



Investigación & Desarrollo

ISSN: 0121-3261

rinydes@uninorte.edu.co

Universidad del Norte

Colombia

Abello, Raimundo; Páez, Javier; Dacunha, Claudia

¿Son la ciencia y la tecnología un instrumento de desarrollo? un análisis de caso para américa latina

Investigación & Desarrollo, vol. 09, núm. 1, julio, 2001, pp. 372- 387

Universidad del Norte

Barranquilla, Colombia

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=26890101>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

**¿SON LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA UN
INSTRUMENTO DE DESARROLLO?
UN ANÁLISIS DE CASO PARA AMÉRICA LATINA**
Raimundo Abello, Javier Páez, Claudia Dacunha

RAIMUNDO ABELLO

PSICÓLOGO. DOCTOR EN EDUCACIÓN, UNIVERSIDAD ACADEMIA DEL HUMANISMO CRISTIANO. DIRECTOR DE INVESTIGACIONES Y PROYECTOS DE LA UNIVERSIDAD DEL NORTE E INVESTIGADOR DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES EN DESARROLLO HUMANO (CIDHUM).
(E-MAIL: rabello@uninorte.ed.u.co)

JAVIER PÁEZ

INGENIERO MECÁNICO Y MAGÍSTER EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS, UNIVERSIDAD DEL NORTE. DECANO DE LA DIVISIÓN DE INGENIERÍAS DE LA MISMA UNIVERSIDAD.
(E-MAIL: jpaez@uninorte.ed.u.co)

CLAUDIA DACUNHA

INGENIERA INDUSTRIAL. CANDIDATA A DOCTOR EN GESTIÓN INDUSTRIAL, UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA (ESPAÑA). DIRECTORA ACADÉMICA DE LA DIVISIÓN DE INGENIERÍAS DE LA UNIVERSIDAD DEL NORTE.
(E-MAIL: cdacunha@uninorte.ed.u.co)

RESUMEN

Este ensayo es producto de una investigación en bases de datos, documentos y artículos de revistas sobre la discusión que existe en los países latinoamericanos sobre la importancia de la inversión sostenida en ciencia y tecnología como motor de desarrollo de un país. El trabajo implicó seleccionar, en primer lugar, las cifras sobre la tendencia del *Gasto en Investigación y Desarrollo GIBID* en América Latina y el Caribe y los países industrializados, teniendo en cuenta para ello una comparación entre países desarrollados y en vías de desarrollo con base en indicadores internacionales como la relación inversión gubernamental/PIB, la relación de la inversión pública y privada, el número de investigadores e ingenieros dedicados a estas actividades y el índice de desarrollo humano, IDH, de cada país seleccionado.

PALABRAS CLAVES: Ciencia y tecnología, Desarrollo, Gasto en Investigación y Desarrollo.

ABSTRACT

This essay is the result of a research on data base, documents and magazine articles on the existing discusión in Latin American countries about the importance of the permanent investment in science and technology as a country development driving force. The study included at first the selection of the figures on the GIBID (Research and Development Spending) trend in Latin America and the Caribbean, taking into account a comparison between developed countries and developing ones, based upon international indicators such as the ratio governmental investment /BIP, the ratio public investment /private investment, the number of researchers and human development index, HDI, in each selected country.

KEY WORDS: *Science and Technology, Development, Research and Development Spending.*

De la atenta revisión hecha al informe del Banco Mundial sobre *El conocimiento al servicio del desarrollo*¹ podemos clarificar que el conocimiento se asemeja a la luz: Su ingravidez e intangibilidad le permiten llegar sin dificultad a todos los confines e iluminar la vida de los seres humanos en todo el mundo. Sin embargo, paradójicamente, millones de personas viven hoy por hoy sumidas en la más completa y total oscuridad de la pobreza. Nuestro país, que ostenta uno de los porcentajes más altos de pobreza en América Latina, es un claro ejemplo de la ausencia de conocimiento científico y tecnológico.

