los entrevistados y encuestados tiene para emitir este criterio es la fuerte influencia de programas de televisión producidos por grupos ambientalistas, muchos sin una base científica significativa.
- En el marco anterior, se requiere mucho esfuerzo para divulgar el conocimiento producido por la convergencia, y tal como ha sido señalado, se requiere que tanto las estructuras de gobierno como las políticas se ajusten a los desafíos impuestos por el rápido desarrollo de las tecnologías transformativas, particularmente la nanotecnología.

c) Las políticas para la nanotecnología

- Con excepción de Bolivia, todas las políticas y planes de CTI en los países andinos señalan de una manera u otra la necesidad de desarrollar la nanotecnología. Un ejemplo es el caso de Ecuador, donde la "Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Ecuador 2005-2010" establece como prioritarios los programas relacionados con nanotecnología, biotecnología y TIC's, pero no menciona explícitamente a las ciencias cognitivas ni considera la convergencia NBIC. Por otro lado, también considera prioritarios los programas de difusión y popularización de la ciencia y la tecnología.
- De la revisión de las opiniones de los líderes regionales de CT existen dos desafíos básicos a enfrentar de manera inmediata: la primera es conducir investigación científica del más alto nivel, con énfasis en las tecnologías transformativas y su convergencia, y la segunda, crear capacidades de innovación mediante la definición y puesta en marcha de un sistema de innovación. Las políticas públicas deben estar dirigidas a enfrentar estos desafíos.
- Las tendencias globales en la investigación e innovación han generado nuevas maneras de hacer ciencia, dirigiéndola a proveer soluciones reales a problemas reales. Es una nueva visión del mundo para facilitar el desarrollo humano sobre la base

de la generación de conocimiento científico y tecnológico para la innovación y viendo la convergencia de las tecnologías transformativas. Ello no significa abandonar el conocimiento y las prácticas tradicionales, sino integrar y abrir más la interacción de la investigación y la innovación, la producción, la apropiación y uso del conocimiento en todos los niveles de la sociedad, para garantizar mejores niveles de competitividad y desarrollo humano y así alcanzar un desarrollo sostenible con equidad. La definición de política de CTI tiene en este contexto un complejo desafío.

- Para que la innovación constituya un insumo a la productividad y competitividad, es necesario expandir capacidades locales. La importación de tecnología sin esfuerzos paralelos de investigación y entrenamiento solamente profundizará la dependencia. Hasta ahora, la apertura de mercados no ha resultado un sustituto eficiente para las políticas de producción proactivas. La eficiencia debe ser conjugada con la equidad social, entendiendo a la primera no solamente en términos de mejora económica, sino también de procesos de desarrollo social y comprendiendo a la equidad como el acceso igual a las oportunidades, generando mejores procesos de producción para alcanzar estándares individuales y colectivos más altos.
- El superar limitaciones existentes para construir un efectivo sistema de innovación requerirá el desarrollo de capacidades basadas en una muy fuerte asociación estado-empresa-academia. Para que ello ocurra, la región requerirá políticas de mediano y largo plazo y nuevas formas de gestión que permitan integrar efectivamente los sectores productivos con los generadores de conocimiento, garantizar la continuidad de esfuerzos y estimular la participación del sector productivo de manera directa en actividades de investigación e innovación. Tales políticas deben ser complementadas por una opinión informada de la sociedad sobre los potenciales y riesgos derivados de la investigación y algunas de sus aplicaciones.
- El avance de la ciencia, la tecnología y la innovación es una condición necesaria pero no suficiente para el desarrollo; los mecanismos de gobernabilidad establecidos para manejar políticas del siglo XX deben también cambiar. Un esfuerzo institucional y organizacional significativo es necesario para tener un eficiente sistema de CTI. La institucionalización debe tener lugar en los más altos niveles políticos, de tal manera que efectivamente pueda manejar recursos, definir direcciones y proveer continuidad. No solamente esfuerzos institucionales son necesarios, sino políticas que se dirijan al cambio también, particularmente aquéllas que no sólo vean el plano nacional, sino de manera prioritaria al sistema mundial y tomar conocimiento de él, mientras se contribuye a su desarrollo.

d) Los riesgos

No hay regulación de la actividad de investigación más allá de la relacionada con la evaluación de las propuestas de investigación. Los investigadores debieran ejercitar su responsabilidad personal hacia cuestiones de salud humana y seguridad ambiental. Algunos métodos posibles para enfoques informales de la gobernabilidad y autoregulación son los siguientes:

- Que la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) promueva regulaciones y acuerdos no obligantes sobre definiciones y nomenclatura.
- Que las organizaciones profesionales desarrollen lineamientos para la investigación y el desarrollo, la revisión de publicaciones y el estímulo al diálogo.
- Revisión de pares voluntaria, para crear una metodología de evaluación en los niveles local, nacional y global.
- Un modelo de desarrollo de *software open-source* que combine la colaboración con procesos estructurados para filtrar y validar las innovaciones y asegurar el máximo beneficio público, eficacia y confiabilidad de las innovaciones.
- Sin embargo, la autoregulación puede ser insuficiente para la gobernabilidad de la nanotecnología, particularmente habida cuenta de la disminución de la credibilidad de científicos e ingenieros que con frecuencia sacan ventaja económica de sus innovaciones a través de asociaciones pública - privada. De allí la importancia de las políticas públicas en la regulación del sector.
- Nuevamente en Colombia, pero en una situación que se puede extrapolar a los otros países andinos, la capacidad nacional de evaluación de riesgos de la nanotecnología y de atención de posibles emergencias es precaria, y en esa dirección seguramente debería ir una parte importante de los esfuerzos de promoción de las entidades gubernamentales.
- Algunas organizaciones, en particular ONGs, han señalado la necesidad de aplicar el principio preventivo a la nanotecnología. El desafío más importante es encontrar el equilibrio entre el principio preventivo aplicado por la evaluación sistémica de los riesgos de largo plazo y una aproximación ética de verdaderos beneficios de corto plazo, como lo menciona Roure (2006)
- 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 de pruebas. La introducción del principio precautorio en la política es importante, precisamente para decidir sobre 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, potenciales y riesgos de la nanotecnología. Tal confianza debe también ser construida alrededor del sistema de regulación.

