

LAS TECNOLOGIAS CONVERGENTES Y LA SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO

Por Tirso W. Sáenz¹

Introducción

El acelerado desarrollo de la ciencia y de la tecnología como fuerzas productivas principales del mundo contemporáneo revela el importantísimo papel transformador del conocimiento. Su transformación cualitativa, más que su acumulación cuantitativa, abre nuevas perspectivas para un posible desarrollo social y económico sustentable. Estamos en presencia de un proceso cada vez más acelerado de renovación tecnológica que realiza profundas transformaciones, no sólo en la esfera de la producción material, sino también en la generación, apropiación y aplicación de conocimientos, de modo a intervenir de forma adecuada y eficaz en el alcance de los objetivos propuestos de desarrollo y a encontrar soluciones para los nuevos problemas que se presenten.

Esta rapidez tiene como consecuencia que en los nuevos procesos de aprendizaje, no sea suficiente adquirir, asimilar y almacenar nuevos conocimientos. Los cambios son frecuentemente tan radicales, tan cualitativamente diferentes, que aparece una nueva concepción del aprendizaje: aprender a aprender.

Esta explosión, asimilación y utilización de conocimientos ha conducido a lo que se denomina actualmente como la sociedad del conocimiento², en que éste y todas las formas de su circulación son indispensables en todos los campos de la actividad humana. En este sentido, la ciencia trasborda su propio campo y atraviesa las estructuras y relaciones sociales en articulaciones múltiples. Lo anterior requiere de transformaciones radicales en los sistemas de enseñanza; desde la educación básica hasta la posgraduada.

Imprescindibles y efectivos vínculos empresas-centros de I+D-gobierno deberán instituirse, dirigidos al establecimiento de sistemas de innovación – nacionales, sectoriales o regionales -, en los que cada innovación sea tratada como un sistema.

¹ Cubano, Doctor en Ciencias. Profesor Titular Asociado del Centro de Desenvolvimento Sustentable, Universidad de Brasilia (CDS/UNB), Brasil y Profesor Invitado del Instituto Superior de Ciencias Aplicadas, Cuba.

² Sobre este tema, ver Conceição, *et al*, 2002, pp. 1-29 e Maciel, M. L. (2005)

Las políticas públicas para el desarrollo deberán tener el dominio y la utilización de la ciencia, la tecnología y la innovación en todas las esferas de la sociedad como uno de sus principales puntos de apoyo y avanzar decididamente en la dirección de convertirse en una sociedad del conocimiento.

Las modernas tecnologías

En las últimas décadas varias tecnologías con una sólida y novedosa base científica han alcanzado una posición de avanzada con fuertes impactos económicos, ambientales y sociales. Ellas son:

- La nanociencia y la nanotecnología
- La biotecnología y la biomedicina, incluyendo la ingeniería genética
- La ciencia y la tecnología de la información, incluyendo la computación y las comunicaciones avanzadas
- Las nuevas tecnologías basadas en las ciencias cognoscitivas, incluyendo la neurociencia cognoscitiva y los conceptos del enfoque sistémico.

Las tecnologías de información y comunicación contribuyeron al surgimiento de grandes transformaciones de todo tipo en la segunda mitad del siglo XX; la biotecnología comenzó a transformar la agricultura, el diagnóstico médico, el tratamiento y la prevención de enfermedades, así como la reproducción humana y animal; más recientemente, el potencial trasformativo de la nanotecnología ha abierto enormes posibilidades hasta hace poco no disponibles. Podría decirse que la nanotecnología posibilitó completar las conexiones entre las cuatro tecnologías anteriormente mencionadas. A esto se añade que las ciencias cognoscitivas y las neurociencias y el avance de las ciencias sociales están descubriendo y ofreciendo, entre otros aspectos, nuevas luces sobre cómo y por qué pensamos y actuamos individual y colectivamente. La convergencia de estas profundamente transformativas

tecnologías y la “habilitación”³ tecnológica de las ciencias que las sustentan constituye uno de los grandes avances de los inicios Siglo XXI⁴.

Hasta hace muy poco, el control y la manipulación de la materia al nivel de la nanoescala, comprendiendo la sistemas biológicos subcelulares, conectando el cerebro y la mente y simulando y controlando grandes sistemas del mundo material para el conocimiento y eventos societales, había estado fuera del alcance de la acción humana, Ahora una nueva variedad de descubrimientos y herramientas permiten a los científicos, ingenieros, médicos, filósofos y economistas estudiar y aún transformar esos sistemas.

