

## **CERRANDO BRECHAS DE DESIGUALDAD DE LA CONVERGENCIA TECNOLÓGICA EN BOLIVIA, EL MODELO DE DIVULGACIÓN DEL CONOCIMIENTO SOBRE NANOTECNOLOGÍA APLICADO POR EL ITTI**

### **CLOSING GAPS OF INEQUALITY OF TECHNOLOGICAL CONVERGENCE IN BOLIVIA, THE MODEL OF KNOWLEDGE DISSEMINATION ON NANOTECHNOLOGY APPLIED BY ITTI**

**Roberto Del Barco**

Representante Nacional de NANODYF en Bolivia, Director de Postgrado e Investigación Científica de la Facultad Nacional de Ingeniería, Coordinador del INSTITUTO DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA E INNOVACIÓN (ITTI) - UNIVERSIDAD TÉCNICA DE ORURO , Bolivia

(Recibido: Noviembre/2016. Aceptado: Enero/2017)

#### **Resumen**

La novedad del concepto actual de convergencia tecnológica se encuentra enmarcada en el principio de la unidad material en escala nanométrica, donde la capacidad de agregación del conocimiento desde escalas elementales hasta sistemas complejos se fundamenta en los principios básicos de la ciencia. Esta convergencia de conocimiento, tecnología y sociedad (CTS) avanza hacia la búsqueda de una interacción cada vez más intensa y transformadora entre disciplinas científicas, tecnológicas, comunidades y dominios sociales. Esto último es relevante toda vez que la presente revolución tecnológica es una más en la historia y, al igual que las anteriores implica resultados no buscados y riesgos que deben ser atendidos desde la investigación y durante todo el ciclo de vida de los productos siguiendo el principio de precaución. Por su parte, los grandes temas del desarrollo en América Latina, como el permanente rezago tecnológico de numerosos países, la persistencia de la pobreza y la evidencia de que buena parte de la población continúa sin participar del bienestar generado por el progreso técnico y el crecimiento económico, ya no pueden ser ignorados. Reducir las brechas tecnológicas y de ingresos, y difundir globalmente el conocimiento y la producción son inseparables del objetivo de construir un sistema mundial estable y comprometido con el pleno

empleo. Bajo esta lógica se estructura el presente artículo, en el entendido que dentro de los aspectos primordiales en la reducción de la brecha de desigualdad se encuentra la divulgación del conocimiento, proceso que requiere de estrategias innovadoras en función del grupo meta al cual va dirigido. Las alianzas sociales en este marco se constituyen en una condición de acción sine qua non, misma que ha sido considerada de manera continua en el trabajo desarrollado por el Instituto de Transferencia Tecnológica e Innovación (ITTI). El trabajo pionero del ITTI en los últimos dos años ha establecido como una de sus líneas de acción la divulgación del conocimiento vinculado a la nanotecnología (NT). En la actualidad sus acciones se enmarcan en dos grupos meta distintos en cuanto a interés de inserción educativa, edad y alcance. La estructura del modelo aplicado en ambos casos, en la búsqueda de la divulgación del conocimiento y la reducción de la brecha de desigualdad, es el centro del presente esfuerzo.

**Palabras Clave:** Brechas de desigualdad, Convergencia tecnológica, Divulgación, Bolivia, ITTI.

### **Abstract**

The novelty of the concept of technological convergence is framed in the principle of material unity at the nanoscale, where the ability to aggregate knowledge from elementary scales to complex systems is based on the basic principles of science. This convergence of knowledge, technology and society (CTS) advances toward the search for an intense interaction and transformation between scientific, technological disciplines, communities and social domains. This last one is relevant since the present technological revolution is one more in the history and, like the previous ones implies results not looked for and risks that must be analyzed, following the principle of caution. On the other hand, the themes of development in Latin America, such as the permanent technological backwardness of many countries, the persistence of poverty and the evidence of that the majority of the population continues without being part of the benefits generated by technical progress and economic growth can not longer be ignored. Reducing technological and income gaps and globally disseminating the knowledge are inseparable goals to building a stable global system. Under this logic it has been structured the present article, in the understanding that the reduction of the knowledge dissemination gap is necessary. The social associations in this framework constitute a condition of sine qua non action, which has been continuously considered in the work developed by

the Institute of Technological Transference and Innovation (ITTI). The pioneering work of ITTI has established as one of its lines of action the dissemination of knowledge linked to nanotechnology (NT). At present, its actions are framed in two target groups in an interest of educational insertion, age and scope. The structure of the model applied in both cases, in the search for the dissemination of knowledge and the reduction of the gap of inequality, is the core of the present article.