- Si bien existe un monitoreo y seguimiento continuo de los tópicos NBIC en la mayoría de las comunidades científicas andinas, no se han detectado trabajos orientados hacia la evaluación, alerta o formación de opinión en los decisores o menos aun dirigidos hacia la ciudadanía.

e) El papel de los gobiernos en la coordinación de políticas

Las políticas y marcos regulatorios de los distintos países de la subregión han permanecido fragmentados. Los reclamos internacionales para que se encaren los desafíos globales de la investigación en nanotecnología han tenido un efecto muy limitado en ellos. Es interesante observar que son los propios países desarrollados quienes se muestran inquietos por la necesidad de extender medidas precautorias, con el argumento de que la ausencia o insuficiencia de medidas de regulación y control estrictas en un lugar dado (claro está, se piensa en estos casos en los países en desarrollo), pudiera llevar a un revés internacional en el desarrollo y difusión de la nanotecnología, si debido a estándares y prácticas laxos ocurre un incidente con repercusiones negativas sobre la salud humana o el ambiente. En vista del elevado potencial de amplificación social por los medios, un incidente de esa naturaleza pudiera desatar una atención mundial y aumentar la preocupación del público.

Parece evidente que en el caso de las NBIC, y en particular de la nanotecnología, existe preocupación creciente y alarmante ante la falta de avances en las negociaciones internacionales sobre recursos genéticos de plantas en la arena internacional. La incapacidad de los gobiernos de llegar a compromisos y acuerdos es una amenaza muy real para la continuación de las actividades internacionales actuales dirigidas a conservar y utilizar los recursos genéticos para propósitos agrícolas.

A medida que el estancamiento internacional continuaba, y en efecto se fue deteriorando, comenzaron a plantearse más restricciones al acceso a recursos genéticos vegetales para la alimentación y la agricultura, así como para fármacos, sin que se diera una visión clara del impacto futuro de, y a menudo respuesta ante, factores externos

tales como el creciente número de patentes que se han venido concediendo con alcances más y más amplios de protección.

En los países andinos no existe una estructura oficial en el aparato del Estado que defina políticas o acciones de regulación y control relacionadas con las NBIC. Los roles potenciales de los gobiernos en materia de políticas son:

- Apoyar la I+D en temas ambientales, de salud, seguridad, educación, cuestiones sociales, políticas, éticas, legales y de desarrollo humano en el más largo plazo, e integrar los resultados en la planificación de grandes proyectos de I+D y de inversiones en nanotecnología.
- Preparar e implementar un nuevo enfoque de gobernabilidad del riesgo basado en correcciones adaptativas en el nivel del sistema societal. En el corto plazo y cuando sea adecuado, adaptar la legislación existente al desarrollo de la nanotecnología.
- Construir capacidades para enfrentar accidentes y otras situaciones inesperadas.
- Proporcionar incentivos para disminuir los riesgos; por ejemplo, desarrollar aplicaciones de nanotecnología que reemplacen materiales contaminantes con sustitutos verdes.
- Sobre esta base, preparar planes de largo plazo, escenarios para el desarrollo de la nanotecnología y medidas anticipatorias de gobernabilidad del riesgo. También será necesario evaluar la relación entre regulaciones e innovación.
- Apoyar estudios sobre las implicaciones de la nanotecnología en la legislación nacional existente, los códigos profesionales, la nomenclatura y estándares, los derechos humanos y los acuerdos internacionales. Apoyar el uso de la metrología en las decisiones de gobernabilidad del riesgo.
- Encarar el acceso igualitario a los beneficios de la nanotecnología y las cuestiones de equidad en la sociedad.
- Preparar estudios longitudinales sobre percepción pública.
- Desarrollar una estrategia de comunicación para mantener a la industria, usuarios finales y organizaciones civiles informadas acerca de desarrollos representativos y aspectos EHS de la nueva tecnología. Considerar el establecimiento de un rol de *clearing-house information* para las organizaciones gubernamentales.
- Adoptar procesos de monitoreo y control transparentes con insumo público.
- Estimular las colaboraciones internacionales en la gobernabilidad del riesgo.

f) La gobernabilidad del riesgo

Hay varias estrategias generales para la gobernabilidad del riesgo tecnológico que debieran ser también respetadas en el caso de la nanotecnología. Éstas incluyen el desarrollo de un marco de gobernabilidad del riesgo globalmente focalizado 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 tomadores de decisiones) 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 tomadores de decisiones 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. Las recomendaciones sobre riesgo de la investigación incluyen la necesidad de que la evaluación del riesgo sea racional y transparente, y que los proyectos de I + D incluyan la estimación de los riesgos tanto físicos –como la toxicología y la ecotoxicología- como sociales, cognitivos y éticos.

g) Recomendaciones institucionales

Debieran darse transformaciones significativas para enfrentar las brechas institucionales que pueden surgir por las interconexiones institucionales nacionales e internacionales. Las siguientes recomendaciones del IRGC se aplican a los marcos variables de desarrollo de las nanotecnologías:

- Información para los consumidores, no sólo de los países desarrollados, sino también de los países en desarrollo, permitiéndoles hacer elecciones informadas con respecto a los productos que compran.
- Procesos transparentes en la toma de decisiones en la I + D e inversiones en nanotecnología, para que los grupos de interés y el público sean conscientes de cómo se toman las decisiones y en qué evidencia se basan.
- Los gobiernos nacionales y las comunidades internacionales deben involucrarse en ejercicios en común de desarrollo de escenarios para aplicaciones futuras de la nanotecnología, particularmente en lo referido a los productos y procesos de terce-

ra y cuarta generación. Estos escenarios pudieran actuar como catalizadores para el debate público y los ejercicios, en búsqueda de consensos.

- Los gobiernos nacionales y las comunidades internacionales necesitan organizar un *feedback* sistemático de sus varias clientelas, incluyendo muestras del público general. Tales rondas de *feedback* pudieran proporcionar información valiosa acerca de las esperanzas, preocupaciones, visiones y preferencias de los varios grupos de actores y del público en general. Entre los muchos instrumentos para realizar esas rondas de *feedback* están los diálogos de grupos de interés, mesas redondas y jurados ciudadanos.
- Se debiera emprender actividades internacionales para establecer reglas y estándares comunes para proyectos de largo plazo potencialmente de alto impacto en nanotecnología. Debiera proporcionarse incentivos para promover y sostener la cooperación internacional. Esta cooperación también podría actuar como un motor para que los países participantes honren y legalicen los estándares comunes.
- El sistema por el cual las compañías e individuos pueden acumular derechos de propiedad intelectual para estructuras y procesos naturales básicos debiera ser críticamente reexaminado.
- Establecimiento de un proceso para la revisión periódica de marcos institucionales nacionales e internacionales para encarar las aplicaciones de la nanotecnología en continua evolución. Esta recomendación se hará crecientemente importante en las fases futuras, correspondientes a la 3ra y 4ta generación.

h) Recomendaciones para la regulación y el control

En términos de control y regulación, se recomienda políticas gubernamentales como las siguientes:

- Etiquetado cuidadoso de productos nano-relacionados que puedan ser sensibles a los consumidores.
- Un acuerdo internacional estructurado.
- Requisito de que la investigación y desarrollo se canalicen a través de cuerpos de coordinación nacionales.
- Esquemas regulatorios o de cohesión nacional, internacional y supranacional, definiciones y nomenclatura, buenas prácticas, políticas comunes de evaluación y protocolos de prueba.

