

Política Científica y Tecnológica: Una visión desde América Latina

Mario Albornoz

Profesor de Ética y Sociología. Universidad Complutense de Madrid

Director del Centro Iberoamericano de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CICTES)

1. La ciencia en la agenda internacional

La importancia que se concede a las políticas para la ciencia, la tecnología y la innovación es creciente en los países industrializados. El indicador más claro de este fenómeno, más allá de la retórica, es el ritmo de aumento de la inversión en estas actividades durante las últimas décadas. Después de una transitoria meseta, producida fundamentalmente por un cierto receso de la I+D orientada a la defensa, las cifras han vuelto a mostrar valores en alza.

Muy distinto es el panorama actual de los países latinoamericanos, en donde la política científica, al igual que la política tecnológica y la de innovación, no logran trascender el plano de las intenciones declarativas y acompañan, en realidad, la suerte de otros indicadores que expresan el estancamiento –y aún el retroceso- de la región en su conjunto.

También los organismos internacionales se han hecho eco últimamente de la importancia del conocimiento científico y tecnológico. El Banco Mundial (1999) dedicó su informe anual de 1998/1999 al problema del conocimiento. Más recientemente, UNESCO convocó en Budapest la Conferencia Mundial de la Ciencia. Voy a referirme someramente a estas apelaciones, a las que considero en gran medida voluntaristas, para tratar de mostrar que se trata de un fenómeno recurrente que no alcanza a modificar las tendencias decrecientes de la implantación de la ciencia en los países en desarrollo.

2. De Viena a Budapest

La Conferencia de Budapest tiene muchos antecedentes que se remontan incluso a los años sesenta. Entre todos ellos, tomaré en cuenta, por su relación directa y por una suerte de simetría, tan sólo la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Ciencia, Tecnología y Desarrollo realizada en Viena veinte años antes.

Aquella Conferencia tuvo una gran repercusión ante la opinión pública. Los documentos que entonces se produjeron, vistos desde hoy, aparecen como un cúmulo de buenas intenciones. Sin embargo, su lectura muestra también que en aquella ocasión comenzó a hacerse explícito el enfrentamiento de perspectivas e intereses entre los países del tercer mundo (representados por el Grupo de los 77) y los países desarrollados.

En el documento final de la Conferencia de Viena se establecieron numerosas recomendaciones para que los países en desarrollo crearan y consolidaran sus sistemas científicos y tecnológicos. Se delineó también una política de cooperación internacional que fijaba el papel de los países desarrollados en el proceso de desenvolvimiento de la capacidad científica y tecnológica de los países en desarrollo.

¿Cómo no serían de utópicas aquellas recomendaciones si el documento afirmaba que las medidas que debían adoptar los países desarrollados debían tener por objeto “**compartir el conocimiento y la experiencia** para ampliar las opciones de los países del tercer mundo en orden a alcanzar sus metas de desarrollo definidas en el plano nacional!”. Sin embargo, también hay que reconocer que no todo era utopía y que la conferencia reprodujo las confrontaciones que la escena internacional registraba en otros planos.

El texto propuesto por el Grupo de los 77, por ejemplo, apuntaba a razones de hegemonía y dependencia para encuadrar la política científica:

“Es un hecho ampliamente reconocido que la estructura de las relaciones internacionales en materia de ciencia y tecnología es imperfecta y refleja profundas diferencias entre las naciones. Refleja una situación en que unos pocos países –en particular, ciertas empresas industriales con sede en esos países- asumen el dominio tecnológico y determinan la dirección y el desarrollo de la tecnología en sectores cruciales, dejando a la mayoría de los países en situación de crítica dependencia tecnológica, pese a sus vastos recursos humanos y materiales” (Naciones Unidas, 1979).

El texto agregaba, con sentido crítico:

“Las actuales estructuras internacionales de información son sumamente inadecuadas para los países en desarrollo. Además, debe tenerse en cuenta que el suministro de información no tiene el efecto automático de crear una demanda y que, a menos que se asegure una utilización adecuada de la información por los países en desarrollo, las estructuras internacionales de información cumplen una función escasamente útil” (Naciones Unidas, 1979).

También el entonces bloque socialista trataba de incluir sus prioridades políticas, cuando solicitaba que la declaración final reflejara:

“el vínculo existente entre la reestructuración de las relaciones económicas internacionales sobre una base justa y democrática y la lucha por lograr la paz, la distensión y el desarme, lo que proveerá una fructuosa cooperación internacional en distintas esferas; entre ellas, la ciencia y la tecnología...en beneficio de todos los pueblos del mundo” (Naciones Unidas, 1979).

Veinte años después, UNESCO convocó a la reciente Conferencia Mundial de la Ciencia. La Declaración destaca nuevamente la interdependencia de todas las naciones y postula el objetivo común de preservar los sistemas de sustentación de la vida en el planeta. Dicho sea de paso, hace una mención colateral a posibles efectos negativos de las ciencias naturales (las ciencias sociales, agradecidas).

En este sentido, el documento es moderadamente crítico, ya que si bien entona loas a los efectos benéficos de la ciencia, acepta que ésta también ha provocado impactos negativos, tales como la degradación del ambiente y el desarrollo de armas de tremendo poder destructivo.

Reclama, en consecuencia, un **debate democrático vigoroso** sobre la producción y aplicación del saber científico. Los esfuerzos –destaca- deben ser interdisciplinarios e involucrar inversiones públicas y privadas. Proclama la necesidad de establecer prioridades y vuelve con el tema de veinte años atrás, respecto a “compartir el saber”.

Sin embargo, contiene también una afirmación curiosa en un texto al que se podría considerar como “científico-céntrico”. Se trata de la afirmación de que “los beneficios derivados de la ciencia están

desigualmente distribuidos **a causa** de las asimetrías”. En un texto redactado mayoritariamente por científicos, las afirmaciones que implican relaciones causales no deben ser menospreciadas. Una buena lectura de la frase pone de manifiesto que ésta equivale a reconocer que la ciencia está implicada en las relaciones de poder.

La Declaración final de la Conferencia, en una frase que parece intercalada por algún fantasma superviviente del Grupo de los 77, parece querer decirnos que para lograr una distribución equitativa de los beneficios de la ciencia es preciso eliminar primero las causas: es decir las asimetrías. La posición contraria sería ajena a esta lógica. La idea de utilizar la ciencia para resolver las asimetrías aparece así como un voluntarismo.

No se trata de un fenómeno que no haya sido señalado antes. Ya en 1932 esto fue advertido por Horkheimer: si la ciencia se ha convertido en una fuerza de producción, entonces reproduce la estructura social. Se convierte en un instrumento que hace más ricos a los ricos y más pobres a los pobres. Finalmente, en la realidad prevalece el “efecto Mateo”: Dios le da más al que más tiene.