**Keywords:** Inequality, Technological convergence, Disseminating the knowledge, Bolivia, ITTI.

### **Introducción**

Las NBIC's, combinación de la nanotecnología (N), la biotecnología (B), las tecnologías de la información (I) y las nuevas tecnologías basadas en las ciencias cognitivas (C), se acogen en un espacio de avance tecnológico sin par que ha experimentado la humanidad en los últimos dos siglos; explicado, en gran medida, por el desarrollo de un proceso de convergencia de conocimiento científico y técnico.

El proceso de convergencia tecnológica puede ser entendido como una interacción acumulativa y transformadora que se lleva a cabo entre distintas disciplinas, tecnologías y comunidades científicas con el propósito de lograr compatibilidad, metas compartidas, sinergia e integración entre las mismas; además de la creación de valor a través de la generación de nuevos productos y nuevos nichos de mercado. Los procesos de convergencia permiten una aceleración considerable en la generación de conocimiento colectivo, lo que impacta de manera positiva en el incremento de la velocidad con que se realizan innovaciones tecnológicas [1]. Por lo tanto, el proceso de convergencia implica la conjunción de diversos conocimientos, tecnologías y aplicaciones tanto en las disciplinas científicas como en organizaciones que conducen dicho proceso.

Tal como plantea la Comisión Económica para América Latina y el Caribe CEPAL (2016), el principio de unidad material y la posibilidad de integración tecnológica a partir de esa escala se aplican también en los ámbitos de la información, la comunicación y el conocimiento. Sobre esta base, se constituyen los elementos fundacionales de las plataformas científico-tecnológicas que son la esencia del paradigma de convergencia NBIC [2],[3] .

Ciertamente durante las últimas décadas, el proceso de conformación del tetraedro de las NBIC's se ha expandido y profundizado de forma inusitada, dando lugar a la aparición de nuevas disciplinas científicas y

desarrollos tecnológicos en los que el concepto de convergencia no solo resulta ser un atributo explicativo, sino una condición necesaria de existencia e institucionalidad dentro de la estructura de las políticas de Ciencia y Tecnología (CyT). En el nivel de desarrollo actual, la sofisticación de la tecnología y de los productos que se generan se explica también por la capacidad de síntesis del conocimiento multi/transdisciplinar, por la convergencia de sus comunidades científicas y tecnológicas y, en alguna medida, también por el nivel de apertura que éstas tienen. Así, los países y empresas que han tenido más éxito con estos factores han logrado evidentes progresos (como es el caso de Irlanda, Corea del Sur, Israel, Estados Unidos y Japón, entre otros).

Del concepto de convergencia NBIC se ha avanzado al de convergencia CTS (conocimiento, tecnología y sociedad), definida como una interacción cada vez más intensa y transformadora entre disciplinas científicas, tecnologías, comunidades y dominios de la actividad humana, en apariencia distintos para lograr una compatibilidad, sinergia e integración mutua, y, mediante este proceso, crear valor agregado y diversificarse hacia áreas emergentes para alcanzar objetivos comunes [4].

En todo este contexto, la actualidad da cuenta de grandes cambios en la comunicación científica. Los científicos están usando las oportunidades actuales para: primero, desarrollar rutas de socialización del conocimiento, de manera de compartir y reutilizar los resultados de la investigación que estimulen nuevas innovaciones y; segundo, abrir nuevos espacios de debate acerca de los impactos económicos y sociales de la convergencia tecnológica en la vida humana. Esto ha llevado a visibilizar las grandes brechas existentes entre los diversos actores de la CyT, llámese en capacidad de generación del conocimiento, en la estructura institucional que permite acoger la dinámica de las NBIC's, en el presupuesto asignado por las instancias nacionales y supranacionales para su desarrollo, y en los mecanismos de control y mitigación de los impactos que las mismas generarán.

Los esfuerzos en esto último han sido varios y dependen de la dinámica presente en las instituciones locales, tanto académicas como civiles, que permiten establecer diferencias en la comunicación científica, muchas veces amparadas por un robusto presupuesto de acción. Aquí, el concepto de heterogeneidad, ampliamente expuesto por instancias supranacionales, también tiene asidero proyectando sociedades latinoamericanas asimétricas en cuanto al acercamiento con el

conocimiento. La diversidad de mecanismos e instrumentación empleados por los investigadores tienen como meta la disminución de esta brecha, apoyados en los asociativos a nivel de redes internacionales compartiendo esfuerzos y recursos.