Para los expertos en desarrollo del Banco Mundial, lo que distingue a los pobres –sean personas o países– de los ricos es no sólo que tienen menos capital sino también menos conocimientos, de tal manera que el conocimiento *ilumina* todas las transacciones, revela las preferencias, aclara los intercambios y orienta los mercados. Esto ha ocasionado que cada vez sean más frecuentes en la vida cotidiana de muchos países del mundo los siguientes aspectos²:

- El reconocimiento que dan los empresarios a la tecnología como un elemento esencial en el futuro de su actividad productiva, y la urgencia por encontrar socios para enfrentar la incertidumbre generada por los rápidos cambios en los hábitos de compra de sus consumidores tradicionales. Así mismo, el reconocimiento a las personas (empleados y proveedores) que se encuentran a su alrededor como interlocutores válidos para hacer equipo y enfrentar a la competencia (nacional e internacional) que está transformando los procesos de gestión de la información y las decisiones en la empresa de hoy.
- La revaloración del tiempo como un recurso útil y escaso, que transforma los procedimientos administrativos y operativos de la gestión, y permite la sostenibilidad de innovaciones en el campo de la informática, la robótica y la telemática para reducir las

¹ BANCO MUNDIAL. *El conocimiento al servicio del desarrollo*. Washington, 1999.

² REUNIÓN HEMISFÉRICA DE MINISTROS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA. *El desarrollo de capacidades científicas y tecnológicas en los países de la región*. Documento de trabajo preparado bajo la coordinación de Brasil. Cartagena (Colombia), 1996, p. 5.

distancias y facilitar o agilizar la comunicación de los miembros distantes de una misma comunidad.

- El tránsito de la competencia a la interdependencia como resultado de un proceso diverso y heterogéneo de globalización orientada hacia los usuarios locales, minorías o culturas marginales, ofreciendo sólo lo que se vende y flexibilizando los patrones de producción para atender rápidas demandas de los distintos mercados.
- El reconocimiento de la finitud de los sistemas naturales y el ecoambiente como fuente de recursos, lo que implica la revisión de los procesos productivos, la generación de una cultura racional frente a la naturaleza, y la ampliación de las fronteras para la búsqueda de nuevas fuentes no contaminantes. Por ello, los retos son acercar lo lejano y reciclar lo esencialmente útil.
- El reconocimiento de la innovación tecnológica como elemento fundamental para la determinación del nivel de competitividad empresarial y regional ligado al progreso y bienestar de los pueblos. En el contexto de América Latina, sin duda alguna, el desarrollo de la capacidad científica y tecnológica tendrá que actualizarse, concentrarse en las áreas de particular importancia para las sociedades contemporáneas, tales como biotecnología, nuevos materiales, química fina, robótica, automatización, redes de comunicación e información, ingeniería de precisión, entre otras.
- Para lograr la eficiencia en el tratamiento de esas áreas tecnológicas de avanzada no se podrá prescindir de un proceso de *formación de recursos humanos*, cuya característica central implique las inversiones substanciales a nivel de educación.
- No se podrá prescindir de un acercamiento mayor entre escuelas, universidades, empresas y centros de investigación.
- En gran medida, las inversiones que se hagan en *Investigación y Desarrollo* en los diferentes países de América Latina tendrán que

ser efectuadas por empresas y centros privados de investigación, así como por instituciones no gubernamentales.

En síntesis, de acuerdo con el análisis de los especialistas, los países de mediano ingreso como los de América Latina deberán orientarse hacia la institucionalización de la *ciencia y la tecnología como motor de desarrollo*, tratando de crear un nuevo marco para diseminar este tipo de relaciones, sobre las bases de un acceso más libre y amplio de los conocimientos sobre tecnología. En el análisis es claro que el intercambio renovado permitirá, a la vez, disminuir las diferencias de conocimientos, para fortalecer así la competitividad de nuestros países y mejorar su crecimiento económico, más allá del papel que han desempeñado factores clásicos de producción como la tierra, el trabajo y el capital. Asimismo, el vínculo entre *ciencia, producción y competitividad* es lo que permitirá aumentos de productividad, en calidad, en sostenibilidad y en la capacidad para diseñar y desarrollar nuevos productos que respondan a las necesidades de nuestros países, regiones y/o a las demandas del mercado.