La ciencia moderna es inseparable de la política porque, en última instancia, es un instrumento de poder y porque más recientemente se ha convertido en uno de los ejes sobre los que se transforma la estructura social. Esto ha sido enfatizado desde diferentes ópticas por muchos autores, entre los que me permito citar a Bruno Latour, Daniel Bell, y Derek de Solla Price.

En los hechos, el surgimiento de la política científica contemporánea está directamente vinculado con la guerra. El documento al que se considera como acta fundacional de la política científica (“Science, the Endless Frontier”, de Vannevar Bush) fue escrito en respuesta a un requerimiento del Presidente Roosevelt, quien deseaba saber cómo podían los Estados Unidos valerse de la ciencia para ganar las batallas de la paz, del mismo modo en que lo habían hecho para ganar la segunda guerra mundial. El desarrollo de la física alemana, personificada en Heisenberg, es inseparable del esfuerzo realizado para llegar primero a disponer de la bomba atómica.

En 1941, en plena guerra, la Asociación Británica para el Progreso de la Ciencia organizó una Conferencia Internacional bajo el tema “La Ciencia en el Orden Mundial”. En ella, el Ministro de Relaciones Exteriores de Gran Bretaña, Anthony Eden dijo que el gobierno debía llamar a los hombres de ciencia para que ayudaran en la causa por la que luchaban y que los necesitaría aún más en la causa por la que trabajarían en la paz. Como se ve, un discurso idéntico al del diálogo Roosevelt – Bush (British Association, 1942).

En el mismo sentido se manifestó entonces John Bernal:

En esta guerra, la dependencia del gobierno de la ciencia queda de manifiesto como nunca hasta ahora. Pero es sólo en su urgencia aparente que las necesidades de la guerra difieren de las de la paz. Lo que la ciencia ha dado a la guerra para la destrucción de la humanidad puede ser dado más efectivamente y con mejor voluntad para su beneficio” (British Association, 1942).

Juan Negrín, quien además de Primer Ministro de la República Española era catedrático e investigador en fisiología, por entonces exiliado en Inglaterra, participó también de aquella reunión. La intervención de Negrín constituyó un inteligente discurso acerca de las relaciones entre la ciencia y la política, que incluía un alegato contra la tecnocracia.

“El espíritu con el que informo estas consideraciones no sustenta, ya sea abierta o veladamente, un régimen de ‘tecnocracia’ o, más aún, de ‘sofocracia’. La ciencia y la tecnología deben proveer lo

necesario para un gobierno racional, pero de ningún modo pueden reemplazarlo” (British Association, 1942).

La tecnocracia, como variante de la burocracia, según la visión de Max Weber y la glosa de Manuel García Pelayo, responde a una visión ideológica según la cual la racionalidad científica y tecnológica desplaza a la política. En estas épocas de auge del “pensamiento único”, nueva variante del discurso tecnocrático, la advertencia de Negrín tiene gran actualidad.

La tecnocracia no es solamente un rasgo de las sociedades económica y tecnológicamente más avanzadas. Hay una tecnocracia del subdesarrollo que hoy, en el plano de la economía predica como únicas recetas la desregulación, la reducción del estado, el ajuste de las cuentas públicas y la apertura de los mercados. Esa visión tecnocrática carece de respuesta para el agravamiento de los problemas sociales. En el campo de la política científica y tecnológica se libra en América Latina una confrontación que por momentos parece incluir como actores sólo a los “modernizadores” que menosprecian el esfuerzo endógeno y los viejos capitanes de la ciencia tradicional. A esta confrontación me referiré más adelante.

3. Ciencia, tecnología y desarrollo en América Latina

En América Latina la preocupación las políticas de ciencia y tecnología surgió muy pocos años después que los países industrializados tomaran conciencia acerca de su importancia. Una peculiaridad de la región ha sido la íntima vinculación entre estas políticas y la problemática del desarrollo.

Después de la segunda guerra mundial se pusieron en marcha grandes programas de reconstrucción de los países beligerantes y a ello se aplicó la tarea de muchos de los organismos multinacionales recién creados. El comercio internacional se fue recuperando, pero América Latina encontró dificultades crecientes para beneficiarse de los flujos de intercambio. Los actores más destacados de la región comenzaron a experimentar una desconfianza creciente acerca de los presuntos beneficios del modelo internacional vigente.

Cuando los países de América Latina cayeron en la cuenta de su marginación respecto a los nuevos escenarios de la economía y la política internacionales, alzaron sus voces para instalar la problemática del desarrollo en la agenda de temas prioritarios de la comunidad internacional. Por efecto de aquellas presiones fue creada la CEPAL, como un organismo especializado en la economía latinoamericana y la cuestión del desarrollo fue reconocida como la prioridad estratégica fundamental para la región (Sunkel y Paz, 1970).

Los economistas del desarrollo (Hirschman, Rostow, Nurkse y otros), vinculados en su mayoría a organismos internacionales, y sobre todo a la CEPAL, coincidían en la inconveniencia de una inserción pasiva en el comercio internacional. La solución propuesta fue impulsar políticas de **industrialización por sustitución de importaciones** (ISI) a partir de una activa intervención del estado para regular el funcionamiento de los mercados.

En este marco, los países de la región comenzaron a abrir el campo de la política científica y tecnológica. A partir de la década de los cincuenta, muchos de ellos crearon instituciones destinadas a la política, el planeamiento y la promoción de la ciencia y la tecnología. Aquellas acciones, que recibieron un gran impulso en la siguiente década, fueron en muchos aspectos discontinuas y contradictorias, pero en otros exhibieron una notable continuidad debido a que, en general, fueron diseñadas siguiendo las pautas organizativas y la concepción general que difundieron activamente UNESCO y OEA.

Ambas organizaciones “sembraron la idea de que la ciencia y la tecnología eran una usina de crecimiento, en un rico suelo fertilizado por el deseo de la modernización y el desarrollo” (Dagnino 1999).

Apenas comenzada la década de los sesenta, el apoyo a la ciencia y la tecnología entró en la agenda de la cooperación hemisférica. La preocupación dominante inicialmente fue la necesidad de desarrollar metodologías para la planificación de la política científica y tecnológica, en el marco de la planificación general del desarrollo. Este punto de vista quedó claramente expresado en la Declaración de los Presidentes de América, surgida de la reunión de Punta del Este en 1967.

Sin embargo, pese a tales esfuerzos, la cruda realidad de la vida económica hizo que el proceso de ISI se nutriera de tecnología transferida en forma incorporada a las grandes inversiones de capital, sin que se prestara suficiente atención a las fases de adaptación a las condiciones de mercado, aprendizaje y todas aquellas que hoy se engloban en el concepto de *trayectoria tecnológica* de las firmas (Bell, 1995). El resultado fue una baja capacidad tecnológica del sector productivo de los países latinoamericanos, escasa demanda de conocimientos tecnológicos generados localmente y, por lo tanto, sistemas científicos escasamente vinculados con los procesos económicos y sociales.