El presente artículo se estructura como sigue: en una primera sección se presenta un breve análisis de la importancia de la relación del rol del Estado en los procesos de convergencia en América latina, en una segunda sección se aborda la problemática de la desigualdad como temática transversal que alcanza también a la socialización del conocimiento en las áreas de las NBIC's, por último se presenta de manera sucinta los mecanismos de acción del Instituto de Transferencia Tecnológica e Innovación (ITTI) para la divulgación del conocimiento sobre uno de los pilares de las NBIC, la nanotecnología, en Bolivia.

### **Convergencia y el rol del Estado en América Latina**

La convergencia, en general, tiene que ver no sólo con recursos que se destinan para el desarrollo científico, tecnológico y de innovación, sino con la forma en que se estructura el destino de tales recursos. La convergencia de disciplinas establece un contexto para la sinergia del progreso de la ciencia y tecnología en su interacción con la sociedad. El proceso convergencia-divergencia puede proporcionar una estructura y métodos específicos para el desarrollo de la cadena creatividad-innovación-producción a nivel global [5].

El proceso de convergencia debe ser animado y auspiciado por el Estado, para facilitar el flujo de conocimiento y atenuar la brecha entre los países con políticas insuficientes o de baja efectividad y las naciones líderes. Un requerimiento base de la convergencia es la vinculación de especialistas de diferentes áreas, pues se ha demostrado que gran parte de las innovaciones, sobre todo a medida que se avanza en la espiral de desarrollo, demanda la interdisciplinariedad de actores. Las políticas públicas en CyT tienen entonces que estar dirigidas a reforzar vínculos no sólo entre el ámbito empresarial, académico y con los gobiernos locales para gestión de recursos económicos y de fomento, sino aquellos nexos que surgen al integrar laboratorios con investigadores de distintas áreas en base a un compromiso claro con la sociedad.

Ahora bien, para que esta vinculación sea posible, se debe de considerar que en cada especialidad existen particularidades y en cada una de ellas se siguen metodologías específicas. Mientras mayor sea el grado de complejidad, también es mayor el requerimiento de un

lenguaje que establezca puentes de vinculación para hacer posible no sólo el desarrollo de tecnologías con un alto valor agregado, sino la capacidad de absorción y apropiamiento de las existentes por parte del colectivo de la sociedad. El llamado a las políticas de CyT es llevar adelante un profundo proceso de interacción dinámica con la sociedad a partir del desarrollo de la divulgación como elemento “puente” que permita incorporar los aspectos sociales a la problemática del desarrollo de la ciencia.

### **Acerca de la desigualdad y su vinculación con la Nanotecnología**

La desigualdad es una característica histórica y estructural de las sociedades de América Latina (AL), que se ha mantenido y reproducido incluso en períodos de crecimiento y prosperidad económica. En el período reciente, la desigualdad se ha reducido en un contexto político en el cual los gobiernos de los países de la región dieron una alta prioridad a los objetivos de desarrollo social y promovieron políticas activas de carácter redistributivo e incluyente. A pesar de estos avances, persisten altos niveles de desigualdad, que van desde las barreras para la erradicación de la pobreza, la ampliación de la ciudadanía y el ejercicio de los derechos, hasta el acceso a la tecnología y a la concurrencia con los efectos nocivos de las nuevas tecnologías como países receptores.

Avanzar para reducirlos significativamente es un compromiso plasmado en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y asumido por todos los países de AL. Son varias las razones por las cuales reducir la desigualdad es clave para avanzar en el desarrollo sostenible. Como muestra la experiencia histórica y reciente de AL, si bien el crecimiento económico es un factor fundamental para la reducción de la pobreza, la desigualdad puede limitar significativamente ese proceso. En consonancia con lo anterior, la desigualdad genera barreras muy marcadas que dificultan que las personas asciendan socialmente y que logren mayores niveles de bienestar. Los niveles elevados de desigualdad tienen un impacto en los procesos de integración social, ya que generan experiencias de vida y expectativas sociales divergentes. Como consecuencia de ello, existe una mayor estratificación social, segregación residencial y conflicto, que puede desembocar en situaciones de violencia política y social [6].