La nanociencia y nanotecnología⁵

Los términos nanociencia y nanotecnología se refieren respectivamente al estudio y a las aplicaciones tecnológicas de objetos o dispositivos que tengan al menos una de sus dimensiones físicas menor que, o del orden de decenas de nanómetros⁶.

En términos tecnológicos, una primera motivación para el desarrollo de objetos y artefactos en escala nanométrica está asociado a la posibilidad de que un número mayor de ellos sea reunido en dispositivos de dimensiones extremadamente pequeñas, aumentando así su compactación y su capacidad para el procesamientos de informaciones, por ejemplo en la producción de *chips* procesadores, lo que permitiría combinar un número mayor de ellos en un espacio reducido. Adicionalmente, esta reducción de escala permitiría una economía de energía

Otra de las motivaciones para el desarrollo de objetos nanométricos reside en el hecho de que, en esa escala, se presentan nuevas y poco comunes propiedades físicas, químicas y biológicas – ausentes para el mismo material cuando se presenta en escala micro o macroscópica. Un objeto nanométrico puede ser más duro que otro que, aún siendo del mismo material, es de mayor tamaño. Lo mismo sucede con el color de una partícula o el

³ En los textos en inglés se utiliza el término “*enabling*” o sea, que habilita para actuar en otras. De aquí el término “habilitación” utilizado en la traducción..

⁴ Nordmann, 2004, p. 2.

⁵ Un excelente conjunto de artículos sobre el tema se encuentra en *Parcerías estratégicas*. CGEE, Brasília, Número 18, agosto de 2004.

magnetismo de un material. Un material relativamente inerte químicamente, como el oro, puede volverse bastante reactivo cuando se transforma en nanopartículas. Igualmente importantes en el nivel nanométrico, son los cambios de propiedades debido a los fenómenos de superficie, por el aumento de la proporción entre su área y su volumen⁷. Aunque aún se necesita de mayor conocimiento científico sobre estos cambios, los mismos se aprovechan para desarrollar productos o dispositivos para diferentes tipos de aplicaciones tecnológicas,

Entre algunas de las aplicaciones de objetos y dispositivos nanométricos se encuentran:

- La nanoelectrónica. Por ejemplo, ya está demostrada la posibilidad de construir transistores mucho menores que los actuales, usando nanotubos de carbono y moléculas orgánicas.
- Liberación de medicamentos. Es posible construir macromoléculas nanométricas capaces de almacenar en su interior - como si fuese una especie de jaula química - moléculas de un fármaco o de un principio activo de un medicamento para que funcionen como vectores capaces de transportarlas por el organismo y controlar su tasa de liberación en ambientes fisiológicos o tejidos deseados.
- Propiedades mecánicas de nanomateriales. Determinados materiales pudieran tornarse más duros, o más ligeros, o más resistentes los que abren perspectivas en cuanto a la obtención de materiales con mejores e, inclusive, con inusitadas propiedades.
- Compuestos de polímeros y nanopartículas cerámicas y metálicas que eventualmente pueden exhibir propiedades distintas de aquellas que caracterizan a cada uno de sus componentes; o sea, como una combinación, en cierto grado, de esas propiedades.
- Propiedades ópticas de los nanomateriales. Se tratan de desarrollar láseres y diodos preparados a partir de materiales semiconductores de tamaño nanométrico, que puedan emitir luz con frecuencias bien definidas y apropiadas para diferentes tipos de aplicaciones.

⁶ Un nanómetro es equivalente a una milmillonésima de metro.

⁷ Tomado de Pinto de Melo & Pimienta (2004), pp. 9-11.

- Propiedades magnéticas de los nanomateriales. Las propiedades magnéticas de una nanopartícula dependen de su tamaño. Por ejemplo, partículas de hierro de menor tamaño que 10 nm dejan de comportarse como un imán. El desarrollo de aplicaciones de materiales magnéticos alcanzó un enorme progreso en los últimos años debido a la posibilidad de fabricación controlada de películas metálicas extremadamente finas, con un espesor igual a 1 nm, o menor⁸.