- Capacidad fortalecida de instituciones legislativas para responder a tecnologías nuevas y emergentes, de manera que las cortes no sean las primeras en responder al construir la regulación.
- Desarrollo de mecanismos para compensar a las partes que sufren daño o soportan riesgos.
- Permitir que diferentes estándares de riesgos se apliquen a diferentes productos o categorías de nanotecnología.

Muchos de los beneficios prometidos por la nanotecnología a países en desarrollo sólo se materializarán si se ponen en marcha políticas para guiar las tecnologías hacia el desarrollo sustentable. Se necesita un esfuerzo de los gobiernos para lograr estos objetivos, ya que las corporaciones lucrativas sólo tienen una habilidad limitada para considerar estas necesidades. Acciones como las siguientes son recomendables:

- Proyectos cooperativos que den acceso a los países en desarrollo a facilidades de investigación y equipos.
- Lineamientos para organizaciones de investigación, permitiéndoles distribuir beneficios de la investigación y desarrollo en nanotecnología de manera equitativa, resultando potencialmente en una estandarización bajo criterios ISO.
- Compromiso internacional bajo un comité coordinador con representación de las Naciones Unidas, la OECD, el G8 y otros cuerpos internacionales preocupados por estos temas.
- Financiamiento a través de un cuerpo internacional para investigar tecnologías apropiadas, dándose el logro en forma gratuita a los países en desarrollo
- Programas de investigación y desarrollo que deben rendir cuenta a aquellos cuyas vidas van a impactar.
- Un sistema de regulación de patentes dedicado a los países emergentes.
- Acceso a regalías privadas abiertas para evaluar lo que pertenece a misiones públicas y al bien común.

i) Recomendaciones para la cooperación internacional

No hay acuerdos internacionales específicos relacionados con la nanotecnología. Sin embargo, hay mucha actividad, principalmente en los campos de la innovación, el desarrollo responsable y el ambiente, cuestiones de salud y seguridad; y existen acuer-

dos informales, así como un conjunto muy activo de ONGs, como el Grupo ETC en Canadá. Como siempre, se da la cooperación entre investigadores a través de la facilitación de su acceso a instrumentos e infraestructura a los que de otra forma no podrían llegar.

En cuanto a algunas acciones a considerar en relación con las oportunidades que ofrece el proceso de integración andino para el trabajo en red, la creación de alianzas estratégicas, programas interuniversitarios y otras formas de cooperación entre científicos y no científicos, así como la creación de una red de expertos interesados y no expertos en NBIC, las instalaciones (*facilities*) grandes sólo están disponibles en unos pocos países, y prácticamente ninguna en la subregión.

Mientras se desarrollan las capacidades nacionales, la cooperación internacional se vuelve una cuestión crucial (relacionada al acceso a Internet y los acuerdos de cooperación entre las partes). Es posible entonces promover:

- Una política activa hacia la protección de los derechos de propiedad intelectual para muchas cuestiones claves. Los acuerdos de propiedad intelectual entre agencias de financiamiento deben contemplar los reclamos de otras instituciones, por ejemplo, universidades o empresas donde se hace investigación.
- El establecimiento internacional de estándares para productos derivados de las nanotecnologías. Muchas propiedades físicas o químicas ya pueden ser medidas para materiales o componentes regulares, pero la contribución de las nanotecnologías puede aumentar significativamente unos valores límites para nuevos materiales (viscosidad, estabilidad química, entre muchos otros).
- El uso remoto de instrumentos para romper la brecha entre laboratorios de investigación e incluso permitir el acceso al sector manufacturero de nanotecnología.
- Establecimiento de comités locales para el estudio de riesgos potenciales en las prácticas y la investigación, y establecimiento de reglas o intercambio de buenas prácticas para superarlos (como se hizo antes con la construcción genética o los químicos peligrosos). ¿Serían aplicables regulaciones y estándares generales como los de la FDA o la EPA? Se considera que tanto las implicaciones de corto como de largo plazo son importantes, aunque se observa mayor énfasis en las primeras.
- Políticas y marcos regulatorios coherentes para la nanotecnología.

- Bases de datos compartidas para los resultados de temas de ambiente, salud, seguridad, cuestiones éticas, legales y sociales, y desarrollo de programas para intercambios periódicos de información.
- Apoyar estudios de tendencias macroeconómicas, implicaciones comerciales y evitar posibles disrupciones internacionales, particularmente para los países en desarrollo que no tienen la capacidad de proteger plenamente sus intereses.
- Comunicación entre el gobierno, las empresas y las organizaciones no gubernamentales en diferentes países.
- Coordinar las cuestiones de propiedad intelectual para la nanotecnología.
- Establecer programas de certificación para la gobernabilidad del riesgo en una organización.
- Conectar las prácticas de gestión de riesgo con las prácticas y estándares internacionales (ISO).

Adicionalmente, es importante reconocer el papel de la Comunidad Andina, puesto que un sistema de regulación armonizado, de enorme potencial a nivel andino, es esencial para la nanotecnología. Las regulaciones deben proveer incentivos claros para el desarrollo, la manufactura y la distribución de nanoproductos dentro un camino "seguro, integrado y responsable". Los estándares y guías adecuados a los actores económicos en apoyo a la implementación de estas regulaciones serán claves para que ello ocurra.

De otro lado, a manera de conclusiones y recomendaciones, conviene inicialmente reflexionar sobre las principales preguntas que han sido formuladas como base de la investigación realizada.

j) ¿Qué procesos o innovaciones sociales están siendo utilizados para deliberar y consultar sobre la futura selección de políticas en estas áreas?