La desigualdad es percibida como particularmente injusta cuando las oportunidades que se presentan a las personas para mejorar su situación socioeconómica son acentuadamente dispares y cuando aquellos en la

parte superior de la distribución de ingresos han llegado a esa posición a partir de posiciones heredadas y avaladas por una “cultura del privilegio” [6]. En dichas condiciones, la desigualdad puede contribuir a la inestabilidad social y a la pérdida de confianza al debilitar la legitimidad de los mecanismos de apropiación de los recursos, los sistemas que los regulan y los grupos sociales que los controlan. Si esta situación se asienta de manera naturalizada, contribuye a la reproducción y permanencia de la desigualdad y de la misma cultura del privilegio. En este marco, avanzar en el reconocimiento y análisis de las características de la desigualdad social en la región se convierte en un elemento fundamental para el diseño de políticas que permitan avanzar en la senda del desarrollo sostenible en todo ámbito.

Por su parte, los planteamientos y herramientas que se usan en nanotecnología (NT) evolucionan de manera imparable gracias a las aportaciones que realizan biólogos, químicos, físicos, ingenieros, matemáticos y médicos. La NT es un campo absolutamente multidisciplinar, porque los componentes de la materia, átomos y moléculas, son los mismos para todas estas especialidades científicas. En la nanoescala todos emplean los mismos insumos fundamentales, constituyéndose de esa forma en una fusión de disciplinas denominada “convergencia tecnológica”.

Bajo el mecanismo de mercado global, los *nanoproductos* concebidos a partir de la NT están invadiendo poco a poco la totalidad de los sectores económicos: materiales, electrónica, informática y comunicaciones, energía y medioambiente, transporte, construcción, sector textil, biotecnología, salud, agricultura, alimentación, etc. En este nuevo contexto, es importante tener en cuenta los posibles efectos secundarios que pueden tener los avances de la NT. Estos posibles impactos (negativos) no son exclusivos de la NT, todas las tecnologías tienen su cara amable y su lado oscuro: la energía nuclear, las centrales térmicas, los vehículos, etc. Es muy importante informarse de los pros y los contras de cada tecnología para que, como ciudadanos críticos, se pueda conocer las repercusiones de todo tipo que los nanoproductos puedan tener, y así exigir que haya normativa y reglamentación adecuadas que garanticen una fabricación, una comercialización, un consumo y un reciclado seguros tanto para las personas como para el medioambiente.

En este marco, la NT, que se vislumbra como la impulsora de una nueva revolución, se potenciará aún más cuando entre en convergencia con los otros pilares de las NBIC. Sin embargo, la NT no tiene una

aplicación directa sino a través de los materiales y dispositivos que se van a emplear, por lo que, por su carácter transversal, la NT estará “oculta” en muchos materiales y dispositivos, que tendrán aplicaciones sorprendentes. El debate en este punto se centra en evaluar cuales de las mencionadas aplicaciones da cuenta de un aporte en el ámbito de los Objetivos del Desarrollo Sostenible, reduciendo las brechas de desigualdad existentes y apuntando a una sociedad menos asimétrica, dicho en un ámbito multifacético y dimensional.

### **El modelo de divulgación del ITTI**

Desde su conformación, el reconocimiento de la divulgación de la NT como línea de acción del Instituto de Transferencia Tecnológica e Innovación (ITTI), ha permitido que la comunidad de la Universidad Técnica de Oruro (UTO) y la sociedad en su conjunto, reconozca los esfuerzos de este grupo de investigación y lo posicione como referente a nivel local preocupado por la comunicación científica hacia sectores vulnerables.

En una primera instancia, como parte del trabajo coordinado de los actores miembros de la Red Internacional José Roberto Leite de Divulgación y Formación en Nanotecnología (NANODYF), se han llevado acciones de replica *ad hoc* de actividades de divulgación a sectores escolares de primaria y secundaria del sistema escolar público y privado del medio local. Los resultados de estas actividades han permitido establecer vínculos importantes entre el ITTI y las entidades ocupadas de la planificación y gestión del sistema escolarizado descentralizado de la ciudad de Oruro. La Universidad ha colaborado con estos esfuerzos brindando algunos recursos didácticos para las actividades de divulgación, estableciendo convenios y cartas de entendimiento entre sectores gestores y demandantes, además de permitir que la extensión universitaria pueda tomar como punto de referencia a la NT y su problemática multidimensional. Empero, no existe una decisión concreta en el direccionamiento de recursos económicos que permitan acciones más robustas y sostenibles en este ámbito, quizá justificado por el recorte presupuestal de los recursos hacia la investigación por el descenso de los recursos del impuesto directo a los hidrocarburos (IDH) asignados a la UTO por parte del Estado central.