Al cabo de algunas décadas, el modelo de ISI fracasó en resolver el problema y, en algunos aspectos, hasta lo agravó, pese a haber alcanzado cierto éxito en impulsar el crecimiento de la industria de manufacturas en muchos países de la región.

La crisis de la década los ochenta, a la que se conoce como la “década perdida” por los países latinoamericanos, produjo una ruptura en la confianza de que existía un camino hacia el desarrollo endógeno y dio lugar, en cambio, a políticas de ajuste, estabilización y apertura de las economías, que fueron consideradas como un paso necesario –aunque no suficiente- para intentar la vía alternativa ofrecida por la globalización.

La experiencia de América Latina en utilizar la política científica y tecnológica como instrumento de desarrollo, pese a ciertos logros en el plano académico, no puede ser considerada como un éxito. Algunos autores señalan que esto se debió a ciertos factores que acentuaron los aspectos negativos del enfoque basado en la oferta. El primero de ellos fue la **escasa demanda** de conocimiento científico y tecnológico por parte del sector productivo. El segundo factor tuvo carácter estructural y consistió en la inexistencia o la **extrema fragilidad de los vínculos** e influencias recíprocas entre el estado, la sociedad y la comunidad científica (Dagnino, 1999). La importancia de este problema fue claramente percibida por Jorge Sábato, quien propuso, como modelo orientador de las estrategias de desarrollo, un “triángulo de interacciones” entre los vértices correspondientes al gobierno, el sector productivo y las instituciones científicas y académicas (Sábato, 1969).

En la práctica latinoamericana, el vacío dejado por la demanda del sector productivo fue ocupado por la comunidad científica. Ella jugó, en el diseño de las políticas latinoamericanas de ciencia y tecnología, un papel que excedió por mucho la influencia que tuvo en los países avanzados.

“Algunos miembros de la comunidad científica, principalmente relacionados con las disciplinas universitarias tradicionales, con el poder adquirido a través de un mecanismo de *transducción* tuvieron considerable influencia en el diseño de las políticas de ciencia y tecnología. Este mecanismo transforma el prestigio derivado de las actividades académicas, en particular, de las comunidades disciplinarias, en autoridad política y poder de representación de la comunidad científica” (Dagnino, 1999).

Ya desde finales de los sesenta, un sector surgido del propio núcleo de las comunidades científicas de los países de América Latina había comenzado a manifestar una actitud crítica respecto al modelo de desarrollo seguido hasta entonces en relación con la ciencia y la tecnología. Este fenómeno, convergente a posteriori con otras corrientes originadas en el ámbito de la economía, fue parte importante de lo que más tarde sería denominado como “pensamiento latinoamericano en ciencia y tecnología” (Albornoz, 1989).

La crítica al modelo preexistente fue enfocada desde distintos ángulos. Desde uno de ellos se destacó el carácter marginal de la ciencia en la región, vinculándola con la **dependencia** de los centros de poder mundial. Desde esta perspectiva crítica se señalaba que la producción científica tenía más relación con las necesidades internas del grupo social que las generaba, que con los requerimientos propios del desarrollo del país dependiente (Herrera, 1971). Otros autores caracterizaban al sistema científico de los países latinoamericanos como “exogenerado” y “endodirigido” (Suárez, 1973). Un cuestionamiento más radical se tradujo en la distinción entre la ciencia “importada”, “copiada” o generada localmente en función de demandas sociales, y el modelo de país que a cada una de ellas correspondía (Varsavsky, 1969).

4. Nuevas tendencias globales

En los años más recientes, un nuevo contexto en el que predominan las tendencias globales, y en el cual la información y el conocimiento ocupan un lugar central, planteó en América Latina la necesidad de una nueva agenda del desarrollo y nuevas políticas para el conocimiento.

El conocimiento, como nunca antes en la historia, se ha convertido en un factor crítico para el desarrollo. El informe 1998/99 del Banco Mundial, comienza con una *comprobación*:

“Las economías no están basadas únicamente en la acumulación de capital físico y recursos humanos; hace falta también un sólido cimiento de información y aprendizaje” (Banco Mundial, 1999).

En la medida que el conocimiento se ha convertido en un factor esencial para la riqueza, su distribución se ha tornado igualmente inequitativa.

“Lo que distingue a los pobres –sean personas o países- de los ricos es no sólo que tienen menos capital, sino menos conocimientos” (Banco Mundial, 1999).

La revolución de la ciencia y la tecnología -en particular, las tecnologías de la información y comunicación- ha transformado profundamente, no sólo el sistema productivo, sino la estructura social en los países industrializados. Este proceso repercute con fuerza en los países en desarrollo y, por el momento, se traduce en un gran desconcierto con respecto a las políticas que corresponde adoptar.

En el escenario de quienes debaten sobre estos temas en América Latina es posible identificar por lo menos cuatro posturas diferenciadas:

Política científica tradicional

Esta postura, basada en la oferta de conocimientos, defiende la necesidad de una política cuyo eje sea asignar recursos al fortalecimiento de la investigación básica, siguiendo criterios de calidad. Esta postura predomina en la comunidad científica latinoamericana. La debilidad de esta posición es que en la

experiencia de los países de América Latina los conocimientos producidos localmente no llegan a aplicarse en la producción o los servicios.

Política Sistémica de innovación

Esta postura, basada en la demanda de conocimientos postula la necesidad de una política cuyo eje sea el estímulo a la conducta innovadora de las empresas. En sus versiones más modernas, se aplica el enfoque de "sistemas de innovación". La innovación, desde esta perspectiva, es vista como un proceso de interacciones múltiples que requiere la existencia de un tejido social innovador como sustento. La debilidad de esta posición es que en el sector productivo latinoamericano los sistemas de innovación son más un postulado teórico que una realidad. La comunidad científica suele rechazar el aspecto "economicista" de esta política.

Política para la sociedad de la información

Esta postura se basa en la potencialidad de internet y en la supuesta disponibilidad universal de los conocimientos. Pone el énfasis en fortalecer la infraestructura de información y telecomunicaciones. Esta postura es impulsada por sectores que, desde una perspectiva modernizadora, cuestionan la viabilidad de los esfuerzos orientados a lograr una capacidad científica endógena, sobre la base de que las tendencias globales producen una nueva distribución internacional del trabajo y del saber. La debilidad de esta posición radica en que confunde los procesos de creación y transmisión de conocimientos. La renuncia a producir conocimientos localmente afecta la capacidad de apropiarse de los que son generados fuera de la región. Esta perspectiva pierde también de vista que la solución de muchos de los problemas locales reclama conocimientos producidos localmente. Esta postura, que está en auge en ciertos países, no es propiamente una política científica y tecnológica, pero en la práctica la reemplaza.