- Los procesos que se han seguido hasta ahora han consistido en la preparación de una documentación básica por parte de un experto o pequeño grupo de expertos, que luego es sometida al análisis de autoridades de gobierno, las que en ocasiones consultan con otros expertos y en algunos casos grupos de actores interesados en la temática bajo tratamiento.

- Este proceso tiene una serie de limitaciones, como muestra la discusión sobre la introducción de OGMs en Bolivia, en particular la presencia en las discusiones o diálogos de un público no bien informado. Frente a las solicitudes de desarrollar pruebas de plantas transgénicas y la “discusión” que originó, se advierte que no se distingue entre la tecnología de ADN recombinante y el resto de las técnicas de la biotecnología, es decir que se ha levantado una discusión con insuficiente conocimiento y, por supuesto, falta de balance. Los científicos no supieron demostrar claramente los beneficios potenciales, no se generó una discusión en los medios de comunicación, y éstos estuvieron más bien dedicados al sensacionalismo. Algunas ONGs y grupos ecológicos dirigieron campañas de alerta hacia el rechazo total del uso de transgénicos, exagerando y distorsionando los reales efectos sobre el individuo, los animales domésticos y el ambiente. Más aun, la información sobre las regulaciones no estaban diseminadas y las propias autoridades no apoyaron el proceso de información sobre esta temática (Ávila e Izquierdo, 2006)
- Una consulta electrónica realizada por la FAO en 2002 mostró que la causa de una percepción negativa de alimentos derivados de OGM ha sido la incertidumbre que genera su ingesta, en particular a largo plazo. Por otro lado, fue señalada como un elemento crítico la falta de conocimiento en todos los niveles: político, educativo, medios y público en general. La biotecnología, y peor aun en el caso de la nanotecnología y su convergencia, requiere de un elevado conocimiento técnico, no es entendible fácilmente por el consumidor común, quien frente a la incertidumbre de lo desconocido se transforma en terreno fértil para sembrar la desconfianza.

Varios participantes en el Foro de la FAO señalaron también como problema la desconfianza que existe hacia las poderosas empresas transnacionales a causa de sus gestiones a favor de sus intereses comerciales. Específicamente, los conflictos de intereses constituyen una de las razones básicas de oposición a los transgénicos, a los cuales se agregan el temor a lo nuevo, la desconfianza de los sistemas de regulación y las amenazas sobre la biodiversidad.

- Diversos foros han llamado a fortalecer la actividad informativa y educacional. Para ello se debe convocar la participación de expertos en estos dos campos. Para comunicar, se debe “traducir” lo realizado en laboratorios, pues de esta manera se puede llegar con un mensaje claro y sencillo. Y para que esto ocurra, deben existir incentivos, pues, como ha mostrado la encuesta ejecutada por el Proyecto, muchos miembros de la

comunidad científica no preparan materiales de difusión, en ausencia de incentivos. Mejorar el nivel de información no es suficiente, ya que la percepción negativa se logra, como fue el caso de los Homs, por ejemplo, apelando a mensajes emocionales que impliquen a los sujetos y es este mismo tipo de mensaje que se requiere para revertir la situación. Los científicos no han sido ni están preparados para comunicar mensajes emocionales, su mundo es la precisión y el rigor científico. El mensaje emocional debe ser estructurado y manejado por profesionales de la comunicación.

- En el marco anterior, reviste urgencia construir una mayor credibilidad en los sistemas de regulación; ello es de absoluta prioridad en el caso de la biotecnología y la nanotecnología. La falla de estos sistemas en algunos casos, por ejemplo, en desastres ambientales, puede deberse simplemente a negligencia, corrupción o falta de atención a los llamados científicos. El público reacciona señalando que "si los sistemas de regulación han permitido que ocurran estos desastres, ¿por qué debo creerles cuando dicen que una nueva tecnología es buena?".

Se puede concluir de las indagaciones realizadas dentro del Proyecto que los debates sobre políticas de nanotecnología e iniciativas de investigación debieran ser colectivas y democráticas, con consultas entre un amplio conjunto de grupos de interés, incluyendo diferentes niveles de gobierno, diferentes naciones, la industria y la academia. Hay necesidad de que el público tenga un rol activo en una etapa temprana del proceso de investigación y desarrollo, ya que muchas decisiones no son técnicas sino juicios de valor y, como tales, necesitan el insumo de la sociedad civil.

Las interacciones de doble vía entre el público y los responsables de las políticas pueden proporcionar un instrumento útil para identificar posibles áreas de riesgo, al enmarcar las preocupaciones públicas. La temprana colaboración ciudadana y de los grupos de interés es un paso esencial para prevenir el riesgo a largo plazo.

En términos de recomendaciones prácticas para comprometer a los grupos de interés, se pueden sugerir las siguientes estrategias:

- Talleres regulares donde los grupos de interés se puedan comunicar e intercambiar información.
- Grupos dedicados del público que se encuentran regularmente para debatir cuestiones asociadas con la nanotecnología.

- Participación de científicos sociales en proyectos de investigación y desarrollo, de manera que se reciban insumos en la etapa de laboratorio.
- Bajar las barreras organizacionales para facilitar la cooperación entre los diferentes grupos de interés.
- Diálogo internacional entre comités asesores de ética.
- Creación de organizaciones de usuarios (para articular claramente sus necesidades) y de quienes están potencialmente en riesgo con respecto a las aplicaciones, incertidumbres e implicaciones de la nanotecnología, tanto en el corto como en el largo plazo.
- Desarrollar canales continuos de comunicación con la industria, la academia y el gobierno.

Una parte importante de estas recomendaciones podrá ser alcanzada o alentada con la ejecución de la Estrategia de Comunicación e Información.

k) ¿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?

- Toda la subregión andina enfrenta desafíos sociales y económicos de magnitud, los cuales requieren para su solución de la contribución de la investigación e innovación. El principal desafío es evitar que la subregión sea marginada de la economía global, mientras que, al mismo tiempo, supera las condiciones de extrema pobreza en la cual vive una parte importante de sus sociedades. La insatisfacción existente con la aplicación de los procesos de liberalización y otras reformas de los años 90 convoca a una nueva agenda de desarrollo (Ocampo, 2002) confirmar año, que se base en un nuevo balance entre el mercado y el interés público. Una política proactiva dirigida a alcanzar este balance, aplicada correctamente, será más amigable con el mercado, pero al mismo tiempo interpretará a las políticas públicas como una forma más organizada de acción, que persigue intereses colectivos mientras al mismo tiempo convoca a una mayor rendición de cuentas.