La nanotecnología avanzará de su presente foco en descubrimientos científicos hacia métodos de diseño sistemático y de innovación tecnológica, dirigiéndose a métodos de manufactura para la producción en masa.

La biotecnología

La biotecnología está soportada sobre un número de varias disciplinas científicas, incluyendo la biología molecular y la química. El desarrollo de la tecnología del DNA recombinante (DNAr) ha conducido a la creación de nuevas ramas de productos basados en herramientas de la ingeniería genética. La primera rama estuvo basada en versiones del DNAr de productos naturales tales como la insulina humana y el interferón. La segunda rama de las técnicas del DNAr comenzó a usar ingeniería de proteínas para producir ligeras variaciones del DNAr natural basadas en productos de la primera rama⁹.

Fármacos obtenidos por vías biotecnológicas y productos para el diagnóstico médico han estado disponibles de una forma relativamente rápida, como para el tratamiento de algunos tipos de cáncer y técnicas confiables para el diagnóstico del SIDA. Se han obtenido logros indiscutibles en el desarrollo de vacunas contra diversas graves enfermedades: la hepatitis B, la meningitis cóccica B, vacunas terapéuticas contra diferentes tipos de cáncer, entre otras¹⁰.

⁸ *Ibidem*, pp. 15-18

⁹ Sobre el surgimiento, desarrollo y visión integral de la biotecnología, ver Acharya, (1999), Tzotos, (1993), Arber y Brauscher (1999). Para un análisis del desarrollo de la biotecnología en los países del MERCOSUR, ver Delacha *et al* (2003).

¹⁰ Para el caso del desarrollo de la biotecnología en Cuba, incluyendo la obtención de estas vacunas y otros fármacos, ver Thorstendottir *et al* (2004) y Sáenz (2005).

La ingeniería genética, por una parte, permite una visión más profunda, molecular, de las funciones del cuerpo humano y abre nuevas posibilidades para el diagnóstico, prevención, pronóstico y tratamiento de enfermedades. Por otro lado, novedosos tipos de fármacos pueden ser producidos genéticamente.

Con la ingeniería genética ha sido posible detectar directamente genes individuales, los cuales, en el curso de una mutación, son responsables por determinadas enfermedades. Las enfermedades hereditarias, tales como la fibrosis cística, pueden ser diagnosticadas oportunamente. La ventaja de este procedimiento es su rapidez y confiabilidad. Diagnosticar tempranamente una predisposición hereditaria permite un tratamiento y una prevención exitosos¹¹.

Por tanto, la biotecnología moderna apoya la tendencia hacia la promoción de la salud a través de medidas preventivas y de pronóstico, así como terapéuticas¹². La biotecnología avanzará hacia la medicina molecular y los enfoques en nanosistemas y fármacos genómicos y biomateriales estarán cada vez más integrados, a un paso acelerado, en productos industriales¹³.

La tecnología de la información

La tecnología de información es el término colectivo para las diferentes tecnologías envueltas en el procesamiento y transmisión de información. Incluye la computación, las telecomunicaciones y la microelectrónica. La tecnología de información ha provocado cambios radicales en todo el mundo, aunque aún no se sientan completamente las consecuencias de las transformaciones de los más recientes desarrollos.

Todo tiende a convertirse en “inteligente” (máquinas, equipos, instrumentos, sistemas) en la medida que posee sus propios sensores, microprocesadores y accionadores. La ubicuidad de la “inteligencia” implica, como paso lógico siguiente, establecer vínculos (*links*) entre estas cosas “inteligentes” para una efectiva y a veces remota gerencia. Los tiempos para los

¹¹ *Ibidem*.

¹² Arber y Brauscher, *op. cit.*, pp.83-84.

¹³ Roco (2004), p.4

trabajos de investigación, diseño e ingeniería de un nuevo producto o servicio, en los que participan diferentes especialistas de distintas disciplinas, se reducen notablemente.

Una nueva concepción será necesaria para con la construcción de edificios inteligentes. Por ejemplo, será necesario combinar nuevos materiales con los nuevos avances en la tecnología de información para hacer edificios más ligeros y, al mismo tiempo más resistentes; inclusive, que sean desmontables o trasladables a otro lugar.

Los rápidos cambios en las telecomunicaciones y en la computación, unidos a los avances en la inteligencia artificial, influirán grandemente en la optimización de los sistemas y métodos de educación y entrenamiento. Los aprendizajes será mucho más rápidos y efectivos.