Política de fortalecimiento de capacidades en ciencia y tecnología

Esta postura es ecléctica, ya que trata de rescatar, por una parte, las políticas de ciencia y tecnología propias de etapas anteriores, centradas en la producción local de conocimiento, pero procura, por otra parte, adaptarlas en función del nuevo contexto. Postula la necesidad de implementar políticas que no sólo tengan en cuenta la I+D, sino también las distintas etapas o modalidades del proceso social del conocimiento: la capacitación científica y técnica, la adquisición de conocimientos, su difusión y su aplicación en actividades productivas u orientadas al desarrollo social. La dificultad de esta postura radica en que los procesos de transformación que propone son graduales y están menos asociados al imaginario de los gurúes de la "modernización" (cuya influencia en la asignación de recursos es considerable), que confían en que milagrosamente, gracias a internet, se accede de lleno al primer mundo.

El debate entre las cuatro posturas señaladas aún no ha decantado y, en general, no ocupa el lugar central en la agenda de los países, ya que (salvo excepciones) predominan las políticas de ajuste que se traducen en una baja inversión en ciencia y tecnología. No obstante, se registra una toma de conciencia gradual acerca de los riesgos implícitos en el actual orden político y económico hegemónico, tanto en lo que se refiere a los procesos de exclusión, como a la degradación ambiental. Ello conduce a la necesidad de impulsar un modelo de desarrollo "sostenible".

La característica de "sostenible" (o sustentable) convierte al desarrollo en una meta de naturaleza más compleja e integradora que la idea de "desarrollo a cualquier precio" sobre la base de la cual se articularon muchas de las políticas públicas en Iberoamérica a partir de los años sesenta, incluyendo

entre ellas a las de ciencia y tecnología, y le confiere un contenido ético superior al "desarrollo para pocos" que está implícito en el modelo vigente en la actualidad.

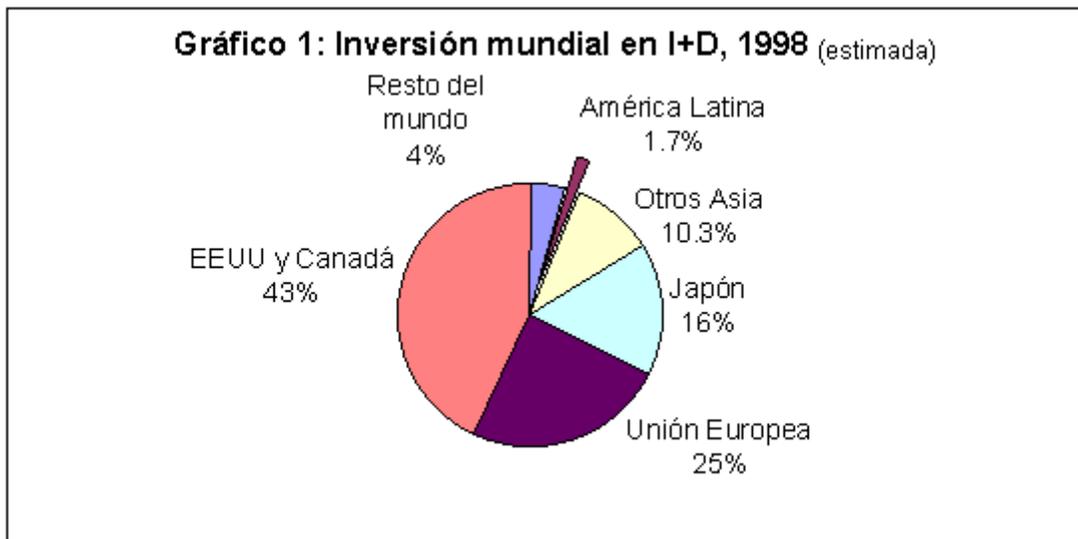
El "desafío del conocimiento" (Fajnzylber, 1992) es estratégico para los países latinoamericanos. Este desafío implica la necesidad de realizar grandes esfuerzos en materia de educación, investigación científica y modernización tecnológica. El cambio más profundo, respecto a los enfoques de décadas anteriores, no se refiere al énfasis puesto en el papel de la ciencia y la tecnología, sino a la comprensión de que éstas atañen no solamente a científicos y tecnólogos sino a la sociedad en su conjunto.

5. Panorama de la ciencia y la tecnología en América Latina y el Caribe

¿Cuál es hoy la realidad emergente de todo ese proceso histórico? Los datos aportados por la RICYT ponen de manifiesto que América Latina muestra una *debilidad estructural* en materia de ciencia y tecnología. Los indicadores disponibles⁽¹⁾ cuantifican la escasez de recursos y financieros, si bien permiten diferenciar trayectorias y situaciones nacionales muy disímiles. La *heterogeneidad*, por lo tanto, es una de las condiciones que deben ser tomadas en cuenta a la hora de formular propuestas de alcance regional.

5.1. La inversión en ciencia y tecnología

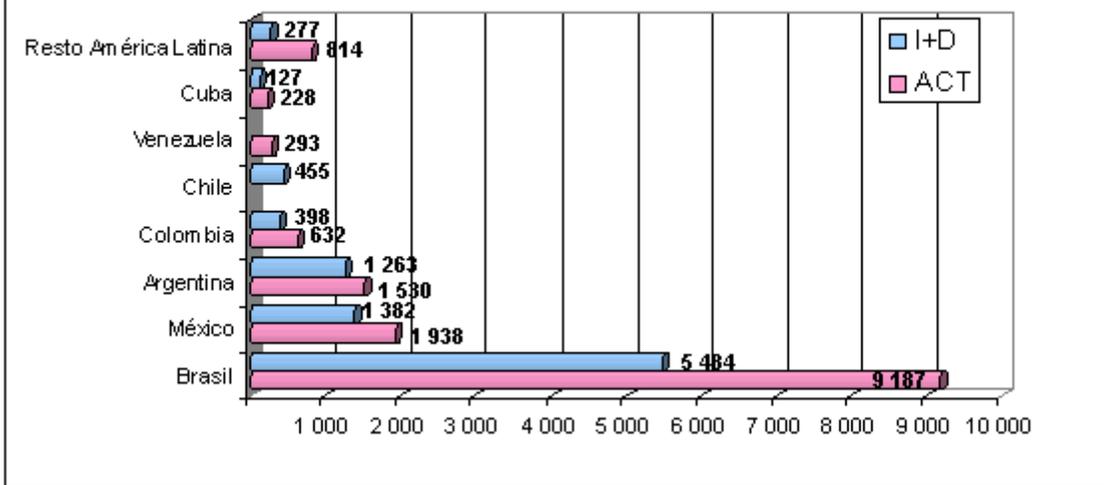
América Latina representa el 1,7% de la inversión mundial en I+D (Gráfico 1).