Para el caso más específico de la nanotecnología, las autoridades públicas tienen el importante papel de crear un mercado amigable a la innovación, lo cual no es una tarea fácil, pues la tendencia es apartarse de los riesgos cuando se consideran los beneficios, aunque, de otro lado, también existe disposición a asumir riesgos cuando se enfrenta a

una potencial pérdida. Ello depende mucho de la cultura, pues algunas culturas promueven una mayor inclinación hacia la búsqueda de nuevos productos más que otras.

- La “democratización” de la nanotecnología se entiende como el proceso por el cual toda comunidad no experta tiene acceso a la información disponible sobre ella, y por tanto conoce de sus oportunidades e impactos, pudiendo opinar con propiedad sobre el diseño e implementación de las políticas que la promuevan, hagan un seguimiento o controlen su desarrollo. De esta manera, los ciudadanos y actores del desarrollo deben ser involucrados en procesos que vayan más allá de la comunicación e información, lo cual requiere de interacción y compromiso. Pero, para que todo ello ocurra deben producirse los diálogos y el material apropiado. Es la comunidad científica y son los procesos de comunicación y los medios de difusión los responsables principales para que ello ocurra.
- En la mayoría de los países andinos no existe una percepción cabal por parte de los grupos no científicos sobre las oportunidades e impactos de la convergencia NBIC, a pesar de que hay interés por la solución de problemas basados en la ciencia y la tecnología. Es decir, existe la oportunidad de explotar la percepción favorable de la CT a favor de su propio desarrollo y sus aplicaciones. Esta percepción es mucho menos favorable en países más desarrollados.
- A este fin, se requiere de un drástico mejoramiento de las prácticas de publicación por parte de los investigadores y las instituciones a las cuales pertenecen, incluyendo un mejor conocimiento de las revistas que tienen disponibles localmente para difundir sus trabajos. Ello les permitirá beneficiarse de los contactos que se crean para llegar a un público menos especializado, que en el tiempo se convertirá en fuente de apoyo a la empresa científica misma. Pero al mismo tiempo, se requiere de medios especializados que den relevancia a hechos científicos que transforman al mundo y al conocimiento mismo.
- La situación actual de falta de una cultura de publicación, en los países más pequeños, ha llevado a una falta de confianza de los investigadores sobre si sus trabajos son o no valiosos para la comunidad internacional o nacional. Esto ha llevado a su vez a la creación de revistas locales sin calidad, de poca difusión, de periodicidad errática, y por tanto de poca utilidad académica, como el medio de difusión preferido de las investigaciones.
- Las comunidades científicas andinas tienen un importante desafío al difundir entre las comunidades más pobres, por ejemplo, la importancia de la investigación y el

apoyo que deben dar a la misma, facilitando la colecta de plantas nativas e informando sobre el largo y muy costoso camino que se debe seguir a partir de la investigación para que un fármaco derivado de esas plantas llegue al mercado.

- En el proceso de aprobación y principalmente en la aplicación en Bolivia de la Decisión 391 del Acuerdo de Cartagena, una de las mayores interrogantes y motivo de discusión se relaciona con el desafío de encontrar una distribución justa y equitativa de los beneficios (monetarios o no) que pudieran surgir de la comercialización de un recurso genético. A este respecto, es importante señalar que en Bolivia los pueblos indígenas, campesinos y originarios han expresado una fuerte oposición a aquellas solicitudes que signifiquen la exportación de recursos genéticos en la que intervengan principalmente empresas transnacionales, especialmente porque consideran que, por una parte, se pierden los recursos y, por otra, los beneficios reales no llegan a los interesados nacionales.
- En el contexto anteriormente descrito del proceso de divulgación de la investigación e información sobre las tecnologías transformativas y su convergencia, el "desafío de la convergencia" no es bien percibido en los sectores académicos, productivos y gubernamentales. Más específicamente, existe baja percepción de las oportunidades y riesgos de la nanotecnología. Cuestiones de riesgo y éticas no han sido levantadas y transmitidas al público, excepto en algunos artículos en periódicos y revistas, más bien de carácter sensacionalista. Existe por tanto una oportunidad especial de crear un ambiente apropiado al desarrollo de la nanotecnología y su convergencia, sin crear alarma sobre su aplicación.
- Lo anterior se reafirma más cuando se considera que un alto porcentaje de los individuos encuestados (82 por ciento) sostiene que los beneficios de la ciencia son mayores que sus perjuicios, frente a un porcentaje de 12 por ciento que consideran que los beneficios equilibran los perjuicios, mientras que solamente un 3 por ciento consideran que los perjuicios son mayores que los beneficios (el resto no tiene opinión formada). Éste es un resultado significativo, pues señala que con políticas definidas, de conocimiento de la sociedad y debatidas ampliamente, la ciencia en general tiene un ambiente muy adecuado a su desarrollo, por el apoyo de un importante segmento social.
- No existen registros de diálogos sobre el "desafío de la convergencia". Han existido experiencias sobre diálogos en material de ciertas aplicaciones de la biotecnología y la ingeniería genética, así como en el caso de las TIC's, que pueden servir de ejemplos para crear y profundizar un nuevo proceso de diálogo amplio.

- l) **¿Cómo influye la dinámica de la definición de políticas en diferentes contextos locales y nacionales y qué implicaciones tiene en las poblaciones rurales y pobres?**
- 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. El denominado "desarrollo económico local desde abajo", una experiencia no asistencial, en Bolivia, atestigua el importante aporte que han tenido las TIC's en su exitosa aplicación. Diversas comunidades han mejorado su gestión de calidad, ampliado su oferta y establecido canales de comunicación con mercados internacionales por este medio, y están procediendo a crear sus propios sitios Web. En algunos casos, las comunidades han organizado redes de municipios para promocionar sus productos (normalmente orgánicos) y establecido alianzas. Varios son también los municipios en áreas rurales que están instalando centros de Internet en sus escuelas, como un paso fundamental al dominio de las TIC's.
 - Las políticas de desarrollo económico local, determinadas por las propias comunidades, exceden el ámbito económico para incluir aspectos socioculturales y político-administrativos; por lo tanto, son políticas integrales que incluyen actores públicos y privados para generar crecimiento económico y mejorar la calidad de vida.
 - La experiencia boliviana muestra que existen por lo menos cuatro elementos centrales en la definición de políticas inclusivas, vinculadas a las tecnologías transformativas (*e.g.*, TICs): el primero se refiere al rescate de experiencias exitosas que han sido difundidas, han servido de ejemplo e incentivo a otras comunidades y han sido el fruto de un esfuerzo participativo de la propia comunidad; el segundo, a la capacitación en metodologías participativas –especialmente de campesino a campesino, que parte de las experiencias propias de los y las campesinas y mejora sus capacidades de transferir y compartir sus conocimientos con otras personas; la capacitación incluye el manejo de cámaras digitales y equipos de computación para trabajar los documentos en presentaciones Power Point; el tercero, a la difusión de las experiencias mediante intercambios vivenciales y virtuales, basados en las documentaciones, pero siempre acompañados por un portador de los conocimientos documentados; esta información alimenta también bases de datos audiovisuales que pueden ser utilizadas para la elaboración de otros productos de comunicación y capacitación. Finalmente, un cuarto elemento, en el caso boliviano, ha sido el tra-