Sin embargo, a pesar de la claridad del paradigma muy bien diseminado en el análisis de casos que se describe en la literatura mundial —respecto a lo cual parece que no hay dudas sobre los beneficios que se obtienen por la inversión en ciencia y tecnología como motor de desarrollo en un mundo con una alta tendencia a la globalización de los mercados—, cuando observamos las tendencias actuales de los países latinoamericanos para invertir en ciencia y tecnología parece que la claridad que hoy se tiene respecto de la temática en el mundo deja muchas dudas sobre qué es lo importante y pertinente en la educación y el desarrollo de nuestros países. El análisis permite afirmar que las comunidades científicas no se conforman automáticamente, como se pretende en mucho de estos países.

Según los teóricos sobre el tema de *Ciencia, Tecnología y Sociedad*, ni las fuerzas del mercado, ni otras fuerzas espontáneas conducen por sí solas al desarrollo de estructuras de producción de conocimiento científico y tecnológico en una nación. El investigador Clemente Forero ha señalado que el libre juego de unas y otras, en un contexto de globalización, tiende a llevar a los países en desarrollo y a sus comunidades científicas a situaciones de trampa perniciosamente estables, en las que la estabilidad se da alrededor de niveles muy insuficientes de actividad

científica y tecnológica. En esos *equilibrios inferiores* es cuando, en opinión de Forero, las comunidades de ciencia y tecnología son extremadamente reducidas y logran apenas un crecimiento vegetativo (Forero, 2000)³, que como puede verse en el desarrollo de algunos de nuestros países, como es el caso de Colombia, no es suficiente para permitir un desarrollo económico y social vigoroso y sostenido.

¿Qué es lo que realmente sucede al interior de nuestros países que les impide acceder a un equilibrio superior que permita el *desarrollo endógeno* de las comunidades científicas y tecnológicas y lograr un impacto significativo en el desarrollo, como sí se observa en los países desarrollados? La respuesta a este interrogante implica una ilustración sobre todas y cada una de las características generales, los obstáculos, las amenazas que se presentan en la implantación del modelo de impulso al desarrollo científico y tecnológico para los países en vías de desarrollo.

En primer lugar, veamos en cifras qué es lo que realmente sucede con la tendencia sobre *el Gasto en Investigación y Desarrollo GIBID* en América Latina y el Caribe y los países industrializados, teniendo en cuenta para ello una comparación entre países desarrollados y en vías de desarrollo con base en indicadores internacionales como la relación inversión gubernamental/PIB, la relación de la inversión pública y privada y el número de investigadores e ingenieros dedicados a estas actividades en nuestro país. Este panorama me permite, mediante un análisis comparativo, extraer tres aspectos que señalan las tendencias generales que acompañan el modelo, para finalmente visualizar las causas asociadas con su tendencia.

El primer aspecto, como se puede apreciar en el cuadro, tiene que ver con las diferencias en inversión de acuerdo con el Producto Interno Bruto (PIB). Se observa en el cuadro que el promedio de inversión en Ciencia y Tecnología (CyT) en Latinoamérica, de acuerdo con el PIB, no supera el 0.7%, diferencia de casi un punto en relación con los países desarrollados que, en promedio, mantienen una relación de 1.74% de acuerdo con el PIB, y en los cuales hay casos que necesariamente conviene resaltar, como Estados Unidos, que invierte 2.4%, y Japón el 3.0%, cifras muy grandes si se tiene en cuenta el PIB de estas naciones.

³ FORERO, Clemente. «De la trampa al desarrollo endógeno». En: *Revista Colombia Ciencia & Tecnología*, Vol.18, N° 4, octubre – diciembre de 2000, p. 3-11.

TENDENCIAS EN EL GIBID EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE Y
LOS PAÍSES INDUSTRIALIZADOS. DATOS UNESCO 1998

