

GLOBALIZACIÓN Y DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO: EL GRAN RETO PARA LOS PAÍSES SUBDESARROLLADOS

Rubén D. Utria *

Ponencia presentada al IX Encuentro Internacional de Economistas
Sobre Problemas de la Globalización
Celebrado en la ciudad de La Habana entre el 5 y el 9 de Febrero de 2007

1. El desempeño excluyente de la ciencia y la tecnología en la Globalización
2. La naturaleza estructural del atraso científico-tecnológico
3. La brecha científica y tecnológica
4. El largo y complejo camino del desarrollo científico y tecnológico
 - 4.1 Enfoque conceptual del proceso de desarrollo científico y tecnológico
 - 4.2 Organicidad y dinamismo del proceso
 - 4.3 Las etapas del proceso
 - 4.4 Función y objetivos del proceso
 - 4.5 Los factores determinantes del proceso
5. Desarrollo científico-tecnológico y desarrollo nacional
6. Las opciones estratégicas para los países periféricos

Ciudad de La Habana, Cuba, Febrero 2-9 de 2007

[Bloque Temático Ciencia y Tecnología]
GLOBALIZACIÓN Y DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO:
EL GRAN RETO PARA LOS PAÍSES SUBDESARROLLADOS

(Resumen)

Rubén D. Utría *

En la base de los problemas y retos económicos y políticos que la actual *Globalización* plantea a los países periféricos —extensa y profundamente denunciados y discutidos en los ocho Encuentros anteriores— subyace uno de naturaleza estructural, no solucionable fácilmente en el corto y mediano plazos y que generalmente es soslayado por economistas y políticos: la amplia y profunda *brecha tecnológica* que separa dichos países de las potencias industrializadas y la forma inequitativa e imperial como éstas sacan partido de ella. Estos fenómenos inhabilitan en la práctica a los países periféricos para participar protagónicamente en dicha Globalización, así como para acceder a las oportunidades y beneficios prometidos y, mediante el “libre comercio” instaurado por ésta, acelerar el desarrollo como ha venido siendo quiméricamente prometido.

En efecto, el eje de la *Globalización* es la competitividad económica globalizada basada en la agregación de *valor* a la producción mediante el conocimiento científico y tecnológico, recurso éste que se encuentra prácticamente en manos exclusivas de los países industrializados y sus grandes corporaciones transnacionales. Como los países subdesarrollados no disponen de este recurso —ni pueden obtenerlo en menos de alrededor dos generaciones— su participación efectiva sólo puede limitarse a la exportación de materias primas y a algunas manufacturas de bajo contenido tecnológico. Esta excluyente limitación genera unos términos de intercambio injustos y poco remuneradores, como ya lo había advertido la CEPAL desde los años cincuenta y estaba previamente denunciado en toda la literatura marxista sobre el comercio internacional.

Esta limitación es de naturaleza estructural —no coyuntural, ni fácilmente superable— por dos razones principales: (i) Porque en los últimos decenios se ha producido —y sigue produciéndose— en los países desarrollados un acelerado *salto científico-técnico* que no les interesa ni les conviene transferir, que le otorgan la ventaja competitiva clave de la nueva *Globalización* y que responde a monopolios internos y externos, ventajas acumuladas durante largo tiempo y a alto costo; y (ii) Porque el conocimiento tecnológico que dicha competitividad globalizada exige no es improvisable, ni transplantable por parte de los países periféricos, sino el resultado acumulativo de un complejo proceso de desarrollo científico-técnico autónomo y endógeno, que involucra un esfuerzo sistemático, sostenido y de largo plazo e involucra alrededor de dos generaciones.

En la economía globalizada de períodos históricos anteriores las materias primas jugaban un papel importante para los países industrializados, y buena parte de la tecnología que requerían las manufacturas de dichos países no era tan sofisticada y tan costosa. En cambio hoy, con el descomunal salto tecno-científico de los últimos decenios los términos de intercambio comercial anteriores se han tornado más difíciles e injustos: dichas materias primas se producen a alta eficiencia y productividad y con significativos subsidios y grandes excedentes en los propios países industrializados. Paralelamente, el acceso a las nuevas y sofisticadas tecnologías se ha hecho casi inalcanzable, no sólo por sus elevados costos, sino también —y principalmente— por su manejo monopólico y excluyente y por la actual ausencia de capacidad tecnológica de los países subdesarrollados para incorporarlas, asimilarlas y manejarlas eficientemente. En esta situación tienen mucho que ver, entre otros, los impresionantes avances científicos en los campos de la genética, la biología molecular, las nanociencias, la física, la modelística computacional, la transgénesis, las energías alternativas, las telecomunicaciones, la informática, la computación, los nuevos materiales y los atisbos de la Tercera Revolución Industrial. Así, una nueva manera de producir, nuevos y mejores productos a precios competitivos, mercados sofisticados y otros factores complican y desafían la capacidad de los países periféricos para competir. Por tanto, éstos no pueden hacerse ilusiones con la *Globalización* en vigencia. El progreso científico-técnico se ha acelerado y sofisticado y un nuevo imperialismo basado en éste ha alterado y complicado aun más la quimera del “libre comercio” y sus beneficios. El desarrollo nacional es hoy y en el inmediato futuro, no sólo un problema de recursos económicos y de exportación de materias primas y artesanías sino, fundamentalmente, de ciencia y tecnología y la correspondiente voluntad política para lograrlo.

Así, para los países subdesarrollados el único camino serio a seguir para competir es el desencadenamiento de **un esfuerzo endógeno, acumulativo y planificado de desarrollo científico y tecnológico nacional**, entendido éste como un proceso sociocultural de generación, adaptación, perfeccionamiento, copia, asimilación y aplicación de conocimiento, basado en la educación, la investigación científica, la asociación academia-productores, la transferencia tecnológica, la valoración social del trabajo de los científicos, el surgimiento de una cultura científica y tecnológica y otros esfuerzos

conexos y afines. Todo ello como parte de un gran propósito político nacional, un Plan Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico y la movilización de toda la sociedad y su talento y capacidad creadora. Así lo hicieron los países de reciente industrialización, como China, Rusia, Corea, Taiwán y otros, y así lo está intentando con éxito Cuba en Latinoamérica.

(*) Miembro de la Academia Colombiana de Ciencias Económicas y del Consejo Directivo de la Sociedad Colombiana de Economistas y ex experto internacional de las Naciones Unidas en Planificación del Desarrollo Nacional por más de 20 años.

GLOBALIZACIÓN Y DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO: EL GRAN RETO PARA LOS PAÍSES SUBDESARROLLADOS (Resumen)

Rubén D. Utria *

1. El desempeño excluyente de la ciencia y la tecnología en la Globalización

El actual proceso de globalización no es solo la revitalización del libre comercio como base de la economía internacional y como “instrumento eficaz para acelerar el desarrollo acelerado de todos los países en desarrollo”. No se trata simplemente de una práctica sana del liberalismo económico destinada a facilitar el desarrollo de los pueblos atrasados, como lo plantea el nuevo evangelio neoliberal y en particular el “Consenso de Washington” y lo pregonaron inicialmente Ronald Regan y Margaret Thatcher en torno a su doctrina conocida como “*reganomics*” lanzada a mediados de los años setenta. También es el debilitamiento de los estados-nación y la soberanía de los países periféricos; la vulneración de sus procesos de producción, comercialización y consumo mediante la “desregulación” de los controles protectores; el desplazamiento de la producción nacional; la preponderancia de las exportaciones frente a la atención a la demanda interna, la penetración imperial de capitales extranjeros, la movilidad sin trabas de los factores de producción excepto la mano de obra; el auge de las telecomunicaciones y la internacionalización de la cultura, y otros aspectos conexos.¹ En la práctica también es —y fundamentalmente— la imposición de la competitividad económica internacional **basada en la agregación de valor a la producción mediante la incorporación intensiva de conocimiento científico y tecnológico y la innovación** de productos y procesos de producción.