En 1998 la inversión en ciencia y tecnología del conjunto de países de América Latina alcanzó algo más de 15.000 millones de dólares (Gráfico 2). Una parte de esa suma, equivalente a 9.700 millones de dólares, se destinó a financiar actividades de investigación y desarrollo (I+D). Cabe llamar la atención sobre el hecho de que aquel mismo año, Canadá destinaba a I+D más de 12.000 millones de dólares, superando en forma significativa al conjunto de la región. La inversión de los Estados Unidos en I+D durante aquel mismo año fue de 220.000 millones de dólares.

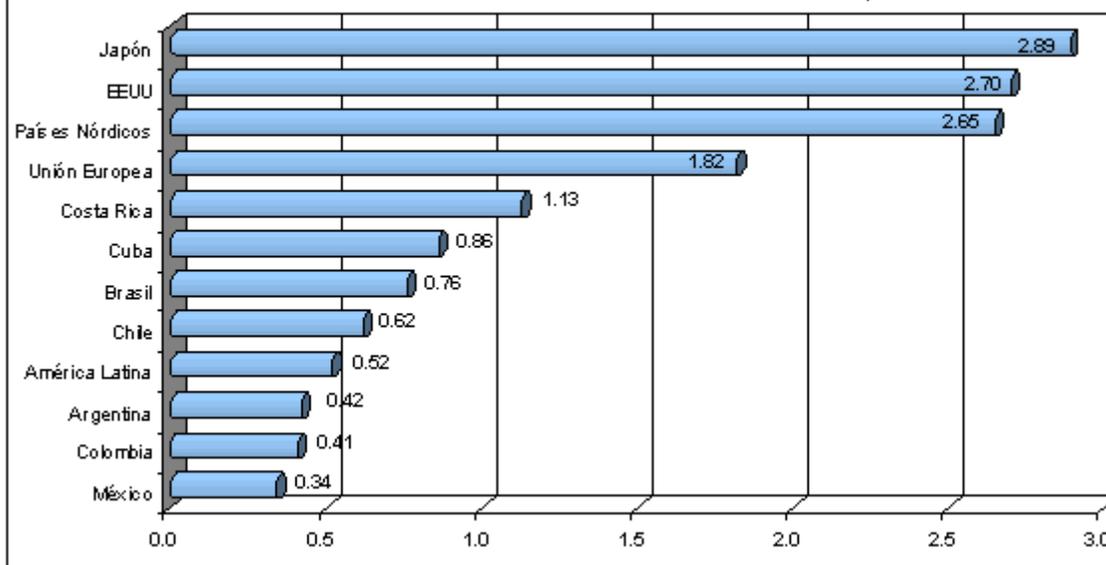
Gráfico 2: Inversión en CyT, América Latina, 1998

millones de u\$s



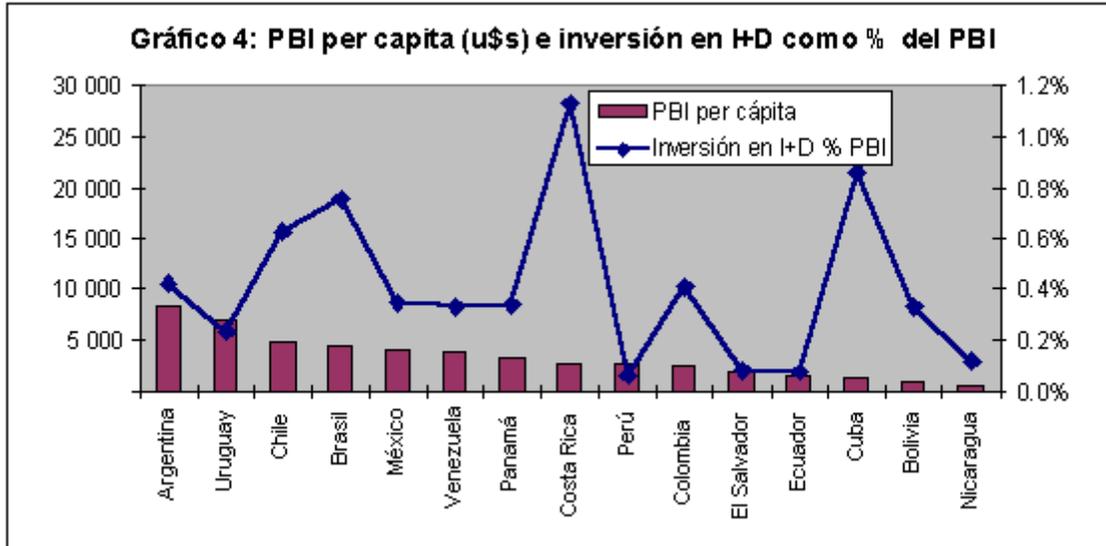
La inversión en I+D como porcentaje del PBI en América Latina representó en 1998 un 0.52% (Gráfico 3). Al analizar la evolución histórica de este indicador durante la década de los noventa se constata que el menor nivel de inversión se produjo en 1992 (0.38% del PBI) y el máximo nivel en 1995, con un valor de 0.56% del PBI. La tendencia, pese a los altibajos es ascendente.

Gráfico 3: Inversión en I+D como % del PBI, 1998



Cuando se compara la magnitud del esfuerzo latinoamericano con relación a su producto, las cifras ponen de manifiesto una debilidad muy notoria. Mientras el PBI de Estados Unidos cuadruplica al de América Latina, su inversión en I+D es más de 20 veces mayor que la latinoamericana. Dicho de otro modo, *el esfuerzo de los países de la región en ciencia y tecnología es inferior al que les correspondería realizar tomando en cuenta el valor del producto regional.*

Lo anterior queda más claro cuando se analiza, país por país, qué porcentaje del PBI se destina a I+D. Un análisis pormenorizado de los países latinoamericanos muestra situaciones disímiles. Solamente Brasil, Cuba y Costa Rica declaran que el valor de su inversión en 1998 en I+D superó el 0,75% del PBI, lo que los coloca muy por encima del resto de los países latinoamericanos, aunque lejos de Estados Unidos (2.61%) y Canadá (1.61%). En el rango intermedio, entre 0.5% y 0,75% se encontraba Chile (0,62%). Los restantes países no alcanzaban el umbral del 0.5%.