La convergencia de las tecnologías de telecomunicación y de informática, propiciada por la representación de cualquier contenido de comunicación y de información en la forma digital, fue una de las grandes impulsoras de la economía de los finales del siglo XX. La capacidad de una nación de dominar tales tecnologías es, reconocidamente, un factor crítico para su desarrollo económico y social.

El impacto económico de las TICs esta basado en dos razones principales:

1. Ellas permean los demás sectores desde la producción primaria, hasta el de los servicios. Es innegable su impacto sobre la organización de la producción y en la constitución de redes de valor en todo el mundo globalizado.
2. El potencial de cambios que ellas tienen en las cadenas sectoriales¹⁴.,

La tecnología de información avanzará en la búsqueda por reducir tamaños y aumentar velocidades, será estimulada por el foco en nuevas arquitecturas, diseños dinámicos, y tridimensionales, multimedia, así como funcionalidad e integración con desarrollos aplicados en áreas tales como biosistemas y tecnologías basadas en el conocimiento. Se crea una oportunidad especial por la habilidad para analizar grandes y complejos sistemas

¹⁴ Insumo sobre las tecnologías de información para el proyecto Brasil 3 Tiempos

jerárquicos¹⁵. Todo ello contribuirá a cambiar formas de pensamiento, cultivando procesos mentales que son pictóricos, multidimensionales y dinámicos¹⁶.

La ciencia cognitiva

A partir de la década de los 90s, se ha generado una gran cantidad de conocimientos acerca de la estructura, funciones, organización y operación del cerebro¹⁷. La ciencia cognitiva está enfocada en explicar el cerebro, la mente y el comportamiento humano basados en la comprensión de los procesos físico-químico-biológicos al nivel de la neurona y con un enfoque sistémico¹⁸.

Pudiera expresarse que la ciencia cognitiva es el estudio interdisciplinario de la mente, la inteligencia y el comportamiento humanos basados en la comprensión de los procesos físico-químico-biológicos al nivel de la neurona y con un enfoque sistémico abarcando la filosofía, la psicología, la inteligencia artificial, la neurociencia, la lingüística y la antropología¹⁹.

La ciencia cognitiva posee ideas unificadoras, aunque debe hacerse notar la diversidad de enfoques y métodos que los investigadores de diferentes campos aportan al estudio de la mente y la inteligencia. Por ejemplo, los psicólogos han examinado experimentalmente los tipos de errores que las personas hacen en su razonamiento deductivo, las formas por las cuales las personas forman y aplican conceptos, la velocidad del pensamiento humano con imágenes mentales y el desempeño de personas resolviendo problemas mediante analogías.

Se han desarrollado métodos computacionales que simulan aspectos del desempeño humano. El diseño y la experimentación con métodos computacionales es el método central

¹⁵ Roco, *op. cit.*, p. 4.

¹⁶ Sobre este tema ver Coates *op. cit.*

¹⁷ Sobre este tema, ver Coates *op. cit.* pp. 41-42

¹⁸ Coates pp. 2-4

¹⁹ Definición elaborada por el autor basada en Thagard (2004) y Roco y Montemagno, *op. cit.*, p.4.

utilizado por la inteligencia artificial. En la ciencia cognitiva los modelos computacionales y la psicología marchan tomados de la mano.

Los científicos neurólogos están interesados directamente con la naturaleza del cerebro humano. Por ejemplo, ha sido posible identificar las regiones del cerebro que participan en las imágenes mentales y la interpretación de palabras. De esta forma, también ha sido posible observar el funcionamiento de personas cuyos cerebros han sido dañados para contribuir a su reparación y consecuente mejoría.

La ciencia cognitiva está atenta a la necesidad de contemplar las operaciones de la mente en determinados ambientes físicos y sociales. Por ejemplo, las similitudes y diferencias entre determinadas culturas para denominar colores.

Como se puede apreciar, la ciencia cognitiva es la integración, o mejor, la convergencia de los campos anteriormente mencionados²⁰.

Las tecnologías convergentes

La integración cada vez mayor de la ciencia y la tecnología puede producir resultados en las próximas décadas sobre la base de cuatro principios básicos: la unidad material a nivel de la nanoescala, las herramientas de transformación NBIC, los sistemas jerárquicos y la mejoría del desempeño humano.