bajo concertado y coordinado de elaboración de la Estrategia ETIC, que permitió sentar en torno a la misma mesa a actores gubernamentales, de la empresa privada, sociedad civil y cooperación internacional.

- Los debates que han empezado a darse en los países andinos expresan no muy abiertamente la tensión existente entre las concepciones liberal y social de la aplicación tecnológica, pues mientras aquella cree hallar en las TIC's la mejor vía para superar la situación y los problemas de la falta de desarrollo, esta última demanda realismo, a fin de que no se desconozcan condiciones contextuales tales como las relaciones de poder vigentes o el drama cotidiano de la exclusión.
- En el marco anterior, se debiera tomar en cuenta, por ejemplo, el llamado hecho ya en 2001 por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo para que las naciones apliquen "políticas que alienten la innovación, el acceso y el desarrollo de aptitudes avanzadas" que estén acompañadas por "nuevas iniciativas internacionales y una aplicación equitativa de las normas mundiales, a fin de encauzar a las nuevas tecnologías hacia las necesidades más urgentes de los pobres del mundo".
- Existe, sin embargo, en algunos países andinos, una visión muy difundida de que la reorganización de la producción, que determinará la futura inserción internacional de los mismos, depende menos de las innovaciones tecnológicas que de la recomposición de los actores sociales y políticos, y que la función que cumpla el Estado en este proceso expresará la nueva correlación de fuerzas entre las clases sociales y el modo en que se decida la apropiación social y regional de los excedentes.

m) ¿Cómo se pueden integrar en estos debates las cuestiones relativas al conocimiento indígena tradicional?

- Las culturas indígenas tienen conocimientos propios que contienen concepciones acerca del medio ambiente y su cuidado, acerca del tratamiento de la salud humana y otros. La recuperación de estos conocimientos 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 "conocimientos" y su integración a los nuevos saberes científicos (p.e., tecnologías transformativas y convergentes) la política de STI debe contemplar estas potencialidades y ser inherente a la creatividad, la sabiduría y a las necesidades de las comunidades, normalmente pobres. En el caso más espe-

cífico de NBIC y de TIC's, se puede lograr la democratización de su apropiación por medio de nuevas políticas y reformas legales.

- Por otra parte, es importante revitalizar la iniciativa privada y el tejido humanístico y social. Acá la universidad tiene la tarea clave de transformar y fortalecer el sistema para la creación de valores y abierto al mundo, de tal manera que todo el género humano crezca junto con la ciencia y la tecnología de hoy. El mundo será radicalmente diferente en 50 años gracias a la transformación de ciertas prácticas sociales y la aplicación de los cambios culturales, sociales y políticos que se requieren, y que incluyen la innovación, la creatividad, la apertura al cambio, una visión permanente del futuro, ética y responsabilidad social, todos elementos para una vida mejor, productiva y más humana.
- Al mismo tiempo, en sociedades como la campesina, donde la mujer tiene una importante y tradicional participación en los debates sobre el desarrollo, es posible permitir su mejor participación como decisores de política, una vez que pueda ser mejor informada.

n) ¿Cómo pueden los diferentes actores del sistema de investigación estar más vinculados y ser más responsables en el discurso de políticas públicas referido a cómo los avances tecnológicos impactan en la sociedad?

- Las comunidades científicas andinas no están produciendo necesariamente evaluaciones en profundidad 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 una tecnología convergente. En 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.
- Se debe alentar el diálogo con culturas locales, incorporar a indígenas con grados académicos altos o estudiantes de postgrado. Es en el espacio de estos diálogos donde se deben incluir cuestiones interculturales, tanto en la práctica como en actividades de entrenamiento sobre cómo reconocer, proteger e incorporar culturas tradicionales y conocimiento en la investigación moderna.
- A este fin, entre otros, los mecanismos del Estado destinados a la definición de políticas de CTI y a la aprobación de cuestiones técnicas deben tener una mayor, pero racional, representación de organizaciones sociales, campesinas y originarias, del sistema universitario, así como de los actores privados.

- Los diálogos y la difusión sobre políticas constituyen un canal privilegiado para crear una más amplia base social de sustento a la CTI y al mismo tiempo avanzar en la creación de una "cultura de la ciencia y la innovación". Hoy se evidencia que, por ejemplo en el caso boliviano, aun en la muestra de la encuesta ejecutada, que está cerca o relativamente cerca de los quehaceres científicos y tecnológicos, el 82 por ciento desconoce la existencia de una política nacional dirigida a la promoción y al fomento de la ciencia y la tecnología, a pesar de la existencia de varias declaraciones de política y planes definidos, tal como se ha discutido anteriormente.
- La investigación en universidades puede directamente aportar ayuda a las poblaciones locales a través de una investigación que, por ejemplo, mejore las prácticas de salud o la gestión del medioambiente. La contribución económica es también fundamental para favorecer (mediante la adopción de políticas específicas) una más justa distribución de los ingresos, y favorecer así a las poblaciones indígenas pobres.
- El desarrollo económico depende, sin embargo, de la capacidad de seleccionar tecnologías competitivas y aplicarlas de manera eficiente. Hoy estas tecnologías suelen estar basadas en la investigación, lo que hace imprescindible el acceso a una mano de obra entrenada en este aspecto. Para ello se necesita, en forma urgente, un cambio cultural radical en muchas universidades, que dé mayor énfasis a la investigación y a la educación basada en la investigación, por cuanto es excesiva la importancia que en la actualidad se otorga a la docencia tradicional. Esta limitación se ha profundizado con la aparición de un sinnúmero de universidades privadas de baja calidad.
- La complejidad de la temática y las tendencias actuales, en materia de tecnologías transformativas, requieren de un público bien informado y educado, para lo cual es necesario desarrollar campañas públicas sistemáticas y frecuentes y que involucren a varios sectores de la sociedad. La información debe ser confiable, científica y transparente, y debe dar explicación de los riesgos y beneficios de las tecnologías convergentes.