PAÍSES SELECCIONADOS (21 PAÍSES)		% DEL PIBA I+D 1995	% INVERSIÓN PUB/PRIV. 1995	NÚMERO TOTAL DE CIENTÍFICOS E INGENIEROS DEDICADOS A I+D	IDH 1995
PAÍSES LATINOAMERICANOS	ARGENTINA	0.37	85/15	18.439	0.882
	BOLIVIA	0.37	64/36	1.200	0.588
	BRASIL	0.88	82/18	33.201	0.804
	CHILE	0.78	70/30	6.429	0.880
	COLOMBIA	0.62	77/23	6.200	0.836
	COSTA RICA	1.25	100/0	1.453	0.883
	CUBA	1.26	—	28.963	0.769
	ECUADOR	0.08	87/13	474	0.784
	MÉXICO	0.35	80/20	19.433	0.842
VENEZUELA	0.35	75/25	7.200	0.859	
PROMEDIO		0.63	80/20	12.299	0.813
TOTAL INVESTIGADORES PAÍSES LATINOAMERICANOS				122.992 (5,7%)	
PAÍSES INDUSTRIALIZADOS	CANADÁ	1.52	44/56	65.210	0.950
	E.E.U.U.	2.40	36/64	926.700	0.937
	ESPAÑA	0.93	52/48	47.481	0.930
	PORTUGAL	0.59	59/41	15.131	0.874
	ALEMANIA	2.24	37/63	389.837	0.921
	FRANCIA	2.34	42/58	179.193	0.930
	JAPÓN	3.0	22/78	787.402	0.937
	CHINA	0.5	34/66	422.700	
	REINO UNIDO	2.05	33/67	175.792	0.916
	REP. COREA	2.4	16/84	117.466	0.882
	SINGAPUR	1.2	31/69	7.695	0.878
PROMEDIO		1.74	37/63	288.235	0.915
TOTAL INVESTIGADORES PAÍSES INDUSTRIALIZADOS				3.170.587 (96,3%)	
TOTAL INVESTIGADORES PAÍSES LATINOAMERICANOS E INDUSTRIALIZADOS				3.293.579	

FUENTE: ANÁLISIS DEL GASTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO GIBID EN PAÍSES LATINOAMERICANOS Y DEL CARIBE E INDUSTRIALIZADOS. PREPARADO POR EL AUTOR CON BASE EN EL DOCUMENTO DE LA UNESCO *Informe Mundial sobre la Ciencia 1998*. MADRID, SANTILLANA, 1998.

Un segundo aspecto, muy significativo para el análisis de estas cifras, nos muestra que además de las grandes diferencias entre unos y otros, la relación entre inversión pública y privada es significativamente diferente. Mientras que la tibia inversión latinoamericana mantiene un sesgo eminentemente público (80/20), que demuestra, por su escasez, el poco interés de nuestros políticos por esta variable como un factor de desarrollo, así como la falta de atención de nuestros empresarios por el tema de la Investigación y Desarrollo, I+D, los países desarrollados se caracterizan por un sostenido y significativo incremento de la inversión privada (37/63), que permite visualizar, con mucha claridad, que son los empresarios los que realmente invierten en I+D, como una estrategia para alcanzar y mantener la competitividad empresarial en los mercados del mundo.

Un tercer aspecto que señalan los datos tiene que ver con la abrumadora mayoría de científicos e ingenieros de los países desarrollados frente a los latinoamericanos. Si observamos con detenimiento las cifras del cuadro, preparado con base en las estadísticas de Ciencia y Tecnología de la Unesco⁴, de un total de 3.293.579 científicos e ingenieros contabilizados entre los 21 países extraídos cuidadosamente para formar parte de esta muestra, el 96.3% forma parte de los denominados desarrollados, y sólo el 3.7% de ellos se encuentra entre los países latinoamericanos. Sin lugar a dudas, estas cifras son la evidencia más significativa de la validez de nuestra apreciación inicial acerca de que «*las comunidades de la ciencia y la tecnología son extremadamente reducidas y logran apenas un crecimiento vegetativo, que puede verse reflejado en el desarrollo alcanzado en algunos de nuestros países*». De esta evidencia se desprenden algunos aspectos colaterales que permiten validar las causas asociadas a lo que Clemente Forero denomina «*la trampa al desarrollo endógeno de la Ciencia y la tecnología en los países latinoamericanos*». Pero queremos llamar la atención sobre uno que me parece muy importante en el contexto de América Latina:

El desbalance tan grande en términos de la *formación de investigadores* a nivel de doctorado de nuestros países con respecto a los países desarrollados, situación crítica si los derroteros internacionales, como hemos venido insistiendo –y de los cuales es difícil escapar–, señalan que la competitividad de nuestras empresas y de la región en general para acceder a un desarrollo más homogéneo y sostenible sólo se logra ampliando significativamente en número y en esencia nuestra participación en la actividad científica y tecnológica mundial en todos los campos, incluyendo el social.