Aquí, ha cobrado importancia las relaciones de agencias y organizaciones sociales que han permitido desarrollar las actividades de divulgación mas allá de la carencia económica, sino aprovechando los espacios de formación, formal y no formal en el ámbito local. Fruto de

ello, las actividades de divulgación del ITTI en el último tiempo han migrado a dos espacios de acción disimiles en objetivos y en público meta. Esta característica de trabajo no solamente permite que los miembros del ITTI puedan desarrollar actividades por fuera de aquellas formales que se encuentran en la base de datos de NANODYF, sino que se ven en la necesidad de crear acciones en relación al contexto particular que les toca enfrentar.

El primer componente de acción tiene que ver con el proceso de mejora continua, en cuanto a mecanismo de control, evaluación y difusión del conocimiento en NT, enfocado en las experiencias con los establecimientos educativos privados y públicos del sistema local y provincial, generando procesos de reforzamiento de las actividades pasadas, aprendiendo de los errores y omisiones anteriores y contextualizando en base a las características, intereses y motivaciones del público objetivo. Aquí, se reconoce la brecha existente entre establecimientos privados, sea por el acceso a medios, sea por el bagaje cultural o por las características de los participantes.

El segundo componente del plan de acción de divulgación del ITTI tiene que ver con la inclusión de un sector vulnerable dentro del sistema educativo formal, a partir de la participación en el proceso de post alfabetización planteado por el Estado central. En este particular sector se genera una serie de espacios de acción nuevos y desafiantes, toda vez que el público objetivo está formado por adultos mayores y migrantes internos que no han formado parte del sistema formal educativo y que, a razón de una estructura modular programática, pueden optar al bachillerato. El tipo de actividades de divulgación en este caso no solo se centra en el desafío del acercamiento con la NT, sino que va más allá dada la necesidad de generar espacios de comprensión inicialmente de la problemática de la ciencia y la tecnología en el cotidiano de los participantes del programa.

## **Conclusiones**

El reconocimiento de que las sociedades en AL tienen un marcado grado de desigualdad transversal, intra e internacional, se constituye en un desafío dentro del actuar de los Estados en la identificación de políticas públicas que permitan reducir las brechas existentes y puedan acercar a las naciones a cumplir los objetivos de desarrollo sostenible, tan publicitados y al mismo tiempo tan poco resueltos por las instancias de decisión. Dicha transversalidad no solo alcanza a la producción científica tecnológica y a los avances en los últimos tiempos, sin parangón en la historia de la humanidad, sino también incluye a la

comunicación de las virtudes y amenazas de estos avances a la sociedad, usuarios de las aplicaciones de la CyT en el cotidiano. Por tanto, todos los esfuerzos de comunicación y divulgación del conocimiento son valiosos, independiente de la escala a la que se desarrollen.

En este ámbito, el ITTI reconoce su rol en el proceso de comunicación y divulgación de la ciencia en Bolivia, toda vez que la sinergia de esfuerzos a partir de las alianzas de las redes internacionales a las que pertenece, permiten contar con una vasta cantidad de herramientas de divulgación que, a razón de su apropiación conforme a las características del medio, han resultado en experiencias de diversa magnitud, permitiendo la retroalimentación de lo practicado y aprendido, además de haber desarrollado herramientas a espacios educacionales no formales, constituyéndose en un desafío bien logrado por parte del ITTI en el pasado reciente.

## Referencias

- [1] A. Morales. Laboratorio Nacional de Informática Avanzada (LANIA), Edición Especial de la Red de Convergencia de Conocimiento para Beneficio de la Sociedad. Vol. 57 y 58, [http://www.cenpat-conicet.gob.ar/wp-content/uploads/2016/02/Newsletter\\_57-y-58-LANIA.pdf](http://www.cenpat-conicet.gob.ar/wp-content/uploads/2016/02/Newsletter_57-y-58-LANIA.pdf) (2014).
- [2] R. Infante. Desarrollo inclusivo en América Latina. Textos seleccionados 2009-2016. COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA (CEPAL) (2016).
- [3] M. Roco, W. Bainbridge, *Converging Technologies for Improving Human Performance Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science*, Kluwer Academic Publishers, (2003).
- [4] M. Roco, M. y otros, *Convergence of Knowledge, Technology and Society: Beyond Convergence of Nano-Bio-Info-Cognitive Technologies*, Springer Science & Business Media. (2014).
- [5] Vona, F. y otros, *Green skills*, NBER Working Paper, No. 21116, (2015, Abril).
- [6] CEPAL, *Horizontes 2030, la igualdad en el centro del desarrollo sostenible*. Trigésimo sexto periodo de sesiones de la CEPAL, (2016, Mayo).