Las tecnologías convergentes se refieren a un tipo de progreso que se caracteriza por avances rápidos a través de múltiples áreas de la tecnología, acelerados por la fertilización cruzada, ya que los avances en un área aceleran el progreso en otras. El rápido multi-frontal progreso característico de las tecnologías convergentes resulta en mejores capacidades tecnológicas que son más rápidas y más baratas y que pueden ser aplicadas para múltiples usos²¹.

²⁰ Las ideas anteriores están basadas en Tagard *op. cit.*

²¹ Spohrer & Engelbart (2004), p. 52.

En las próximas décadas, novedosos conocimientos científicos y tecnologías radicales surgirán como resultado de la convergencia de la nanotecnología, la biotecnología y las tecnologías de información y cognoscitivas – denominada esta integración como NBIC. Esta convergencia permitirá alcanzar una combinación sinérgica del mundo natural y elevadas mejorías en las habilidades humanas y impulsarán avances sociales. La rápida evolución del potencial humano y de las nuevas tecnologías convergentes será una tendencia con implicaciones mayores para la sociedad. En cuanto la convergencia continúa, la unificación de disciplinas separadas previamente producirá nuevas tecnologías para la investigación científica y la ingeniería desde la nanoescala, la macroescala, hasta el nivel de la sociedad²².

En la Fig. 1 se muestra la interacción NBIC.

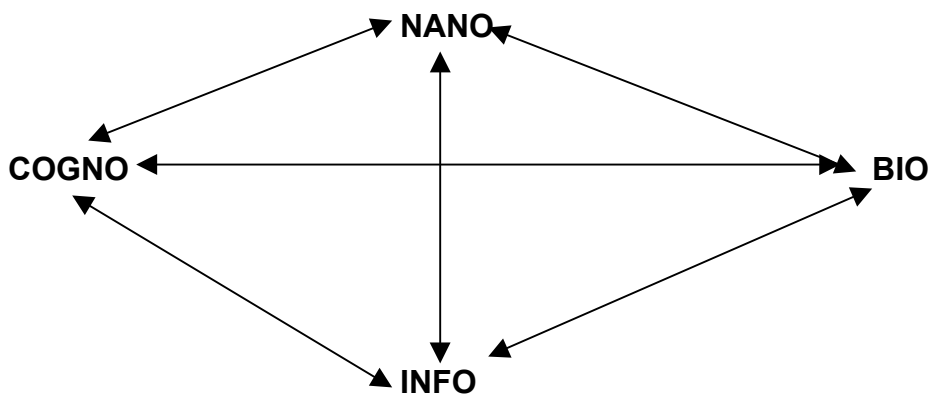


Figura 1: Tetraedro NBIC

Según lo anterior:

- La convergencia de diversas tecnologías está basada en la *unidad material al nivel de la nanoescala y en la integración tecnológica a tal escala*. La tecnología puede ahora dominar procesos naturales para diseñar nuevos materiales, productos biológicos y máquinas desde la nanoescala hasta la escala de metros. Los mismos principios permitirán comprender y, cuando sea deseable controlar el comportamiento de complejos microsistemas, tales como neuronas y componentes de computadoras, así como el metabolismo humano y vehículos de transporte.

²² Ver Roco & Montemagno, 2004.

- Los avances revolucionarios en las interfaces entre campos anteriormente separados de la ciencia y la tecnología están listos para crear herramientas de transformación NBIC, incluyendo instrumentos científicos, metodologías analíticas y radicalmente nuevos sistemas de materiales
- Los desarrollos en enfoques de sistemas, matemática y computación, conjuntamente con el trabajo en áreas de NBIC permiten entender, por primera vez, el mundo natural y su comprensión en términos de sistemas jerárquicos complejos.

Por tanto, se puede formular la siguiente definición:

Las tecnologías convergentes son sistemas de conocimientos habilitadores que trabajan de conjunto para alcanzar un resultado común²³.