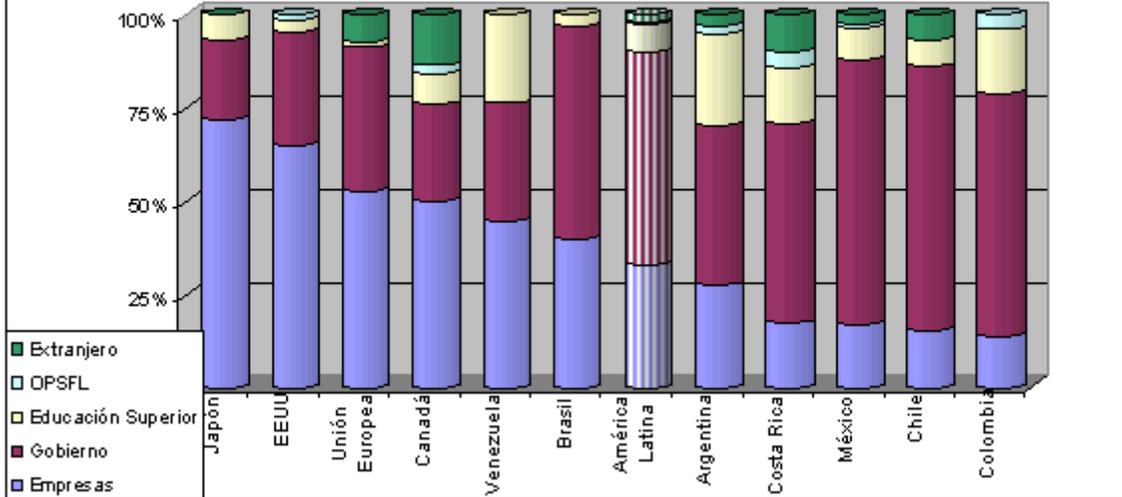
La lectura de los datos confirma también que uno de los rasgos predominantes del conjunto de América Latina en materia de ciencia y tecnología es el de la **heterogeneidad**. Esta se hace evidente cuando se contrapone la riqueza del país (PBI por habitante) con la importancia que se concede a la inversión en I+D (porcentaje del PBI). Este ejercicio (Gráfico 4) permite descartar cualquier hipótesis que suponga una relación directamente proporcional entre ambas variables. Se podría afirmar que la heterogeneidad en este caso no es diferente de la que se percibe en cualquier otra dimensión en la que se comparen los países latinoamericanos. Sin embargo, esto no es estrictamente cierto, ya que existen diferencias importantes entre países con similar estructura social y económica.

5.2. Composición de la inversión en I+D

El indicador de inversión en I+D por sector de financiamiento (Gráfico 5) muestra que en América Latina *casi el sesenta por ciento de la I+D es financiada por el presupuesto público* y sólo un tercio por las empresas. Esta estructura de financiamiento contrasta con la de los países industrializados.

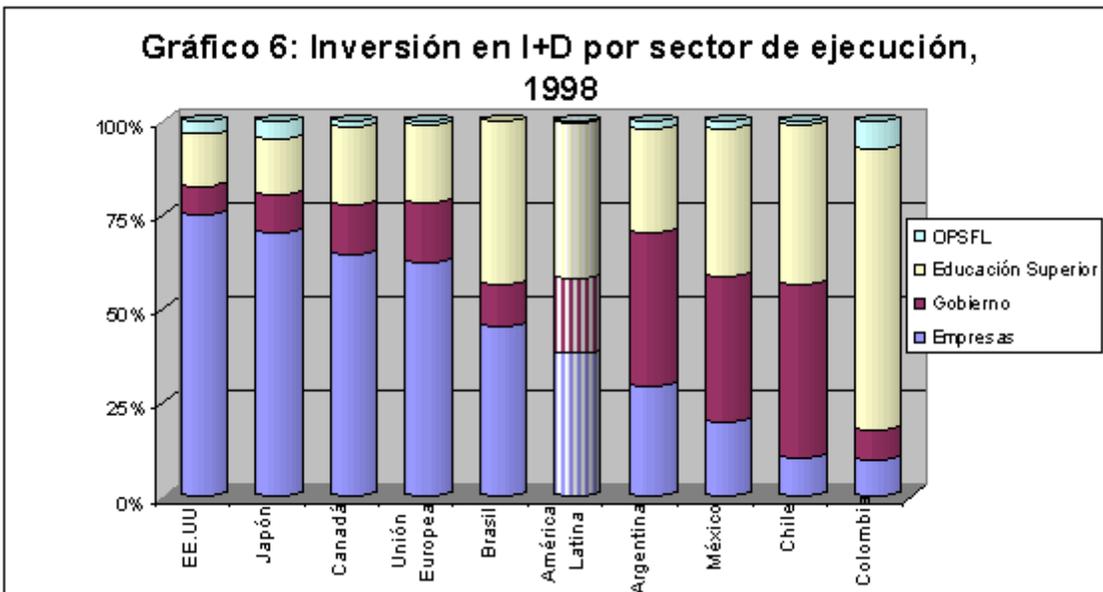
En ellos, *aproximadamente las dos terceras partes de los recursos para I+D provienen de las empresas*. Japón configura un caso extremo, con una participación empresarial del 72%. En Estados Unidos, casi el 65% de la I+D es financiada por las empresas. La situación de Canadá, en la cual esta porción es algo menor al 50%, se aproxima a la de Europa (53%). En América Latina, los países con mayor proporción de financiamiento empresarial de la I+D en 1997 eran Venezuela y Brasil, países que aún mantenían importantes empresas en manos del estado.

Gráfico 5: Inversión en I+D por sector de financiamiento, 1998



El indicador de inversión en I+D por sector de ejecución (Gráfico 6) muestra que la participación de las empresas en la ejecución de la I+D alcanza un 38% (principalmente debido al aporte de Brasil). *El grueso de la I+D se ejecuta en las universidades (41%)*. En los centros públicos de investigación se realiza el 20%. Nuevamente el cuadro se diferencia de los países industrializados. La inversión de las empresas en I+D es ampliamente mayoritaria en los Estados Unidos (72.8%), Japón (70.3%), Europa (62.4%) y Canadá (61.8%).