El gran *desbalance en el gasto en ciencia y tecnología* de los países desarrollados con respecto a los latinoamericanos es extremadamente evidente. La fuerza de la competitividad mundial ha llevado a los países industrializados y a las empresas multinacionales a invertir enormes sumas de dinero en investigación científica y tecnológica. Actualmente, según datos del informe de ciencia de la Unesco y el de Indicadores de Ciencia y Tecnología de INRS y la RICYT, se estima que el capital

⁴ Organización de las Naciones Unidas para la Educación, UNESCO. *Informe sobre la Ciencia 1998*. Madrid, Santillana - Ediciones Unesco, 1998.

destinado equivale a US\$ 483 billones, en los cuales América Latina y el Caribe sólo participan con un pequeño porcentaje no mayor del 1%. A nuestro juicio, lo que este desbalance genera se evidencia con claridad en los niveles de Desarrollo Humano alcanzados por los diferentes países, situación que muestra una diferencia de más de un punto en la escala del IDH a favor de los países industrializados.

El panorama que se muestra a continuación resume algunas de las razones que se asocian con el estancamiento en el modelo de impulso al desarrollo científico y tecnológico endógeno de muchos de los países latinoamericanos:

- Los ambientes institucionales de nuestros países no favorecen la inversión en ciencia y tecnología; por ello, las tasas de emigración de científicos entrenados al más alto nivel son altas. Es claro en el cuadro de GIBID el enorme contraste entre la inversión y el número de científicos que conforman la comunidad científica entre países desarrollados y latinoamericanos.
- Los datos evidencian la escasa inversión de la empresa latinoamericana en actividades de I+D; sólo el 20% de lo poco se invierte en toda la región de acuerdo con el PIB. Se mantiene un ambiente caracterizado por *escasos flujos* de conocimiento entre la empresa y la comunidad científica, el cual, en nuestros países, está en las universidades.
- Teniendo en cuenta la escasa posibilidad de generar conocimiento por parte de nuestra comunidad, y la enorme dificultad de nuestros empresarios para adquirir tecnologías en el exterior que afiancen su productividad y competitividad internacional, nuestra industria sólo aspira a controlar mercados nacionales protegidos. De esta forma, las empresas muestran un potencial de crecimiento limitado, escasas posibilidades de exportación y enormes obstáculos para la competencia de productos extranjeros importados legal o ilegalmente.
- Como resultado de tan reducida comunidad científica y de la poca contribución de la *Investigación y el Desarrollo Tecnológico* (I+D)

a la solución de problemas nacionales en diferentes campos (como la salud, la educación, los conflictos sociales, la energía, la minería, el medio ambiente, la biotecnología vegetal, de la salud y el desarrollo industrial), los gobiernos dejan de ver las ventajas políticas de la inversión en educación de los científicos, así como en el financiamiento de proyectos de investigación científica y desarrollo tecnológico, como ha venido sucediendo en Colombia en los últimos dos años. Este planteamiento se apoya en lo que el investigador Clemente Forero⁵ denomina «*la falacia de distracción*», según la cual existe una supuesta división internacional del trabajo entre países avanzados, que se dedican a producir conocimientos, y países atrasados como los latinoamericanos, cuya misión sería la de comprar tecnología.

- El acceso de nuestras pequeñas comunidades científicas y de los desarrolladores locales de tecnología (ingenieros con capacidades para desarrollar tecnología) al conocimiento de punta más actualizado es escaso, y se ve más afectado por las políticas neo-mercantilistas y comportamientos reactivos de las comunidades científicas más avanzadas.
- La problemática, ligada al reducido número de la comunidad, nos limita para publicaciones internacionales en revistas indexadas, de tal forma que sus resultados son poco frecuentes y el impacto de la producción nacional en la internacional de alguna forma es despreciable o inocuo. Las diferencias en este campo son realmente alarmantes, ya que según fuentes del *Institute of Scientific Information*, ISI, América Latina sólo proporciona el 3.6% de las publicaciones indexadas del mundo.
- Teniendo en cuenta que la globalización ha permitido llevar al contexto planetario las leyes del mercado —que como sugiere Adam Smith⁶ en su famosa obra *The Wealth of Nations* es la

⁵ FORERO, Clemente. «De la trampa al desarrollo endógeno». En: *Revista Colombia Ciencia & Tecnología*, op. cit., p. 3-11.