En estas condiciones, la Globalización se constituye no sólo en la resurrección del *neoliberalismo*, sino también en la implantación de un *neocolonialismo* —que no sólo domina mediante la asimetría de los términos de intercambio comercial— sino que excluye de entrada a los países que carecen de los recursos de la ciencia y la tecnología y entrega los mercados nacional e internacional a manos de las grandes corporaciones transnacionales, que hoy son las grandes generadoras y depositarias del progreso tecnológico.

Así, en la base de los problemas y retos económicos y políticos que la Globalización plantea a los países periféricos —extensa y profundamente denunciados y discutidos en los ocho Encuentros

(*) Miembro de la Academia Colombiana de Ciencias Económicas y del Consejo Directivo de la Sociedad Colombiana de Economistas y ex Asesor Internacional de las Naciones Unidas y la CEPAL durante más de 20 años.

¹ Los ocho Encuentros Internacionales de Economistas sobre Globalización y Problemas del Desarrollo realizados hasta ahora han permitido el análisis y la identificación de evidencias sobre estas características e impactos de la nueva Globalización. Testimonios de numerosos propulsores iniciales de esta política reconocen sus efectos perjudiciales, hoy formulan ácidas críticas y se esfuerzan por ofrecer correctivos. Véase al respecto, por ejemplo Joseph Stiglitz: *El Descontento en la Globalización*. Taurus, Madrid 2003; y *Cómo Hacer que Funcione la Globalización*. Taurus, Madrid, 2003.

anteriores— subyace uno de naturaleza estructural no solucionable fácilmente a corto y mediano plazos y que generalmente es soslayado por economistas, académicos y políticos: la amplia y profunda **brecha tecnológica** que separa dichos países de las potencias industrializadas y la forma inequitativa e imperial como éstas sacan partido de su supremacía tecno-científica.

Este factor convierte el proceso de la Globalización en una negación del espíritu y la práctica de la competitividad liberal, porque obliga a los países subdesarrollados a competir tanto en los mercados nacionales como internacionales sin la correspondiente capacidad científico-técnica. En la práctica se trata de entregar libremente y sin protección los mercados a las grandes corporaciones transnacionales y su poderoso arsenal de conocimiento científico y tecnológico y su capacidad para experimentar e innovar en nuevos materiales y productos y nuevas formas de producirlos. Como los países subdesarrollados no disponen de estos recursos —ni pueden obtenerlos en menos de alrededor dos generaciones— su participación efectiva en el mercado mundial queda limitada en la práctica a la exportación de materias primas y a algunas manufacturas de bajo contenido tecnológico generalmente ya desechado por las potencias industriales.

Al mismo tiempo, la libre importación de bienes y servicios impuesta por la Globalización y el consecuente desplazamiento de la producción nacional y su reemplazo por la importada, no favorece la búsqueda de nuevas tecnologías y los conocimientos científicos correspondientes. Esto incapacita cada vez más a los países pobres para acelerar su progreso tecno-científico. Se genera así un adverso un círculo vicioso que consolida su atraso en este campo.

Así, estos países se ven obligados a importar masivamente productos y servicios de mediana y alta tecnologías a elevados y crecientes precios, a tiempo que sus materias primas y sus manufacturas exportables —de bajo contenido tecnológico— bajan de precio, porque las potencias industrializadas han adquirido, con base en la ciencia y la tecnología, capacidad para producirlas y sustituirlos eficientemente y cada vez de mejor y a menor costo. Este es el caso, por ejemplo, de los alimentos para humanos y animales, los agroquímicos, varios materiales de construcción y buena parte de las materias primas. Esta situación entraña no solo una competencia desleal sino una grave injusticia, que perpetúa y acentúa la asimetría en los términos de intercambio comercial, denunciada en los años cincuenta por la CEPAL y previamente analizada y condenada en la literatura marxista sobre comercio internacional.

Además, esta inconfortable situación tenderá a agravarse en el futuro mediano, cuando los *commodities* estratégicos sean reemplazados por fuentes alternativas como el hidrógeno, la energía nuclear limpia y la producción altamente industrializada de etanol, biodiesel y otros energéticos y lubricantes. Todo esto apenas en el ámbito de la contención del calentamiento global.² También sucederá con la sustitución nanotecnológica de metales, cerámicas, vidrios, plásticos, cauchos, fibras, maderas transformadas molecularmente y otros avances científicos y tecnológicos. Afortunadamente o no, la Tercera Revolución Industrial ya en iniciación nos promete una nueva alquimia más sorprendente y efectiva que la de los quiméricos alquimistas del pasado.

2. Naturaleza estructural del atraso científico-tecnológico

² Véase **All Gore**: *An Inconvenient Truth. The Planetary Emergency of Global Warming and What Can Do About It*. Rodale, NeW York, 2006.

Esta limitación es de naturaleza estructural —no coyuntural, ni fácilmente superable— por tres razones principales: La primera, porque a partir del Siglo XV se ha venido configurando una amplia y profunda brecha científica y tecnológica que separa en forma decisiva a los países avanzados de los atrasados. La segunda, porque en los últimos decenios se ha producido —y sigue produciéndose— en los países desarrollados un acelerado salto científico-técnico que les, *ipso facto*, otorga la ventaja competitiva clave de la nueva Globalización, que es la tecnología, y que no les interesa ni les conviene transferir, y que opera mediante poderosos monopolios internos y externos. Y la tercera, porque el conocimiento tecnológico que la competitividad globalizada exige no es improvisable, ni transplantable, ni importable, sino el resultado acumulativo de un complejo y costoso proceso de desarrollo científico-técnico de largo plazo, como lo explicaré adelante..

Con el descomunal salto tecno-científico de los últimos decenios las materias primas se producen hoy a alta eficiencia y productividad en los propios países industrializados. El acceso a las nuevas y sofisticadas tecnologías se ha hecho casi inalcanzable, no sólo por sus elevados costos, sino también —y principalmente— por su manejo monopólico y excluyente de este acceso, y por la ausencia de capacidad científica instalada de los países subdesarrollados para incorporarla, asimilarla y apropiarla socialmente. En esta situación tiene mucho que ver, entre otros, los impresionantes avances científicos en los campos de la genética, la biología molecular, las nanociencias, la física, la modelística computacional, la transgénesis, las energías alternativas, las imágenes electrónicas, telecomunicaciones, la informática y la computación, los nuevos materiales y otros atisbos de la Tercera Revolución Industrial.

Así, una nueva manera de producir, nuevos productos, nuevos mercados y mercadotecnias sofisticadas y grandes inversiones en investigación científica e innovación en la producción —factores relativamente nuevos— complican y desafían la capacidad competitiva de los países periféricos. Y, en términos prácticos, los desplazan del escenario de la Globalización.