Por ejemplo, la convergencia entre la biotecnología, la nanotecnología y la tecnología de la información ha producido lo que se conoce como *chips* de DNA²⁴. Otros ejemplos de logros alcanzados por la convergencia de tecnologías incluyen:

- La mejoría en la eficiencia en el trabajo y en el aprendizaje;
- La ampliación de las capacidades sensoriales y cognoscitivas;
- Cambios revolucionarios en la atención a la salud;
- Mejorías en la creatividad, tanto individual como grupal;
- La obtención de tecnologías de comunicación altamente efectivas, incluyendo interacciones cerebro a cerebro;
- El perfeccionamiento de interfaces hombre-máquina, incluyendo la ingeniería neuromórfica;
- La creación de ambientes sustentables e “inteligentes”, incluyendo la neuro-ergonomía;
- La obtención de desarrollos sostenibles usando herramientas NBIC;

²³ Definición de Nordmann *op. cit.* adaptada por el autor.

²⁴ Ver Lasagna, (1999), pp. 16-17.

- El alivio de la declinación física y cognoscitiva que es común en las mentes que envejecen²⁵.

La integración de las herramientas de la NBIC se espera que conduzca a la creación de fundamentalmente nuevos productos y servicios, tales como categorías completamente nuevas de materiales, mecanismos y sistemas para su uso en la construcción, el transporte, la medicina, tecnologías emergentes y la investigación científica. Las industrias usarán, cada vez más procesos biológicos en la producción. Las ciencias cognoscitivas permitirán mejores formas para diseñar y usar los nuevos procesos de producción, productos, servicios, así como nuevas formas de organización.

Info-, bio- y nanotecnologías se complementan unas a otras y comenzaron a unir fuerzas con las ciencias cognitivas, la psicología social y otras ciencias sociales. Esta convergencia promete transformar cada aspecto de la vida. Por ejemplo, la investigación en ciencias sociales puede guiar la computación ambiental en tal forma, de modo que los usuarios puedan adquirir información más rápidamente acerca del espacio y situaciones en los que ellos se moverán y actuarán²⁶.

El enfoque primario de las ciencias y tecnologías convergentes debe dirigirse hacia actividades humanas básicas, tales como mejorar la eficiencia en el trabajo, mejor aprendizaje, aumentar la capacidad física y mental del hombre, así como la interacción grupal, la visualización y la creatividad. Se trata de mejorar la calidad de vida (salud, ingresos económicos, cognición, comunicación y democratización. Una mejor comprensión del cuerpo humano y del desarrollo de herramientas para la interacción directa hombre-máquina ha abierto completamente nuevas oportunidades²⁷.

La sociedad del conocimiento

Como puede apreciarse en este apretado resumen, rápidos avances, con productos y procedimientos altamente novedosos y grandes impactos económicos y sociales, se han

²⁵ Roco & Bainbridge (2002b)

²⁶ Nordmann, *op. cit.*, p. 7.

²⁷ Roco & Bainbridge (2002a) pp. 16-17.

venido experimentando desde la segunda mitad del siglo XX en, la ciencia y tecnología de la información, la biotecnología, la ciencia cognitiva y más recientemente la nanociencia y la nanotecnología. Las características habilitadoras de las mismas propician la convergencia de ellas de forma sinérgica, produciendo resultados espectaculares e inimaginables pocas décadas atrás. La llamada convergencia NBIC permite pronosticar en plazos breves, resultados aún más importantes y de mayor impacto. Este es, sin dudas, el fenómeno científico y tecnológico más notable de los últimos tiempos con mayores expectativas de futuro. Sin embargo, deben estudiarse cuidadosamente las posibles consecuencias ambientales y sociales - particularmente las éticas - que los resultados de dicha convergencia pudieran producir.

Desafortunadamente, en nuestro mundo actual, las tecnologías modernas están dominadas por la racionalidad de conocimientos científicos muy especializados y frecuentemente fragmentados, así como por cálculos económicos de costo-beneficio a corto plazo, sin tener en consideración que el proceso de generación de tecnologías y sus consecuencias, no es sólo la creación de artefactos (*hardware*) y procedimientos (*software*), sino también un proceso social²⁸.

Se considera, demasiado frecuentemente, que las tecnologías representan la solución para los problemas que confronta la humanidad. Ellas llegan a parecer fuerzas autónomas y neutras. Se cree que el mercado será el motor impulso de nuevas y mejores tecnologías y que ellas, por sí mismas, darán la respuesta total a los problemas del desarrollo. Esto no resulta así.