REFERENCIAS

- Aguirre, A.J.L. y R. Portugal. 2007. "Una estrategia de comunicación e información para el proyecto de tecnologías convergentes". Documento preparado para el Proyecto de Tecnologías Convergentes en los Países Andinos. La Paz, febrero
- Aguirre, C. 2007. "*The Convergence Challenge in the Andean Countries*". Trabajo presentado a la VII Conferencia Internacional sobre Gestión Tecnológica. PICMET 07, Portland, Oregon. Agosto.
- Aguirre, C., A. Mercado, A.J.L. Aguirre, C.C. Paredes, R. Portugal y J. Aguilar. 2007. "Tecnologías convergentes en Bolivia: estudio nacional. Informe preparado para el Proyecto 'Tecnologías Convergentes en los Países Andinos'". La Paz, abril.
- Albornoz, M. 2002. *Situación de la ciencia y la tecnología en las Américas*. Buenos Aires: Centro Redes, noviembre de 2002.
- Ávila, T. y J. Izquierdo. 2006. "*Management of the appropriate agricultural biotechnology for small producers: Bolivia case study*". *Electronic Journal of Biotechnology*, Vol 9 N° 1, January 15.
- CFC (Common Fund for Commodities). 2005. "*Overview of the Situation of Commodities in Developing Countries*". *Common Fund for Commodities (CFC)*. 11ma. Reunión de Seguimiento y Coordinación del Comité sobre Cooperación entre Países en Desarrollo. Grupo de los 77. La Habana, marzo.
- Charreau, A. 2006. "La situación de la ciencia y la tecnología en Latinoamérica". Presentación a la Asamblea General de la Asociación Interciencia. Santiago, octubre.
- Cobb, M.D. y J. Macoubrie, 2004. "*Public Perceptions About Nanotechnology: Risk, Benefits and Trust*". Raleigh, NC: North Carolina State University. Disponible en: <http://www2.chass.ncsu.edu/cobb/me/past%20articles%20and%20working%20papers/Public%20Perceptions%20about%20Nanotechnology%20-%20Risks,%20Benefits%20and%20Trust.pdf>
- CTS. 2004. "Impacto de la ciencia y la tecnología sobre la sociedad colombiana". Informe de Proyecto, Colciencias, Universidad de los Andes, Universidad del Rosario, Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, Bogotá.

- De Cozar, J.M. 2003. "Nanotecnologías: promesas dudosas y control social". *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación*. OEI.
- DPN. 2007. "Visión Colombia II Centenario: fundamentar el crecimiento y el desarrollo social en la ciencia, la tecnología y la innovación". Propuesta para discusión. Departamento Nacional de Planeación y COLCIENCIAS. Bogotá, febrero.
- ECLAC (Economic Commission for Latin America and the Caribbean). 2005. "*Social Panorama of Latin America and the Caribbean*", Santiago.
- ECLAC (Economic Commission for Latin America and the Caribbean). 2006. "Latin America and the Caribbean in the World economy 2005–2006". Santiago.
- Ehlers, Z.F. 2007. Discurso de posesión en la Secretaría General de la Comunidad Andina. 22 de febrero.
- EPA-USA. 2005. "*External Review Draft. Nanotechnology*". White Paper. Disponible en: http://www.epa.gov/OSA/pdfs/EPA_nanotechnology_white_paper_external_review_draft_12-02-2005.pdf, (sitio visitado en 16/11/06)
- ETC. 2003. "*The Big Down: From Genomes to Atoms*". ETC Group (Action Group on Erosion, Technology and Concentration), Winnipeg, January.
- ETC. 2005. "*The Potential Impacts of nano-Scale Technologies on Commodity Markets: The Implications of Commodity Dependent Developing Countries*". Paper preparado por ETC Group for the South Centre, noviembre.
- ETIC (Estrategia boliviana de tecnologías de la información y la comunicación para el desarrollo). 2006. Memoria presentada el 12 de enero de 2006. La Paz. Vicepresidencia de la República de Bolivia.8
- Feynman, R. 1959. "*There is Plenty of Room at the Bottom*". Conferencia dictada en la Universidad de California. Disponible en: www.zyvex.com/nanotech/feynman.html
- Foladori, G. 2006a. "*Nanotechnology in Latin America at the Crossroads*". Nanotechnology Law & Business, May/June.
- Foladori, G. 2006b. Nanoscience and Nanotechnology in Latin America. Nanowerk.
- Forero Pineda, C. y F. Gómez Baquero. 2007. "El desarrollo de las tecnologías convergentes alrededor de la escala nano en Colombia". Informe preparado para el Proyecto "Tecnologías Convergentes en los Países Andinos". Bogotá, abril de 2007.

- Foro Económico Mundial. 2006a. "*The Global Competitiveness Report 2006-2007*". 26 de septiembre.
- Foro Económico Mundial. 2006b. "*The Global Information Technology Report. 2005 -2006*".
- García, A. 2005. "Nanociencias y nanotecnología en América Latina". Presentación en las Jornadas Iberoamericanas de NBIC. Cartagena de Indias, Colombia.
- GDNP. 2007. "Nanotechnology, Commodities, and Development". Background Paper. Global Dialogue on Nanotechnology and the Poor: Opportunities and Risks (GDNP), Meridian Institute. International Workshop on Nanotechnology, Commodities and Development. Río de Janeiro, Brasil, 29-31 May.
- Giraldo, G.J., E. Gonzalez y F. Gomez-Baquero (editores). 2007. *Nanotecnociencia. Nociones preliminares sobre el universo nanoscópico*. Bogotá: Editorial UNIBIBLOS, Universidad Nacional de Colombia.
- Gobierno de Bolivia. 2005. "Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2005-2009". Vicepresidencia de la República y Ministerio de Educación.
- Goncalves, F.E.W. 2006. "Estudio exploratorio acerca de los recursos existentes en las tecnologías convergentes en Venezuela. Caso Nanotecnología, período 1990-2005". Tesis de Maestría. IVIC, Caracas, julio 2006.
- Gupta, M. y B.C. Aguirre. 2006. "*Policy Making in Science, Technology and Innovation in Latinamerica and the Caribbean*". Informe preparado para el Proyecto sobre Tecnologías Convergentes en los Países Andinos. Panamá, noviembre, 2006.
- Gutarra, E.A. 2007. "Panorama y perspectivas de la micro y nanotecnología en el Perú". Presentación al Encuentro Nano MERCOSUR. Buenos Aires, agosto, 2007.
- Gutarra, E.A. 2007b. Comunicación personal.
- Hillie, T., M. Munasinghe, M. Hlope, and Y. Deraniyagala. 2006. "*Nanotechnology, Water and Development*". Commissioned paper as part of the Global Dialogue on Nanotechnology and the Poor: Opportunities and Risks. Meridian Institute, Washington, October, 2006.
- IDB (Interamerican Development Bank). 2001. "*Science and Technology: An IDB Strategy*". Washington.