3. La brecha científica y tecnológica

La brecha científica y tecnológica que separa a los países subdesarrollados de las potencias industrializadas es inmensa y se ensancha y profundiza cada vez más. Éstas últimas han entrado a la “sociedad del conocimiento” porque dominan la “Nueva Ciencia”³, y están ya iniciándose en la “Tercera Revolución Industrial”. Todo esto porque han entendido la importancia del desempeño del talento humano y su capacidad creadora y el alto sentido estratégico que tiene el desarrollo humano. En el caso de América Latina y el Caribe, según el Banco Mundial,⁴ la región presenta profundos déficit en productividad, educación, destrezas y tecnología. El crecimiento de la productividad de todos los factores (PTF) entre 1990 y 1999 fue sólo de 0.45% comparado con el promedio global de 0.66, el promedio de los de los “tigres asiáticos” de 1.42% el de los países con abundantes recursos naturales⁵ de 0.78%. En el campo de la educación la región tiene un déficit profundo en matriculas, especialmente en la secundaria, así como en la calidad de la enseñanza; y los adultos en edad de trabajar tienen casi un año y medio menos de escolaridad de lo que se esperaría. El acceso a la tecnología, tanto nacional como extranjera, es bajo. La penetración de las importaciones de bienes de capital, que a veces incorpora nuevas tecnologías, es más o menos una cuarta parte de la de los “tigres asiáticos”. El trabajador promedio latinoamericano sólo cuenta con una décima parte de capital nacional para la

³ Véase **Stephen Wolfram**: *A New Kind of Science*. Wolfram Media Inc. Champaign Ill. USA, 2002.

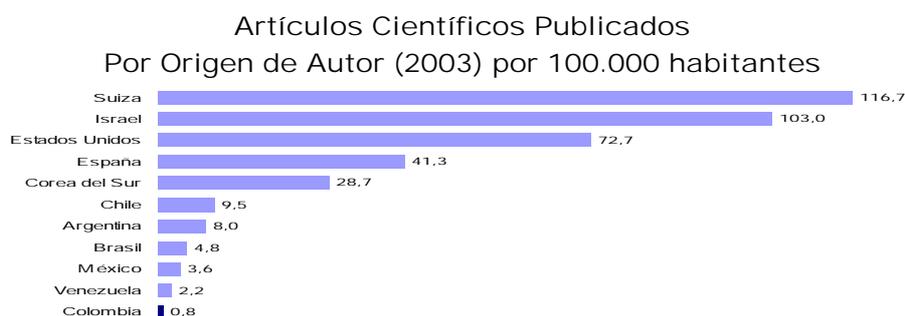
⁴ Banco Mundial: *Cerrar la Brecha en Educación y Tecnología*. Banco Mundial – Alfaomega. Bogotá 2003 (pag.42)

⁵ Se hace referencia a paise como Australia, Canadá, Finlandia, Nueva Zelanda, Noruega y Suecia.

investigación tecnológica de las empresas (I&D) disponible, en comparación con el trabajador promedio de las economías de los “tigres” y una vigésima parte de la del trabajador en los países con abundantes recursos naturales. Igualmente, según el Anuario Mundial de Competitividad IMD, la UNESCO, la National Science Foundation (NSF), del Banco Mundial y otros organismos especializados, la región presenta una situación desfavorable en aspectos tales como, el gasto total en investigación científica y tecnológica, artículos científicos publicados, número de investigadores, patentación de conocimientos, productos y procesos de producción, número de estudiantes titulados en ciencias de ingeniería, exportaciones con contenido tecnológico, premios Nobel otorgados, y varios otros. Los gráficos siguientes, elaborados para los trabajos preparatorios del Plan Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico y de Innovación de Colombia 2007-2019, ilustran estas observaciones.⁶



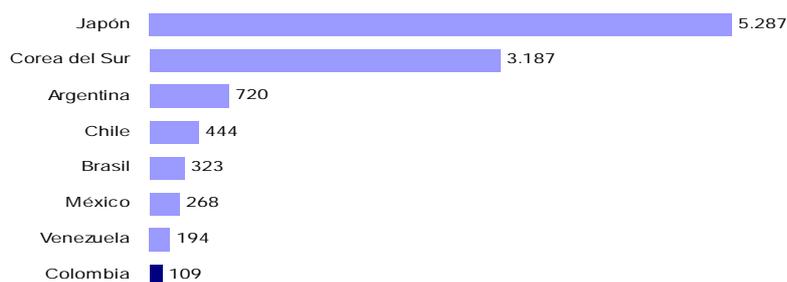
Fuente: Anuario Mundial de Competitividad IMD, 2006. Colombia: Cálculo DNP-DDE (Actividades científicas, tecnológicas y de innovación).



Fuente: Anuario Mundial de Competitividad IMD, 2006 (National Science Foundation: Science and Engineering Indicators 2006)

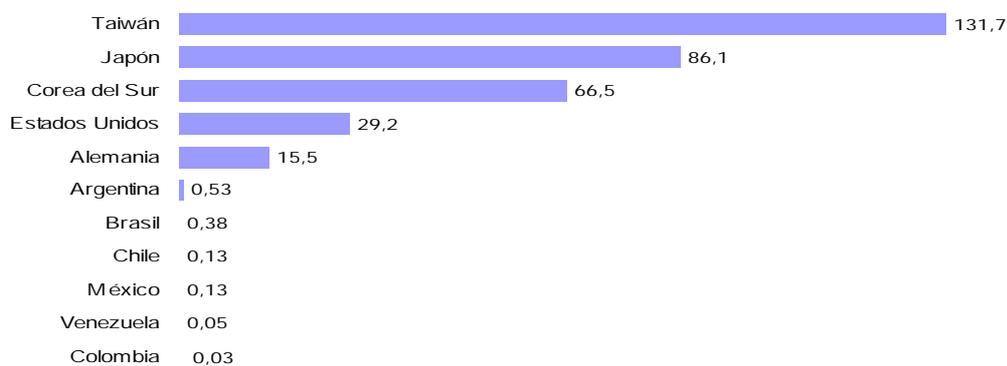
Investigadores por 100.000 habitantes (2003)

⁶ Véase Plan Nacional de Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación 2007-2019. Informe de Avance Propuesta de Trabajo para Divulgación y Concertación. COLCIENCIAS, Bogotá, Noviembre 30 de 2006.



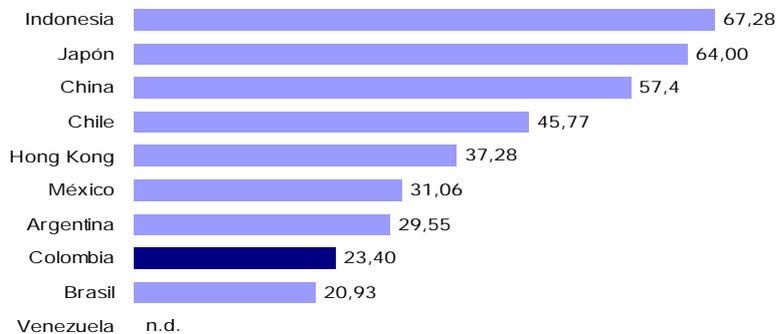
Fuente: UNESCO (Institute for Statistics): Brasil, Venezuela: Datos para 2000; México: datos para 2002

Patentes Otorgadas por cada 100.000 Habitantes Residentes Promedio 2002-2004



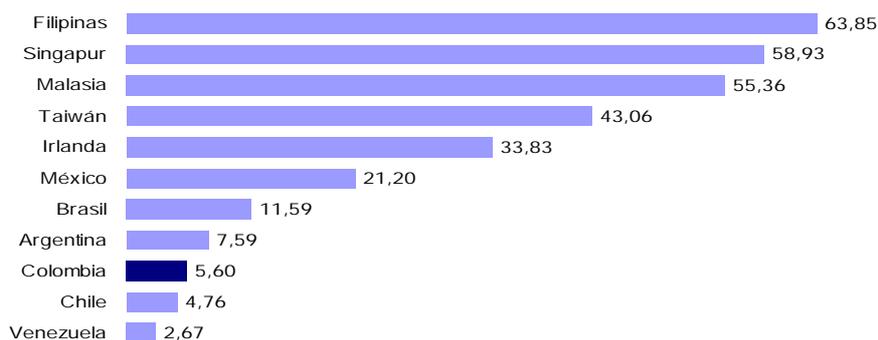
Fuente: Anuario Mundial de Competitividad 2006, IMD.