Sería absurdo negar la enorme importancia económica y social de la ciencia y la tecnología en el desarrollo y, en particular, las realidades positivas que se experimentan y las grandes expectativas que abre el acelerado desarrollo científico y tecnológico de nuestros días.

La nueva generación, adquisición, acumulación, asimilación y utilización de conocimientos de conocimientos presenta características que se correlacionan con los cambios que ya se manifiestan en la esfera de la producción material. Las nuevas exigencias de flexibilidad,

²⁸ Nef, J. (1989), p.4.

agilidad, interdisciplinariedad, interinstitucionalidad, calidad y respuesta a las necesidades sociales necesitan imprescindiblemente de un nivel cualitativamente superior de comunicabilidad entre campos, esferas, instituciones, comunidades e actores sociales envueltos en los complejos procesos de innovación, así como con las perspectivas de formación de recursos humanos.

Por tanto, es necesario dirigir esfuerzos para la construcción de países basados en el principio del desarrollo sustentable, o sea, con la creación de riquezas fomentadas en importante medida por la innovación, sociedades democráticas, cultas, socialmente justas y con condiciones de continuidad, en las que el conocimiento no sea solamente ampliado, sino que se torne en la base amplia de esa sustentabilidad; en las que el Hombre sea el objeto central de ese desarrollo.

En este sentido, una estrategia de desarrollo debe ser ambientalmente sustentable, económicamente sustentada y socialmente incluyente²⁹, o sea, con una amplia y activa participación de la sociedad. En ese sentido, las modernas tecnologías y su convergencia son herramientas fundamentales de esa estrategia.

Los objetivos del desarrollo van más allá de la mera multiplicación de la riqueza material. El crecimiento es una condición necesaria, pero de forma alguna suficiente (mucho menos es un objetivo en sí mismo), para alcanzar una vida mejor, más feliz y más completa para todos.

No es posible alcanzar una activa participación de una población, que los ciudadanos sean actores dinámicos en los programas de desarrollo, cuando se tienen altos niveles de analfabetismo, con bajos niveles generalizados de educación, bajo la desesperanza del desempleo, con una deficiente salud pública y donde la gran mayoría de los ciudadanos esté marginada y discriminada.

Una estrategia socialmente incluyente presupone una sociedad altamente participativa, culta, en sentido amplio; una sociedad donde todos y cada uno de sus miembros tengan iguales oportunidades a una enseñanza de alta calidad, donde el desempleo no exista o sea mínimo

²⁹ Sachs (2004) p.4. Es el título del libro.

y donde no estén presentes enormes e injustas desigualdades sociales. En resumen, una verdadera Sociedad del Conocimiento.

La estrategia debe contemplar maneras y medios para la acción dirigida al bienestar de toda la sociedad, viabilizándoles el acceso a servicios básicos tales como educación, salud, saneamiento y habitación. El objetivo no debe ser tanto la mitigación de la pobreza, sino su erradicación, por medio de la combinación de la inclusión social por el trabajo y de la implementación de otros derechos de la ciudadanía.

La cuestión no radica en maximizar el crecimiento del PIB mediante innovaciones económicamente positivas. El objetivo mayor deberá ser la promoción de la igualdad de oportunidades, particularmente para aquellos más pobres y menos favorecidos de la sociedad.

Conclusión

La sociedad del conocimiento no debe ser una ilusión, una quimera inalcanzable, como Cuba lo ha demostrado. O los países subdesarrollados se deciden a avanzar hacia ella con toda decisión, seriedad y voluntad, o senos encaminarán a la mayor marginalización y pobreza. No existen alternativas. Este es un largo camino que debe ser iniciado a la mayor brevedad posible.

Tomando las palabras de Sachs:

“El objetivo último del desarrollo es una civilización de ser y no de tener”³⁰

Para esto, se precisará de una clara y decidida voluntad política, seguida de principios y acciones consecuentes, que permita ganar una legitimidad entendida como el reconocimiento, aceptación y apoyo a esas acciones. De esta forma, se estará en condiciones de integrar a los diferentes sectores de la sociedad para definir, estructurar y alcanzar objetivos estratégicos de desarrollo sustentables; y ser capaz de instaurar un régimen de verdadera justicia social, en el cual **el Hombre sea el centro y objetivo final de esos esfuerzos.**

³⁰ *ibidem* p. 43.