⁶ SMITH, Adam. *La riqueza de las naciones II*. Biblioteca Económica. Barcelona, Ediciones Orbis, 1983, p. 171.

denominada «*mano invisible*», que todo lo organiza y regula a través de la también conocida *Competitividad*–, las diferencias apreciables en gasto de ciencia y tecnología basado en su relación con el PIB, tanto a nivel público como privado, favorecen significativamente a las denominadas «empresas trasnacionales», que justifican sus enormes cifras de negocios en la inversión y los esfuerzos sostenidos en Investigación y Desarrollo I+D⁷.

- Podríamos pensar que el agrandamiento de las multinacionales se ve fortalecido en un clima mundial en el que predomina la competitividad empresarial que se sustenta en la inversión en Ciencia y Tecnología, ya que son las empresas las que invierten en los países industrializados más del 75% de los gastos en I+D. Una inversión sostenida y cifrada en el desarrollo de nuevos productos y procesos es lo que está definiendo una especie de *apartheid* a escala mundial, que ya describió el *Grupo de Lisboa* como *Los límites de la competitividad*, dirigido por Ricardo Petrella, profesor de la Universidad de Lovaina, entre los países industrializados, que sostienen el 78% del PIB mundial y el comercio mundial, y el resto de las naciones del mundo, que sólo sostienen el 23%.

Es importante mencionar que, en este contexto, América Latina también presenta señales del *apartheid*, ya que muchos de sus países mantienen más del 40% de su población en pobreza, y lo más grave es que hay un 18% de su población dentro del rango de la miseria⁸.

⁷ Las 180 empresas más poderosas pertenecen a cinco países industrializados: Estados Unidos, Japón, Alemania Francia y Reino Unido. Estas empresas son verdaderos monstruos económicos cuyas cifras de negocios sobrepasan ampliamente el ingreso de muchos estados nacionales, incluyendo países de alto desarrollo. Las cifras de negocios de la *Ford* son similares al ingreso de un país como Noruega y superior al producto nacional bruto de Finlandia, Grecia, Portugal o Irlanda. Las ventas de *Royal Dutch-Shell* o de *Exxon* (los magnates del petróleo en el planeta) son superiores a las riquezas que producen en América Latina Colombia, Venezuela o Chile, y son tres veces el ingreso de Cuba, El Salvador, Panamá, Bolivia, Paraguay y Nicaragua (Rathenau W., citado por Claimont, E., 1999).

⁸ MOJICA, Francisco. *Leyes del Mercado y papel de la sociedad civil: Escenarios de América Latina para el año 2020*. Mimeo de la conferencia presentada en el IV ENCUENTRO LATINOAMERICANO DE ESTUDIOS PROSPECTIVOS, Bogotá (agosto, 2000).

Como se puede ver, con algunas excepciones, en América Latina la problemática de la *endogenización de la ciencia y la tecnología*, de acuerdo con el panorama descrito, demuestra que el avance en los procesos es lento, con muchas dificultades, pocas posibilidades de sinergia que permitan salir de una especie de *trampa que impide* endogenizar el desarrollo de la ciencia y la tecnología en nuestros países y desatan fuerzas permanentes, mecanismos de ajuste, adaptación y selección e incentivos suficientes para que estas actividades crezcan en forma automática y se conviertan en un motor que jalone la economía de la región latinoamericana⁹.

Dentro de este contexto es conveniente entender que el desarrollo endógeno implica también la participación de uno de los agentes que más pesa en la estructura de la economía moderna: la empresa. Es necesario precisar sobre el particular que los incentivos que tienen las empresas privadas en los mercados para invertir en I+D son suficientes. Este caso ha sido estudiado en la literatura, y se ha demostrado que la *«actividad tecnológica es endogenizable porque el conocimiento tiene la virtud de no agotarse con el uso, como se agota cualquier otro insumo de la producción»*.¹⁰

En medio de este panorama un poco desalentador, la pregunta que surge nuevamente es qué hacemos para lograr romper este círculo vicioso que nos ahoga a pesar de la claridad estratégica que supone el avance de la competitividad en el mundo, cifrado en el paradigma científico y tecnológico. Muchos países han demostrado que es perfectamente posible salir de lo que Clemente Forero denominó «la trampa». El movimiento de la trampa descrita hacia un «círculo virtuoso», en el que ciencia y tecnología alimenten el desarrollo económico y social, y éste, a su vez, retro-alimente la actividad de investigación, tanto en ciencia como en tecnología, es viable, como lo han demostrado muchos países en épocas remotas y recientes¹¹.