Porcentaje de títulos de pregrado obtenidos en ciencias e ingeniería, 2002



Fuente: National Science Foundation (NSF). Science and engineering indicators Datos tomados del Anuario Mundial de Competitividad, IMD (2006).

Exportaciones con contenido tecnológico ¹, 2004



¹ Porcentaje de las exportaciones manufactureras

Fuente: Indicadores de Desarrollo Mundial, Banco Mundial. Tomado de: Anuario Mundial de Competitividad [2006]

3.3 El largo y complejo camino del desarrollo científico y tecnológico nacional

El desarrollo científico y tecnológico de una nación podría definirse como *el proceso sociocultural de acumulación de capacidades y actitudes de la respectiva sociedad para generar, incorporar, asimilar, adaptar, perfeccionar, copiar, apropiar y aplicar conocimientos y sus correspondientes tecnologías, en materia de ciencia, tecnología e innovación tecnológica*. Para que constituya un auténtico y sostenido proceso de cambio sociocultural, económico e institucional debe ser de naturaleza básicamente *endógena, acumulativa, sostenida y de largo plazo*.⁷

La *endogeneidad* no lo aísla del progreso en este campo logrado mundialmente; y la incorporación de dicho conocimiento no invalida esta *endogenidad* si éste es asimilado y adaptado y apropiado; y la apropiación —que es el dominio en profundidad de ese conocimiento— generalmente es seguida de su adaptación y perfeccionamiento. La copia ⁸ ha constituido a lo largo de la historia la base de todos los comienzos de este proceso, debido al carácter progresivo y acumulativo de éste, y hoy esta práctica está institucionalizada y legitimada por el reconocimiento de los derechos autorales y las respectivas patentes. Esto ha sido históricamente así y sigue siéndolo, porque la generación de todo conocimiento —incluidas las innovaciones radicales— se fundamenta en la acumulación y ampliación del conocimiento respectivo previo.⁹

Este proceso se genera y sustenta por la vía del **desarrollo del talento humano y su capacidad creadora**;¹⁰ la educación y la capacitación profesional, la movilización conciente, deliberada y participativa de la sociedad; el reconocimiento y la exaltación de los valores profesionales y éticos de quienes se dedican a los quehaceres de la ciencia y la tecnología; y el compromiso moral y político de poner tales conocimientos y destrezas al servicio de sociedad y la nación y, por esta vía, de la Humanidad. Además, todo ello como parte del proceso nacional de desarrollo social y económico, integrado en un proceso histórico de acumulación de avances sucesivos endógenos y exógenos, enmarcados en la propia historia de cada sociedad y sus potenciales. Y, adicionalmente, facilitado por

⁷ Véase **Conciencias: El Desarrollo Científico y Tecnológico y su Planificación**. Rubén D. Utria, Documentos de Asesoría. Bogotá 2005.

⁸ Los europeos copiaron, asimilaron y adaptaron el conocimiento del Oriente y del norte de África; los norteamericanos hicieron lo mismo con el conocimiento europeo y particularmente de Inglaterra; los japoneses, los chinos, los coreanos y taiwaneses hicieron otro tanto en el Siglo XX con base en su tradición cultural milenaria y el conocimiento norteamericano y europeo.

⁹ Véase, por ejemplo, **T.S. Kuhn: La Estructura de las Revoluciones Científicas**. Fondo de Cultura Económica. Quinta Edición, México-Bogotá 2000; y **Maurice Dumas: Las Grandes Etapas del Progreso Técnico**. Fondo de Cultura Económica. México-Bogotá 1999.

¹⁰ De ahí la importancia del "Índice de Creación de Capacidades de Ciencia y Tecnología", propuesto por la Fundación Rand, en el cual Cuba y Brasil están a la vanguardia en Latinoamérica y el Caribe.

el acceso permitido a las grandes fuentes internacionales de conocimiento. Detrás del progreso científico y tecnológico de los países considerados hoy desarrollados se esconde —a manera de sustrato e infraestructura— un complejo y dinámico proceso sociocultural de dominio del conocimiento científico y tecnológico y sus correspondientes destrezas intelectuales, ingenieriles y manuales. También una dinámica económica de alta productividad y carácter competitivo en el escenario mundial y, en ciertos casos, una actitud internacional de poder, como lo evidencia la historia de las potencias industriales.

Por tanto, el desarrollo científico y tecnológico que requieren los países periféricos no consiste simplemente en la introducción y apropiación mecánica y repetitiva de algunos conocimientos y habilidades aislados, ni en la formación interna o externa de un grupo de estudiantes y profesionales excepcionales, ni en instalar algunos laboratorios, ni improvisar investigaciones aisladas. Todo lo cual es coadyuvante y útil pero no suficiente. Se trata, más bien, de generar en forma creciente y sostenida una masa crítica de vocaciones, valores, actitudes, motivaciones, expectativas, destrezas y capacidades creadoras tanto individuales como colectivas; así como las correspondientes *cultura científica* y *cosmovisión racional* que le sirvan de terreno fecundo y atmósfera social propensa y favorable. Todo esto constituye un esfuerzo-proceso nacional de transformación social y tiene una naturaleza estructural.

Por otra parte, el progreso científico-técnico no constituye un fin en sí mismo, como bien lo proclaman los científicos cubanos, sino que debe apuntar hacia el desarrollo humano en cada región.¹¹ Tampoco debe concentrarse en la satisfacción del consumismo de los países ricos, ni de la demanda tecnológica elitista de los países pobres. En el caso de los países subdesarrollados —debido a los altos grados de desigualdad social, pobreza y desarrollo humano, así como los bajos niveles de educación, salud y demás servicios de interés social— este proceso-esfuerzo adquiere importantes compromisos y sociales y políticos.

Además del desafío cognitivo, el desarrollo científico y tecnológico debe comprometerse activamente en búsqueda de soluciones a los problemas de la pobreza, la preservación de la salud, la intensificación y cualificación de la educación, el mejoramiento cuantitativo y cualitativo de la vivienda, el ordenamiento y la funcionalidad de los asentamientos humanos, la organización y prestación de los servicios de transporte colectivo y saneamiento básico, la disponibilidad de energía limpia y barata, el aprovechamiento ecológico de los recursos naturales, la preservación del medio ambiente, y varios otros objetivos sociales. También debe comprometerse con la eficiencia y el mejoramiento cualitativo de las políticas públicas, las funciones de gobierno, la participación ciudadana y la equidad y la participación de género. Todo esto significa que la investigación científica, tecnológica e innovativa y sus objetivos deben tener en cuenta los problemas que afectan a la población, la capacidad de compra de los sectores populares y, en general, los intereses reales y las expectativas de la población. Este múltiple compromiso le permite superar el elitismo que la han caracterizado en ciertos momentos y muchos países. La equidad y la participación de género permite potencialmente a los países subdesarrollados incorporar el talento y la creatividad de más de la mitad de la población, la cual permanece prácticamente al margen de la ciencia, la tecnología y la innovación tecnológica.