Bibliografía

- Acharya, R. (1999): *The emergence and Growth of Biotechnology. Experiences in Industrialised Countries*. Edward Elgar Editors. Cheltenham, UK.
- Arber, W. & M. Brauchbar (1999): Biotechnology for the 21st Century. En OECD: *21st Century Technologies. Promises and Perils of a Dynamic Future*. OECD, pp. 77-95.
- Coates, J. (1999): The next twenty-five years of technology: opportunities and risks. En Arber, W. & M. Brauchbar (1999): Biotechnology for the 21st Century. En OECD: *21st Century Technologies. Promises and Perils of a Dynamic Future*. OECD, pp. 33-46.
- Conceição, P.; M. V. Heitor y F. Veloso (2002): Introduction: Knowledge, Technology and Innovation Systems for Inclusive Development. En Conceição, P.; D. V. Gibson; M. V. Heitor; G. Sirilli & F. Veloso: *Knowledge for Inclusive Development*. International Series on Technological Policy and Innovation. The IC2 Institute, The University of Texas, The Center for Innovation, Technology and Policy Research, Instituto Superior Técnico, Lisbon, Portugal.
- Delacha, J. M., J. C. Carullo, G. A. Plonsky & K. A. Evaristo de Jesús (2003): *La Biotecnología en el MERCOSUR: Regulación de la Bioseguridad y de la Propiedad Intelectual*. CABBIO/CONICET/UNL.
- Lasagna, L. (1999): The Future of Drug Development and Regulation. En de Cerreño, A. L. C. (ed.) *Three Steps Forward, One Step Back: Health and Biomedical Uses on the Cusp of a New Century*. New York Academy of Sciences. Policy Report. New York.
- Maciel Maria Luisa (2005) Ciência, tecnologia e inovação: idéias sobre o papel das ciências sociais no desenvolvimento. Em *Parcerias Estratégicas*, No. 21, dezembro, pp. 33-44.
- Nef, J. (1989) Technology Is About people: Some Basic Perspectives and Definitions. En Nef, J., Vanderkop, J. & Wiseman, H.: *Ethics and Technology*. Wall & Thompson, Toronto.
- Nordmann, A. (rapporteur) (2004): *Converging Technologies – Shaping the Future of European Societies*. European Commission Research.
- Roco, M. C. (2004): Science and Technology Integration for Increased Human Potential and Societal Outcome In Roco, M. C. & C. D. Montemagno (ed.) *The Coevolution of Human Potential and Converging Technologies*. Annals of the Academy of Sciences of New York, NY,
- Roco, M. C. & W. S. Bainbridge: (2002): Overview. Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology, and Cognitive Science (NBIC) . In Roco, M C. & W. S Bainbridge (eds.): *Converging Technologies for Improving Human Performance*. A NSF/DOC sponsored report. Arlington, Virginia, June.
- Roco, M. C. & C. D. Montemagno (2004): Preface. In Roco, M. C. & C. D. Montemagno (ed.) *The Coevolution of Human Potential and Converging Technologies*. Annals of the Academy of Sciences of New York, NY.
- Sachs, I. (2004): *Desenvolvimento incluyente, sustentable, sustentado*. Editorial Garamond, Rio de Janeiro.

- Sáenz, T. W. (2005): Biotechnology for medical Applications: The Cuban Experience. *Science, Technology & Society*, vol.10, no. 2, July-December, pp. 225-248.
- Spohrer, J. C.& Engelbart, D. C. (2004): Converging Technologies for Enhancing Human Performance. Roco, M. C. (2004): Science and Technology Integration for Increased Human Potential and Societal Outcome In Roco, M. C. & C. D. Montemagno (ed.) *The Coevolution of Human Portential and Converging Technologies*. Annals of the Academy of Sciences of New York, NY.
- Thagard, P. (2004) "Cognitive Science": In Edward N. Zalta (ed.): *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, URL = <<http://plato.stanford.edu/archives/win2004/entries/cognitive-science>
- Thorstendottir, H, Sáenz T. W., U. Quach, Daar, A. S. & Singer. P. A. (2004): Cuba: Innovation through Synergy. *Nature Biotechnology*, 22, December, pp. 19-24.
- Tzozos, G. T. (1993): *Biotechnology R&D Trends*. Annals of the Academy of Sciences of New York, Volume 700.