Es posible concebir estrategias estables que induzcan cambios hacia trayectorias de desarrollo de las comunidades científicas que les permitan salir de «la trampa» y meterse en «círculos virtuosos», donde

⁹ FORERO, *op. cit.*

¹⁰ AGHION, Philippe y HOWITT, Peter. «A model of growth through creative destruction». *Econometrica*, Vol 60, N° 2, 1992.

¹¹ FORERO, *op. cit.*

el desarrollo de las actividades de la economía y el desarrollo de la sociedad se sostenga. La verdad es que existen muchas recomendaciones, pero en este espacio llamaría la atención sobre algunas que creo las más pertinentes:

- Sin lugar a dudas, si analizamos las diferencias de inversión con relación al PIB, es claro que se requiere en, primer lugar, *una prolongada y masiva intervención del Estado para luego ir jalonando la intervención de la empresa privada y de la universidad como actores esenciales del sistema*. Es por ello que la probabilidad de contacto y de interacción fructífera de los actores de los sistemas nacionales de ciencia y tecnología en los países latinoamericanos con científicos de la misma comunidad, es relativamente inferior a la que se observa en las comunidades de países desarrollados.
- Invertir masivamente en la *formación de científicos, principalmente en programas de doctorado nacionales*, que podían iniciarse utilizando los mecanismos de la cooperación internacional como los programas de la Unión Europea, el ALFA, por ejemplo, así como los convenios de cooperación bilateral entre las universidades de los países europeos, que ponen a disposición de la comunidad latinoamericana acuerdos de apoyo al desarrollo de doctorados en ciencias sociales, educación y otras áreas del conocimiento, que permiten formar doctores con un buen nivel científico y/o tecnológico para iniciar el acercamiento a los «círculos virtuosos», el cual es determinado por la relación ciencia - tecnología y desarrollo.
- Promover grupos locales de investigación, sobre todo a partir de los esfuerzos que vienen haciendo las universidades latinoamericanas públicas y privadas serias, que han logrado generar una capacidad científica y tecnológica gracias a *esfuerzos institucionales sostenidos* realizados en los últimos 20 años, con aportes a la formación profesional de alto nivel, a la conectividad, al mejoramiento de laboratorios, a la adquisición de bases de datos suficientes en medios electrónicos para dotar sus bibliotecas, a la delimitación de la ciencia y la tecnología como área estratégica

de desarrollo, entre otras. Para estos grupos es necesario orientar formas y mecanismos que permitan a sus miembros superar el aislamiento y romper las barreras institucionales mediante una dinámica internacional en la cual redes internacionales REDFORD permitan el intercambio para el desarrollo de investigaciones conjuntas, apoyo a la formación y mantener, ante todo, una comunicación horizontal en la que se pueda discutir en un área de conocimiento, como es el caso de la Educación.

- La inversión sostenida en educación primaria y secundaria, pero enfatizando en la calidad de sus programas, horas de asistencia, currículos centrados en el desarrollo de estrategias de pensamiento que permitan masificar el uso del conocimiento —que como señalan los estudios de prospectiva en ciencia y tecnología será la variable que predomine en este siglo—, el mejoramiento de los planes de capacitación de nuestros maestros de primaria, la implementación de la informática en la educación, entre otras necesidades.
- El subsidio sostenido mediante *programas de exención tributaria* durante un período razonable es necesario para lograr que el sector empresarial pueda acceder a la dinámica de la innovación tecnológica, como mecanismo de competitividad empresarial. El empresario latinoamericano, mediante el uso de este tipo de mecanismos, puede comenzar a ver en la universidad un aliado necesario para el desarrollo de proyectos de conocimiento que le proporcionen competitividad a las empresas, para hacer frente a los embates del mercado y el poder de las multinacionales extranjeras, que invierten sumas enormes de dinero en actividades de I+D. Esto es claro en los datos del cuadro presentado, que muestran que la relación de inversión entre dineros públicos y privados en los países industrializados y de reciente industrialización es de 23/77.