¹¹ Véase *Investigación Sobre Ciencia, Tecnología y Desarrollo Humano en Cuba 2003*. CIE-PNU, La Habana 2004.

Por otra parte, este proceso es de naturaleza evolutiva y de carácter histórico. La experiencia de los últimos siglos permite observar al menos tres modelos representativos principales:¹² (i) El **Evolutivo**, característico de Europa, con una trayectoria aproximada de cinco siglos y basado en los aportes del Oriente [China, Persia, India, Egipto y otros]; (ii) El **Trasplantado**, característico de los Estados Unidos y Canadá, con una trayectoria aproximada de dos siglos [IXX-XX] y el aporte directo de la revolución científica e industrial europea y particularmente de Inglaterra; y (iii) El **Planificado/Acelerado**: propio de la URSS, China, Japón, Corea, Taiwán, India, Malasia y otros “tigritos”, con trayectoria aproximada de 30 a 50 años, con el aporte combinado de Occidente y la tradición milenaria cultural Oriental. Esta observación deja en evidencia que este largo proceso evolutivo puede ser planificado y acelerado, y que los países periféricos sólo tienen hoy la opción de organizarse en un esfuerzo planificado y acelerado si quieren ingresar a la *sociedad del conocimiento*.

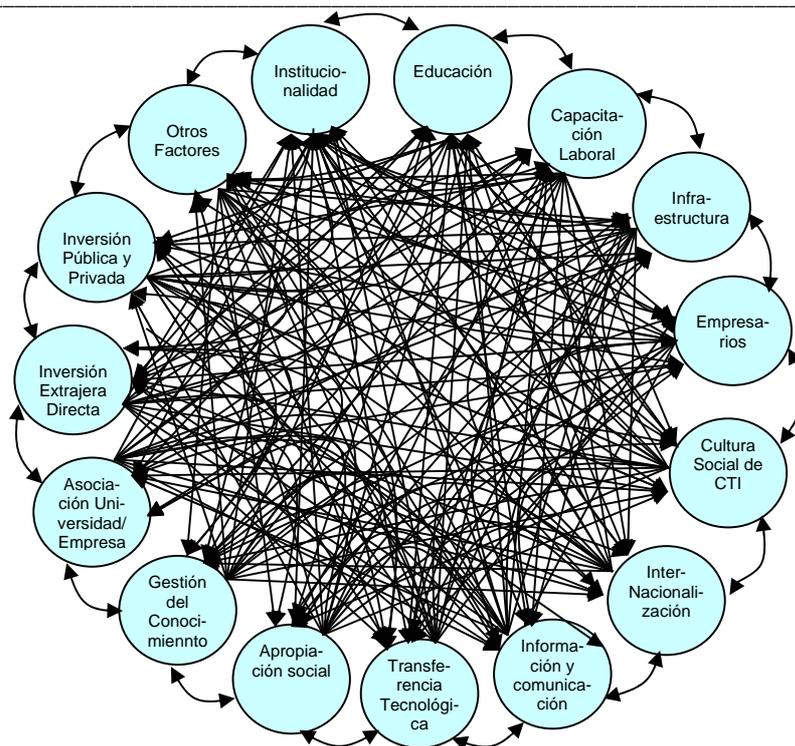
4.3 Organicidad y dinámica del proceso

La observación y el análisis de los últimos 70 años, permiten deducir que el proceso de progreso científico-técnico tiene una trayectoria *continua* y una doble dinámica: Históricamente tiende a ser lineal, secuencial y acumulativo; pero funcionalmente es imperativamente *sistémico*.¹³ La *secuencialidad acumulativa*, como se sugiere en el Gráfico 1, le imprime un curso de fases o “etapas” sucesivas, cada una de las cuales tiene aspectos que arrancan en la precedente y otros que se prolongan en la subsiguiente. Al mismo tiempo —e independientemente de dichas etapas, o al margen de éstas— pueden surgir algunas vocaciones y destrezas científicas y tecnológicas excepcionales y aisladas, pero esto no entraña un efectivo proceso nacional de desarrollo científico y tecnológico. Por su parte, la dinámica sistémica lo convierte en un proceso de alta complejidad: *holístico, multidimensional, transdimensional, interdimensional y de interrelación sistémica*.

Gráfico 1 El Proceso de Desarrollo Científico y Tecnológico: El Interrelacionamiento Sistémico de sus Componentes

¹² Rubén D. Utria: *El Desarrollo Científico y Tecnológico y su Planificación: Un Enfoque conceptual y Metodológico*. COLCIENCIAS, Documentos de Asesoría. Bogotá, 2003.

¹³ En efecto ningún proceso de cambio y transformación estructural de una realidad se produce en forma estrictamente lineal, porque los diferentes actores, factores y circunstancias involucradas casi nunca actúan coordinada y sincrónicamente. Al contrario, unos impulsan el cambio y otras lo frenan; unos le imprimen un rumbo determinado y otros lo desvían de éste; unos lo estimulan y otros le oponen resistencias y demoras. Además, a cada acción se le enfrenta una reacción y ésta genera retroalimentaciones. Todo ello porque en la práctica cada actor, factor o circunstancia actúa sobre cada uno de los demás, en una interacción directa, recíproca y circular, en conformidad con la Teoría General de los Sistemas. En este complejo y dinámico contexto, lo que resulta aparentemente lineal es el resultado final de la combinación de fuerzas involucradas y el correspondiente balance entre *sinergias* y *entropías* en cada fase o “etapa”, si todos los actores, factores y circunstancias y sus desempeños e impactos en el proceso han sido bien dispuestos y programados en su intervención. Y este es el rol de la Planificación: “la programación del tránsito de una situación dada a una situación deseada” en dirección de escenarios viables proporcionados por la Prospectiva. Esta secuencia parece cumplirse en el proceso general, independientemente de que en cada etapa, o al margen de éstas, surjan algunas vocaciones y destrezas científicas y tecnológicas excepcionales y aisladas.