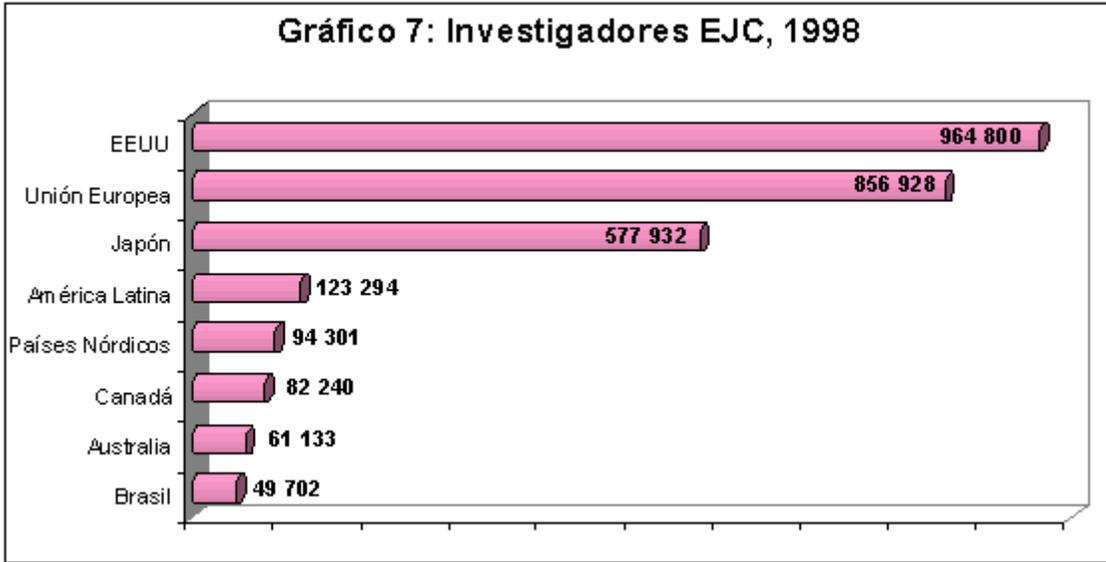
Gráfico 6: Inversión en I+D por sector de ejecución, 1998



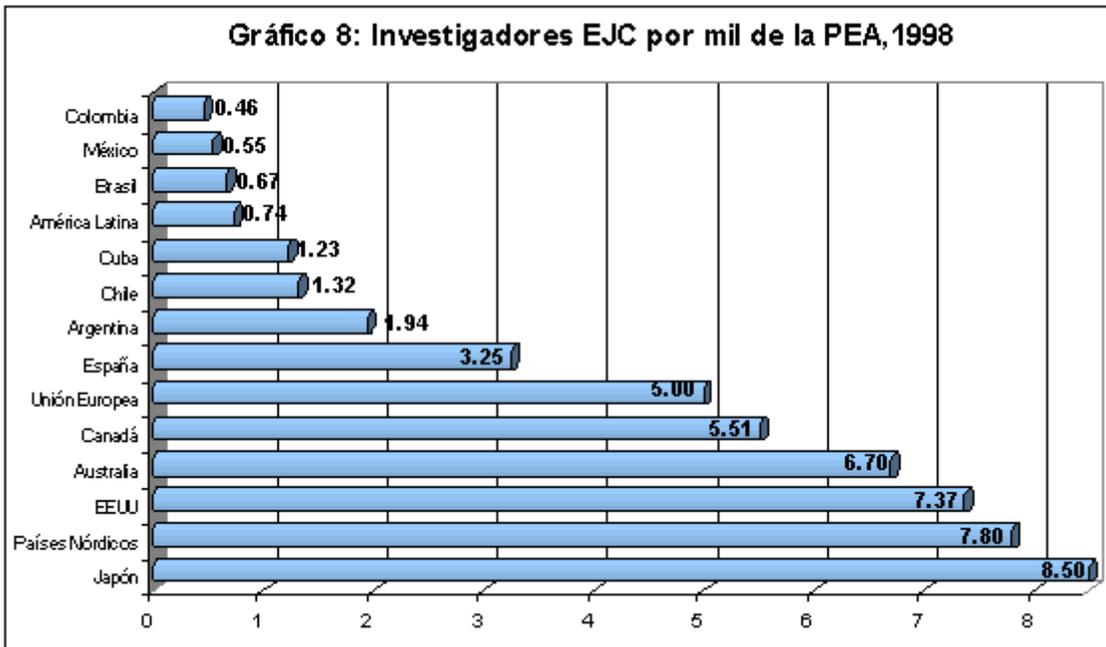
5.3. Recursos humanos en ciencia y tecnología

El personal total en ciencia y tecnología (investigadores, becarios y técnicos de apoyo) asciende en América Latina a más de doscientas mil personas. De este número, 123.500 pueden ser considerados como investigadores, los que equivalen a una vez y media la dotación de investigadores con los que

cuenta Canadá. Los investigadores de Estados Unidos son casi un millón; esto es, siete veces más que los latinoamericanos.



El 40% de los investigadores latinoamericanos se encuentra en Brasil, y otro 33% se reparte entre Argentina y México (Gráfico 7). En materia de recursos humanos dedicados a la investigación se registra una tendencia positiva. En 1990, América Latina contaba con 108 mil investigadores, lo que indica que el crecimiento durante esta década fue de un 16%.



Al tomar el número de investigadores cada mil integrantes de la población económicamente activa (PEA), se observa que América Latina contaba en 1998 con un valor de 0.74 (Gráfico 8). La cifra de Canadá era más de siete veces mayor, y la de Estados Unidos diez veces más grande. Entre los países

de América Latina se destaca la densidad de investigadores de Argentina (1.84 por cada mil integrantes de la PEA), Costa Rica (1.52) y Chile (1.38).

Desde el punto de vista institucional, *la mayor parte de los investigadores latinoamericanos se desempeña en las universidades*. Solamente en Costa Rica, Argentina y México los investigadores correspondientes al sector empresario superan el 10% del total. En Panamá, se destaca el peso relativo de las organizaciones privadas sin fines de lucro, el número de cuyos investigadores alcanza el 9% del total.

Durante la presente década, América Latina registró un crecimiento continuo en el número de egresados universitarios en todos los niveles (grado, maestría y doctorado). En el caso de los estudios de grado, el número de egresados casi duplicó en 1997 el de comienzos de la década. La orientación predominante en la formación universitaria latinoamericana es marcadamente tradicional y profesionalista: en 1997 la abrumadora mayoría de los graduados (78%) correspondió a carreras pertenecientes a las áreas de ciencias sociales y médicas. ***Tan sólo un 11% de los graduados de aquel año cursó estudios en ciencias naturales y exactas, o bien en ingeniería y tecnología. Llama la atención la baja cantidad de graduados en el área de las ciencias agrícolas, lo que contrasta con la importancia de las publicaciones científicas en esta área, como se discutirá más adelante.***