- IRGC (International Risk Governance Council). 2005. IRGC Workshop “*Defining the Risks of Nanotechnology*”. Summary Working Papers, Geneva.
- IRGC (International Risk Governance Council). 2004. IRGC Workshop “*Approaches to Risk Governance—Meeting the Challenges*” (13–14 Nov 2004). Report. Working Papers, Geneva.
- Jaramillo, L.J. y B.C. Aguirre. 1989. *La otra integración: ciencia y tecnología en la formación del Grupo Andino. Evolución, alcances y perspectivas recientes*. Lima: Editorial Marens Artes Gráficas EIRL.
- Lux Research. 2004. *The Nanotech Report 2004TM: Investment Overview and Market Research for Nanotechnology* (Third Edition) New York , Vol 1, p. xi.
- Macoubrie, J. 2005. *Informed Public Perceptions of Nanotechnology and Trust in Government*. Washington, DC: Woodrow Wilson International Center for Scholars. Disponible en : <http://www.wilsoncenter.org/news/dosc/macoubriereport1.pdf>
- Meridian Institute. 2006. *Overview and Comparison of Conventional Treatment Technologies and Water Nano-based Treatment Technologies*. Meridian Institute, Washington-Chennai, October, 2006.
- Meridian Institute. 2007. *Final Report on the Workshop on Nanotechnology and Commodities*. Rio de Janeiro. Meridian Institute, Washington DC. April.
- NIOSH (National Institute of Occupational Health). 2005. *Approaches to Safe Nanotechnology: An information Exchange*. Disponible en : http://www.cdc.gov/niosh/topics/nanotech/safenano/pdfs/approaches_to_safe_nanotechnology.pdf. (visitado el 16/11/06).
- Nordmann, A. (rapporteur). 2004. “*Converging Technologies. Shaping the Future of European Societies*”. S&T Foresight Unit of Research Directorate General, Directorate K- Social Sciences and Humanities, Foresight. European Communities. Brussels.
- OEA-OAS. (2004). *Ciencia, Tecnología, Ingeniería e Innovación para el Desarrollo: Una visión para las Américas en el siglo XXI*. Organization of American States, Washington, February.
- OAS (Organization of American States). 2004. “*Ciencia, tecnología, ingeniería e innovación para el desarrollo: una visión para las Américas en el siglo XXI*”. Washington, February, 2004.

- Ocampo, J.A. 2002. *"Rethinking the Development Agenda"*. Paper presented to the American Economic Association Annual Meeting Panel: "Towards a Post Washington Consensus on Development and Security". New Orleans, January 5-7, 2002.
- Paredes, C. (2006). Estudio de caso de la Decisión 391 de la Comisión del Acuerdo de Cartagena. Informe preparado para el Proyecto "Tecnologías Convergentes en los Países Andinos" Enero.
- Rejeski, D. 2005. *Testimony on "Environmental and Safety Impacts of Nanotechnology: What Research is Needed?"* to the Committee on Science of the US House of Representatives, Washington DC, November 17.
- Renn, O. 2005. *"Risk Governance. Towards an integrative approach"*. White Paper N°. 1. International Risk Governance Council, Geneva.
- Renn, O. y M. Roco, 2006. *"Nanotechnology Risk Governance"*. White Paper N°. 2. International Risk Governance Council, Geneva.
- Roco, M.C., R.P. Williams and P. Alivisatos. 2000. "Nanotechnology Research Directions". IWGN Workshop Report. Berlin, Springer. P. iii-iv.
- Roco, M.C. and W.S. Bainbridge (eds.) 2001. *Societal Implications of Nanoscience and Nanotechnology*. Boston: Kluwer Academic Publishers, pp. 3-4.
- Roco, M.C. and W. S. Bainbridge. 2002. "Overview of the Report NSF/DOC (M.C. Roco and W.S. Bainbridge, editors): *Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology*". Information Technology and Cognitive Science. NSF, Arlington, Virginia, June, 2002.
- Roco, M. 2004. "Environmentally Responsible Development of Nanotechnology". En: Karn-Zhang (eds.). Special issue of Environmental Science and Technology. American Chemical Society.
- Roure, F. 2006. "Renewing the world with nanotechnologies. Opportunities for citizens and welfare". Trabajo presentado al "Encuentro europeo sobre nanotecnología". Helsinki, ESPOO, septiembre, 2006.
- Salamanca-Buentello, F., D.L. Persad, E.B. Court, D.K. Martin, Daar AS *et al.* 2005. "Nanotechnology and the developing world". PLoS Med 2(4):e91

SFCG (San Francisco Consulting Group). 2002. *"The Nanotechnology Opportunity ReportTM"*; San Francisco, U.S.A.

Vega-Centeno, M., R. Morales y R. Roselli. 2007. "Tecnologías convergentes en Perú". Informe preparado para el proyecto "Tecnologías Convergentes en los Países Andinos". Lima, marzo, 2007.

Velho, L. 2004. *"Science and Technology in Latin America and the Caribbean: An Overview"*. INTECH/UNU/Discussion paper N° 2004.4. Maastricht, February, 2004.

Vessuri, H. e I. Sánchez. 2007. "Tecnologías convergentes en Venezuela". Informe preparado para el proyecto "Tecnologías Convergentes en los Países Andinos". Caracas, marzo, 2007.

www.planificación.gov.bo

www.colciencias.gov.bo

www.nanocolombia

www.fundacyt.org,

www.senacyt.gov.ec

www.concytec.gov.pe

www.concytec.gob.pe

www.concytec.gob.pe/planteic

www.mct.gob.ve/uploads/biblio/plannacionaldeCTI.pdf

www.mision.ciencia.gov.ve

www.fan.org.ar

www.nucleo-milenio.cl

www.etcgroup.org