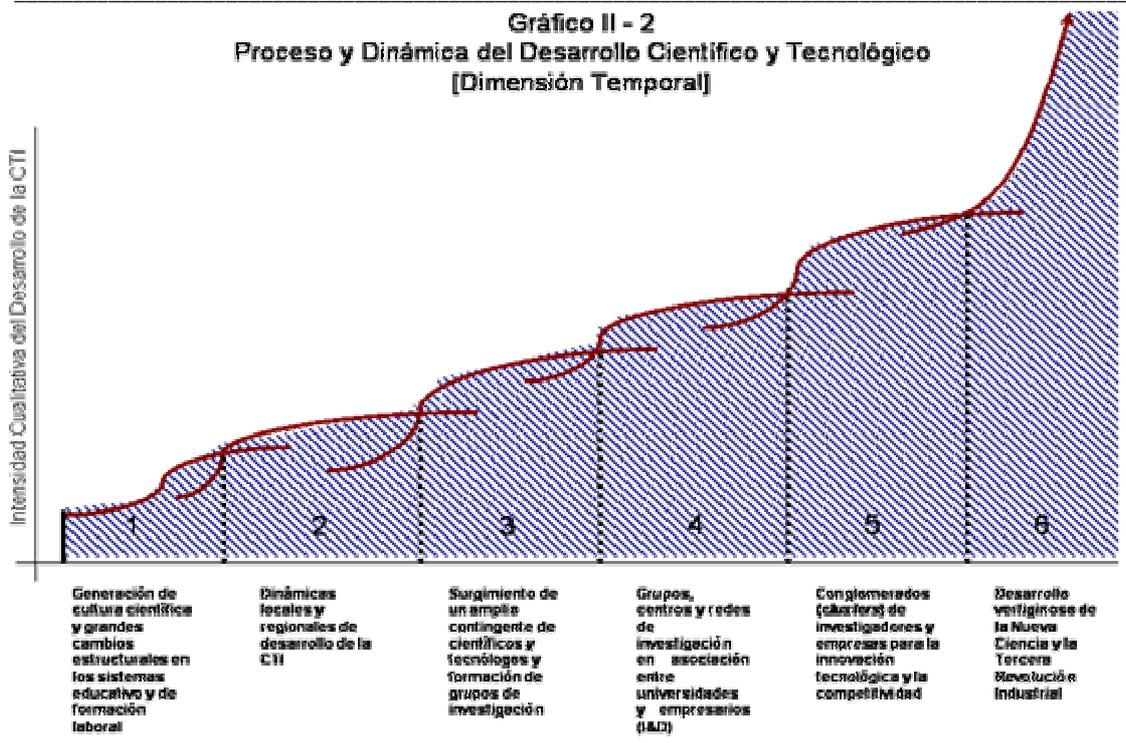


Fuente: COLCIENCIAS: Rubén D. Utria, Documentos de Asesoría. Bogotá 2006

4.3 Las etapas del proceso

La observación de la experiencia histórica muestra que esta sucesión de etapas, ilustrada en el Grafico 1, podría plantearse así:¹⁴

¹⁴ En la observación histórica de dicho proceso es fácil identificar ciertos "tramos", "momentos", "períodos", "eras", "olas" "fases", "etapas", etc, fenómeno que los más autorizados historiadores y analistas del desarrollo CTI (Khun, Daumas, Wolfram, Hacyan, Medina, Sanmartin, Castels, Pregogine, Juma y Lee-Cheong, sólo para citar los mas conocidos en Colombia), así como los numerosos autores e instituciones que han estudiado los "milagros" económicos, científicos y tecnológicos de Japón, Corea, Taiwan, China, URSS, Israel y varios otros países, como la UNESCO, LA ONUDI, el UNDP. Todos ellos y muchos otros hablan de "etapas" para delimitar las porciones de "tiempo" o de historia que "gastó" cada progreso científico y tecnológico. La activa relación sistémica de los factores y actores que intervienen en el proceso de desarrollo CTI (y sus acciones, reacciones, retroalimentaciones, demoras, etc., y la conjugación de fenómenos sinérgicos y entrópicos involucrados en dicho proceso, no eliminan la dimensión temporal e histórica en la cual todo ello se produce. De ahí que no hay que tener miedo de observar simultáneamente el desarrollo CTI en sus dimensiones sistémicas y temporales, en conformidad con Maturana. Por otra parte, dicho proceso es altamente complejo y requiere muchos factores previos, presentes y futuros de fundamento y que, por tanto, no se produce con acciones puntuales sino con acciones previamente preparadas, eslabonadas y acumulativas. Por esto, dicho desarrollo científico y tecnológico no es susceptible de improvisación, importación, transplante, buenos deseos, infundada autoconfianza, ni se produce espontáneamente. Esto significa que debe ser planificado y construido sistemáticamente. Y que esto demanda de una a dos generaciones como mínimo como tiempo de gestación, desarrollo y consolidación, amen de otros factores exógenos, como se comprueba en los casos de China, URSS, Corea, Taiwan, India, etc.



Fuente: COLCIENCIAS: Rubén D. Utria, Documentos de Asesoría. Bogotá 2006

- Una inicial, que comprende el período de promoción, gestación y consolidación de una cultura científica y tecnológica —tema éste sobre la cual se tratará más adelante— que impregne y transforme el conjunto de valores socioculturales, actitudes, motivaciones, expectativas, aptitudes, valoración social de la actividad científica y otros factores conexos, tanto en el plano individual como en el colectivo.
- Una etapa subsiguiente, podría comprender el proceso de surgimiento y consolidación de dinámicas locales de desarrollo científico y tecnológico, que se manifiestan en el surgimiento de vocaciones individuales aisladas y pequeños grupos interesados en la ciencia y la tecnología (tanto desde la academia como de la investigación individual aplicada) que se constituyen en una especie de embriones desencadenantes del proceso de desarrollo científico y tecnológico. En este momento surge el potencial humano y comienza el proceso de desarrollo del talento investigativo y el desencadenamiento de destrezas individuales para la ciencia y la tecnología. Es la hora del aprendizaje académico formal para dichos individuos y grupos. Para ser más eficaz, este proceso
- Una etapa subsiguiente, podría comprender el proceso de surgimiento y consolidación de dinámicas locales de desarrollo científico y tecnológico, que se manifiestan en el surgimiento de vocaciones individuales aisladas y pequeños grupos interesados en la ciencia y la tecnología (tanto desde la academia como de la investigación individual aplicada) que se constituyen en una especie de embriones desencadenantes del proceso de desarrollo científico y tecnológico. En este momento surge el potencial humano y comienza el proceso de desarrollo del talento investigativo y el desencadenamiento de destrezas individuales para la ciencia y la tecnología. Es la hora del aprendizaje académico formal para dichos individuos y grupos. Para ser más eficaz, este proceso debe comenzar en la niñez y la juventud, momentos de la vida en los cuales generalmente hay una

sensibilidad especial por los misterios del universo y la vida y su explicación, es más manifiesto el interés por el conocimiento y más propicio el aprendizaje.¹⁵

- La siguiente etapa parece corresponder a la conformación de auténticos grupos y centros investigativos académicos y particulares de carácter sectorial, pero con tendencia a la articulación sectorial y la integración polisectorial. Este momento refleja que el interés profesional por el conocimiento científico y la investigación ha surgido y estas tendencias e iniciativas tienden a organizarse e institucionalizarse —particularmente en torno a universidades e institutos politécnicos— y, por tanto, corresponde al comienzo de consolidación del proceso. Es el despertar de la capacidad creadora científica y de la búsqueda intencional de ampliación y profundización del conocimiento, y de su aplicación a la solución de problemas críticos de la sociedad, la incorporación y el aprovechamiento de los recursos naturales, la producción de bienes y servicios, la agregación de valor a la producción, la elevación de la calidad de vida y otros objetivos conexos.
- Otra etapa parecería corresponder al momento en el cual los anteriores grupos y centros de investigación entran en contacto con empresarios dinámicos e innovadores de los sectores privado y público y comienzan a trabajar juntos, con énfasis en las conocidas actividades de “investigación y desarrollo” (I&D) que deben conducir a procesos de innovación tecnológica, con fines de elevación de la productividad y la capacidad competitiva, ya sea por razones académicas o empresariales. En este momento el proceso adquiere su mayor dinámica, trasciende los claustros académicos y los laboratorios individuales y tiende a proyectarse hacia el sistema productivo. Todo ello fundamentado en la generación, la transferencia y la adaptación de nuevo conocimiento básico y su aplicación sistemática en la innovación tecnológica, con lo cual se acelera el desarrollo de la capacidad creativa al impulso de la realización intelectual y profesional en marcha. Es también la hora del desarrollo empresarial motivado por la idea de generar nuevos y mejores productos y elevar la productividad de las empresas, así como del reconocimiento social de los científicos y su trabajo, no solo en la academia sino en el sistema productivo en general.
- Y una etapa culminante la constituiría el proceso por el cual los logros de la etapa anterior permiten organizar y operar grandes conjuntos integrados de investigación y producción científica y tecnológica en torno a la complementariedad multisectorial, a la capacidad instalada regional y local, la comunidad de intereses empresariales y a la asociación operativa en torno a “alianzas estratégicas”. Este es el caso de los grandes conjuntos científicos y tecnológicos de los Estados Unidos, Europa, Japón, China y, en cierta medida India y Cuba. Y estos son —en el caso de las actividades científicas y tecnológicas— los *clusters* y las alianzas estratégicas de los cuales hablan Porter y Enright¹⁶ proyectados hacia el desarrollo tecno-científico y que están de moda en el marco de la globalización de la economía. Es la hora de la competitividad organizada y, en general, de la aceleración del desarrollo económico y el desarrollo social.