Hay que lograr diseñar en los países que no lo tienen, y mantener en aquellos en que existen, los incentivos al reconocimiento y continuidad de la financiación de proyectos de investigación científica,

desarrollo tecnológico e innovación tecnológica universidad - empresa, que incluyan partidas para los investigadores más exitosos que se presenten a las convocatorias públicas.

Como se puede ver en estos planteamientos, la dinámica que impone el conocimiento y la información son tan evidentes que cualquier ejercicio, por más simple que sea, nos indica que el nuevo siglo estará cifrado sobre estos componentes. La reflexión que hacemos a la luz de este ensayo, y que queremos compartir, es: ¿Por qué si el conocimiento es factor de desarrollo, de progreso, como se puede ver en las cifras que hemos presentado, los gobiernos de nuestros países latinoamericanos, supuestamente democráticos, muchos de ellos terminan colocando a la ciencia en un bajo lugar de prioridad? ¿Por qué los empresarios no acuden a los innovadores, tecnólogos e ingenieros nacionales, muchas veces con altos niveles de formación, que hacen parte de los equipos de profesores de universidades locales, para resolver problemas que afectan su productividad, sobre todo cuando sabemos que sus problemas no serán resueltos por la competencia internacional, que está interesada en que desaparezcan del mercado?

Aunque esta realidad ha venido mejorando lentamente en América Latina, las cifras son tan abrumadoras y los cambios tan insignificantes, que nuestra realidad social cada día es más complicada y está enmarcada por problemas como el desempleo, la pobreza y la miseria, con cifras alarmantes, y se insiste en invertir en muchas cosas menos en lo prioritario, es decir, en lo necesario para hacer frente a los retos que nos impone este nuevo siglo ¿Será que somos capaces de continuar de espaldas a la realidad y seguir manteniendo el mismo «círculo mentiroso» que nos tiene sumidos en una trampa sostenida? Esta es una advertencia para que nuestros gobernantes, dirigentes universitarios y empresarios busquen salidas con esquemas racionales, bien fundamentados en la dura realidad que se nos aproxima.♦

BIBLIOGRAFÍA

- ABELLO, R., RAMOS, J.L. y CORREA, J. *Ciencia y tecnología para el Caribe colombiano*. Barranquilla (Colombia), Ediciones Uninorte, 1997.
- AGHION, Philippe y HOWITT, Peter. «A model of growth through creative destruction». *Econometría*, Vol. 60, N°2, 1992, p. 323 - 329.
- BANCO MUNDIAL. *El conocimiento al servicio del desarrollo*. Washington, 1999.
- BURBANO, Pedro Pablo. «Las paradojas de la globalización». En: Revista *Colombia Ciencia & Tecnología*, Vol.18, N° 4, p. 12 - 27, octubre-diciembre de 2000, p. 12-27.
- CLAIMONT, Frederic. *Le monde Diplomatique*. París, diciembre de 1999.
- FORERO, Clemente. «De la trampa al desarrollo endógeno». En: Revista *Colombia Ciencia & Tecnología*, Vol. 18, N° 4, octubre-diciembre de 2000, p. 3-11.
- RICYT. *Indicadores de Ciencia y Tecnología*. Buenos Aires, 1995.
- MOJICA, Francisco. *Leyes del Mercado y papel de la sociedad civil: Escenarios de América Latina para el año 2020*. Mimeo de la conferencia presentada en el IV ENCUENTRO LATINOAMERICANO DE ESTUDIOS PROSPECTIVOS. Bogotá, agosto, 2000.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA EDUCACIÓN, UNESCO. *Informe sobre la Ciencia 1998*. Madrid, Santillana-Ediciones Unesco, 1998.
- REUNIÓN HEMISFÉRICA DE MINISTROS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA. *El desarrollo de capacidades científicas y tecnológicas en los países de la región*. Documento de trabajo preparado bajo la coordinación de Brasil. Cartagena (Colombia), 1996.
- SMITH, Adam. *La riqueza de las naciones II*. Biblioteca Económica. Barcelona, Ediciones Orbis, 1983.