Obviamente, y debido a la naturaleza sistémica del proceso, el anterior proceso secuencial —cumplido históricamente así en el Siglo XX— no constituye la única vía. Es posible que fuerzas exógenas, coyunturas históricas y circunstancias excepcionales puedan acelerarlo y abreviarlo, particularmente en

¹⁵ Las experiencias de Japón, China, URSS, Corea y Taiwán, en las cuales el interés por la ciencia se estimula desde el jardín infantil, confirman esta práctica. En Francia ya es famoso el programa “Mains a la Pate” (Manos a la Masa) que lleva la ciencia a la primera infancia.

¹⁶ **Michael Porter:** *La Ventaja Competitiva de las Naciones*. Javier Vergara Editor S.A. Buenos Aires, 1991; y *Ventaja Competitiva: Creación y Sostenimiento de un Desempeño Competitivo*. Compañía Editorial Continental S.A. México 1987.

estadios avanzados de desarrollo económico y social nacional. Pero este no parece ser el caso de países del Tercer Mundo.

4.4 Función y objetivos del proceso

Consecuentemente, y en razón de su trascendental y compleja función, este desarrollo científico y tecnológico está íntimamente relacionado, al menos, con las siguientes funciones, objetivos y procesos principales:

- **El desarrollo del talento humano y la liberación de la capacidad creativa** en el campo de la ciencia y la tecnología y, por esta vía, contribuir a la realización personal de los seres humanos, tanto en el plano individual como en el colectivo.
- **La transformación y el perfeccionamiento del aparato productivo nacional**, con base en la agregación de valor mediante la contribución del conocimiento científico y tecnológico y con capacidad competitiva de nivel internacional.
- **El desarrollo humano y social de la población** fundado en la equidad, y la elevación de la calidad de vida de la población.
- **La solución de los problemas críticos de la sociedad**, particularmente los derivados de la pobreza, la exclusión, la inequidad, la violencia y los consecuentes conflictos sociales, políticos.
- **La incorporación adecuada y el aprovechamiento eficiente y sostenible de los recursos** naturales, económicos y humanos al desarrollo nacional y regional.
- **La satisfacción de las expectativas de la sociedad nacional en el campo de la cultura tecnocientífica** que caracteriza a la civilización contemporánea. Y,
- A través de los anteriores objetivos contribuir al progreso de la Humanidad.

Así, por su naturaleza y su función, el desarrollo científico y tecnológico puede convertirse en uno de los procesos fundamentales para el progreso de la sociedad nacional. Particularmente ahora cuando se dá por sentado que el mundo —incluidos los países subdesarrollados— navega inexorable y aceleradamente hacia “la sociedad del conocimiento” y que el conocimiento científico y tecnológico constituye el más importante factor de poder económico y político, así como de competitividad económica internacional. Pero sobre todo, porque apunta básicamente a la realización de la persona humana, el realce de su dignidad, el desarrollo de su talento y su capacidad creadora, la liberación de sus potenciales, y la transformación del sistema productivo nacional.

4.5 Los factores determinantes del proceso

Por tanto, el objetivo y el desafío en este campo para los países periféricos, es la aceleración y consolidación de dicho proceso en los contextos nacional y regional. Todo ello como parte y como resultado de, al menos, los siguientes factores principales:

- **Una cultura científica y tecnológica** en la sociedad y sus correspondientes valores socioculturales, actitudes, motivaciones, destrezas, aptitudes creativas, expectativas,

cosmovisiones y otros factores conexos en relación con el progreso científico y tecnológico y sus implicaciones éticas, sociales y políticas.

- **Un nuevo y avanzado sistema educativo nacional** profundamente comprometido con la ciencia, la tecnología y la innovación tecnológica, que se inicie en el comienzo de la vida misma de los niños y los jóvenes —para aprovechar la época de la curiosidad congénita y el interés entusiasta por el conocimiento del universo que nos rodea y el proceso de conformación cerebral— que incorpore y valore adecuadamente los aportes de la ciencia, la tecnología y la innovación tecnológica en pro del desarrollo del talento humano y el beneficio de la nación y de la sociedad. Esto incluye todos los niveles del sistema educativo: primario, secundario, técnico, universitario y avanzado.
- **El compromiso de las academias, sociedades científicas, asociaciones profesionales y demás círculos intelectuales**, de sumarse al esfuerzo-proceso nacional de desarrollo científico y tecnológico y su PNDCTI.
- **El desencadenamiento programado de dinámicas locales y regionales** de desarrollo científico y tecnológico que se traduzcan en vocaciones, iniciativas y procesos concretos de aprendizaje e interés profesional y destrezas investigativas, que conduzcan al aprovechamiento científico y tecnológico de los recursos y a la integración regional en función de recursos comunes y objetivos de transformación de los respectivos aparatos productivos.
- **Una cosmovisión racional** que supere la tradicional concepción metafísica y esotérica de nuestra población y dé cabida a una concepción científica del universo físico, social, económico, cultural e histórico en el cual se encuentra inmersa.
- **La contribución efectiva y entusiasta del empresariado privado**, el cual tiene a su cargo en la práctica la transformación productiva basada en el valor agregado del conocimiento científico y tecnológico y en la competitividad.
- **La capacitación masiva de investigadores** colombianos en el exterior y su retorno y radicación estimulados en el país, con los atractivos económicos y científicos correspondientes.¹⁷
- **El significativo aporte extranjero**, mediante la inmigración selectiva y estimulada de un amplio contingente de científicos y académicos procedentes del exterior, que quieran radicarse en el país para contribuir al desarrollo científico nacional.¹⁸
- **Una planificación prospectiva integral, de largo plazo y viable** del desarrollo científico y tecnológico e innovativo del país, que permita orientar, canalizar y desencadenar el proceso de desarrollo nacional en el campo de la ciencia, la tecnología y la innovación tecnológica.¹⁹
- **Un sistema de apropiación social de la ciencia y la tecnología**, que permita llevar el conocimiento científico al sistema educativo, la academia, todos los actores del sistema productivo y a la población en general en todos sus estratos y regiones, en forma democrática y equitativa.

¹⁷ Los países que están teniendo éxito en la aceleración de su desarrollo científico y tecnológico han acudido a este recurso. China ha enviado al exterior más de 50.000 estudiantes; India 30.000, Corea 20.000, Taiwán 20.000, Cuba 10.000.

¹⁸ La historia muestra que todos los países que lograron desarrollarse científica y tecnológicamente contaron y siguen contando con un importante aporte de científicos extranjeros. Por ejemplo, Inglaterra hizo posible su progreso científico atrayendo a los mejores exponentes de la ciencia europea; Estados Unidos ha nutrido su imperio científico con los mejores cerebros del mundo entero; China ha acelerado y profundizado su desarrollo científico con el concurso de conocimientos y tecnología soviética, japonesa y norteamericana. Colombia perdió la oportunidad de la diáspora europea de las crisis políticas de la primera mitad del Siglo XX; también lo hizo con la derivada de la Segunda Guerra Mundial y volvió a hacerlo con la derivada del colapso del Campo Socialista. En América Latina Argentina, Brasil y México deben buena parte de su progreso en este frente al aporte de inmigrantes italianos, alemanes, ingleses y japoneses.

¹⁹ Por tratarse de un proceso sociocultural y societal de naturaleza estructural, sistémico y de largo plazo, la planificación del desarrollo científico y tecnológico colombiano no puede abordarse solo con base en los conceptos y métodos de la llamada Planificación Estratégica que es de proyección situacional y de ámbito institucional. Este es un desafío de la Planificación del Desarrollo.

- **Un Sistema Institucional** de alta eficiencia, inspiración y compromiso, capaz de integrar a todos los actores y conducir y coordinar con eficiencia el proceso de desarrollo científico y tecnológico.
- **La cooperación técnica y financiera internacional**, mediante el suministro de infraestructura, becas, misiones de investigadores y académicos y la organización de visitas de estudio a países con actividades de desarrollo científico y tecnológico exitosas.
- **La inversión extranjera directa** (IED) de empresas de alto nivel tecnológica que quieran asociarse a esfuerzos nacionales de investigación y desarrollo (I&D).
- **El firme Compromiso Político** del Estado y el liderazgo económico, político y social del país para adoptar y ejecutar el PNDCTI y sus respectivas estrategias, políticas, programas y proyectos. Esto incluye el correspondiente Proyecto Político Nacional que canalice los esfuerzos de todos los colombianos y la disposición de los recursos institucionales, políticos y financieros requeridos.

5. Desarrollo científico-tecnológico y desarrollo nacional

Por todas las razones anteriores, se puede reafirmar que el desarrollo científico-técnico es la base y el instrumento clave del desarrollo nacional contemporáneo. Sin este dominio del conocimiento científico, tecnológico e innovativo de la producción los países y sin el desarrollo humano que este genera, los países periféricos no pueden avanzar por la senda del desarrollo y cada vez quedarán más a merced a la voracidad competitiva de las potencias industriales. Y paralelamente, dicho progreso científico-técnico sólo puede surgir y consolidarse en medio de un proceso acelerado de desarrollo nacional y como parte inseparable de éste. Y este es el reto fundamental que les plantea la Globalización de hoy.

6. Las opciones estratégicas para el desarrollo científico y tecnológico

Ya los países desarrollados hicieron su opción desde hace más de 20 años: Se involucraron decisivamente en la conquista del conocimiento científico y tecnológico y su aplicación sistemática a la innovación tecnológica de productos y procesos de producción. Se ingeniaron la tesis de la *Sociedad del Conocimiento*, la cual está regida por la búsqueda incesante del conocimiento y su aplicación sistemática como regla esencial del juego social, económico y cultural; adoptaron para la búsqueda del conocimiento el enfoque unitario e integrado de *la Nueva Ciencia*; se adentraron en los albores de la *Tercera Revolución*; se encuentran en pleno debate sobre la adopción del *Modo 2 de la Ciencia*. Y para poner a su favor todas estas conquistas de la Humanidad, nos impusieron la Globalización y su competitividad industrial y comercial discriminadora basada en la agregación de valor a la producción por la vía del conocimiento. Además, idearon la falacia de que la Globalización y el libre comercio conduce inexorablemente al desarrollo de los países subdesarrollados.

Corresponde ahora a los países subdesarrollados hacer su opción. Frente a este ineludible desafío surgen, al menos, cuatro caminos a seguir:

El primero, consiste en confiar en que si —como afirman Williamson y Stiglitz y otros *gurus* de la Globalización— hacemos las cosas disciplinadamente y en conformidad con las tesis de la *Rigonomics* y el Consenso de Washington, en un futuro no lejano llegaremos al desarrollo económico y al dominio de la ciencia y la tecnología en el lomo de la competitividad globalizada. Esta falacia nos hace recordar la respuesta de Keynes a los neoliberales de su tiempo cuando criticaban su impaciencia y le argumentaban que había que esperar pacientemente los efectos del libre comercio para resolver los problemas del empleo y de la economía inglesa y europea: “*En ese plazo estaremos todos muertos*”

Parfraseando a dicho eminente economista hoy podemos decir: *Para cuando la Globalización nos dé sus frutos, no estaremos muertos pero nuestros países serán más dependientes y nuestras economías serán más débiles y subdesarrolladas!*

El segundo —que se presenta como realista y pragmático— consiste en aceptar que nuestros países no podrán alcanzar dicho dominio y que deben contentarse con consagrarse exclusivamente a uno o varios rubros competitivos de la producción en los cuales puedan existir algunas ventajas tanto comparativas como competitivas.²⁰ Esta opción probablemente conducirá a una especialización restringida y, por tanto, a la perpetuación de las asimetrías en los términos de intercambio comercial y el subdesarrollo. Mientras tanto los países que la acojan habrán perdido un precioso tiempo para lograr su desarrollo científico y tecnológico.

El tercero, corresponde al compromiso de emprender el largo, complejo, esforzado y estructural proceso-esfuerzo de cambio socio-cultural que fundamente y genere el desarrollo científico y tecnológico —el camino del salto tecno-científico acelerado y planificado expuesto a lo largo de la presente ponencia— que se integra y compromete con el desarrollo nacional en un lapso de una o dos generaciones.

Y una cuarta opción, podría consistir en una combinación de la tercera y la segunda opciones, que permite apuntarle a la sociedad del conocimiento y el pleno dominio de la ciencia y la tecnología y, al mismo tiempo, ir aprovechando sobre la marcha los frentes y coyunturas en los cuales existen ya algunas posibilidades de avanzar. Es el camino más difícil y de largo plazo, pero es el que —como en el caso de los países de reciente desarrollo tecno-científico: China, Rusia, Corea, India, Taiwán y algunos tigrillos asiáticos— puede garantizarnos en una o dos generaciones lograr el salto científico y tecnológico que nos permita participar remuneradora y favorablemente en la competitividad globalizada y, sobre todo, desencadenar y desarrollar el talento y la creatividad de nuestros pueblos y asegurar nuestra dignidad de países libres.

Obviamente, esta última opción exige como condición *sine qua non* un **Proyecto Político Nacional** para la conquista de la ciencia y la tecnología y del desarrollo nacional, así como el respectivo **Plan Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico**. Asimismo, la voluntad política y el apoyo de toda la sociedad nacional para poner en marcha los esfuerzos y sacrificios que este propósito demanda. Y, obviamente también, que las potencias industriales no nos cierren el acceso al conocimiento acumulado hasta ahora por la Humanidad.

Bogotá, Diciembre 2006 [ponencia IXE.doc]

²⁰ Esta es la opción que algunos países, como Chile, Finlandia, Irlanda, Nueva Zelanda han adoptado.