5.4. Los resultados

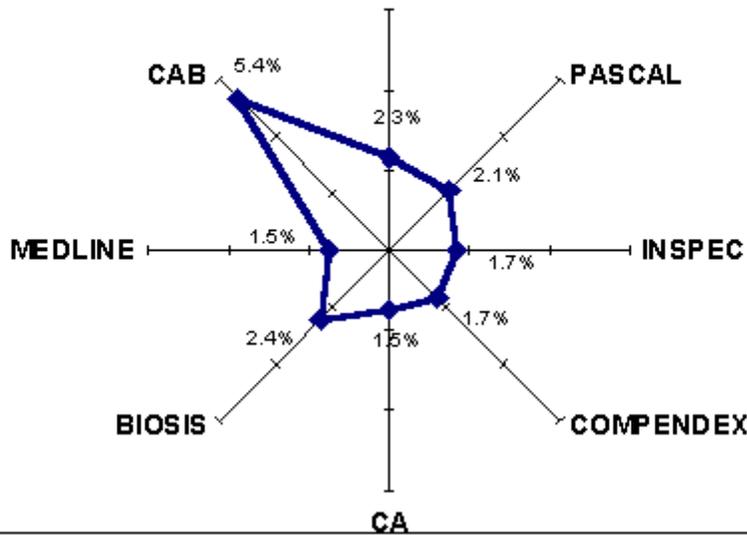
Patentes. En los países industrializados uno de los indicadores utilizado para medir los resultados de los sistemas de I+D es el número de patentes. Este indicador es poco significativo en América Latina por cuanto la investigación se lleva a cabo en ámbitos académicos y mantiene muy débiles vínculos con la industria. Un factor adicional remite a los marcos legales que, en ciertos países, desalientan el patentamiento.⁽²⁾

Indicadores bibliométricos. El análisis de la producción científica de los países de América Latina y el Caribe, a través de diversas bases de datos internacionales de publicaciones científicas, tanto multidisciplinarias, como disciplinarias, refleja una baja participación de los investigadores de la región en la producción científica mundial, dentro de la franja que se denomina como “corriente principal de la ciencia” (Gráfico 9).

De las 938.000 publicaciones registradas en el Science Citation Index (SCI) en 1997, solamente 21.955 correspondieron a países de la América Latina y el Caribe. *Esta cifra equivale al 2.3% del total mundial.* Cabe remarcar que en esta base España cuenta con un número similar de registros (20.077).

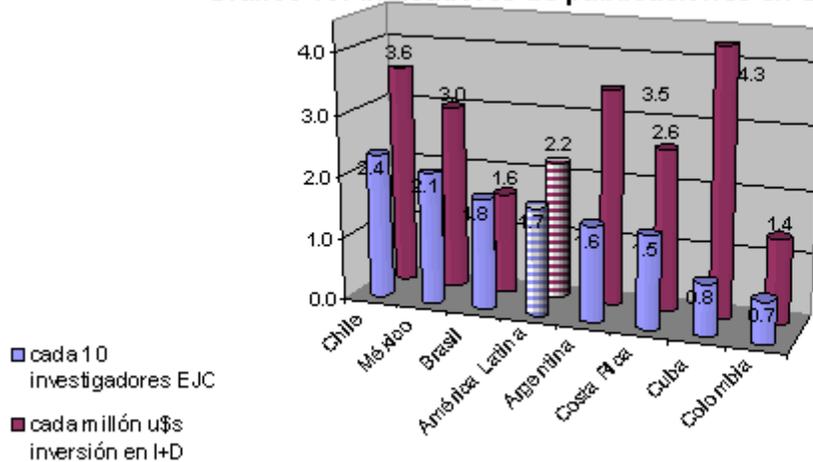
Las publicaciones de países latinoamericanos registradas en la base francesa PASCAL en 1997 fueron 10.799, lo que representaba el 2.1% del total de 498.951 registros. La orientación europea de esta base se manifiesta en el hecho de que España supera a América Latina, aportando el 2.6% del total. Si bien los países con mayor participación son los mismos que en el SCI, en este caso México es el segundo país latinoamericano, superando a la Argentina.

Gráfico 9: Publicaciones de América Latina en distintas bases de datos, 1997
SCI SEARCH



En las bases temáticas de física (INSPEC), ingeniería (COMPENDEX), química (Chemical Abstracts), biología (BIOSIS), medicina (MEDLINE) y ciencias agrícolas (CAB), la participación de América Latina y el Caribe varía entre el 5,4% en CAB y el 1,5% en Chemical Abstracts y MEDLINE. Brasil es en todos los casos el país de la región con mayor participación (Gráfico 10).

Gráfico 10: Indicadores de publicaciones en SCI, 1997

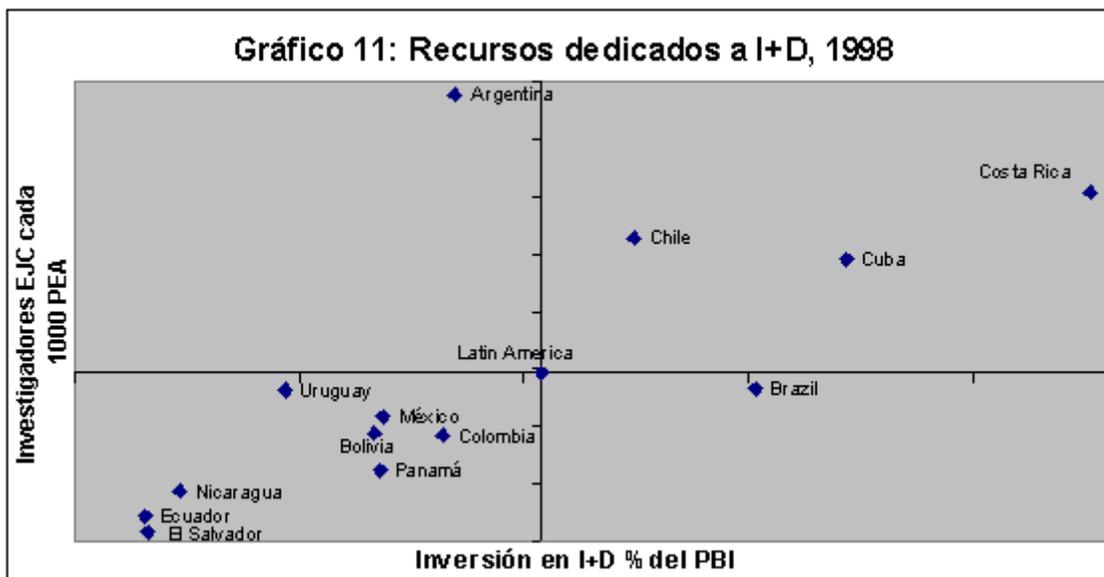


5.5. Una imagen comparativa de la ciencia en América Latina

La inversión y los recursos humanos son las dos dimensiones tradicionalmente utilizadas para caracterizar los sistemas de I+D. Es interesante comparar el *mix* de ambas variables, ponderadas por los valores del PBI y la PEA, ya que tal análisis permite distinguir algunos perfiles predominantes. El gráfico 11 presenta los recursos que los distintos países asignan a la I+D en ambos planos de ponderación: inversión en I+D como porcentaje del PBI y número de investigadores por cada mil

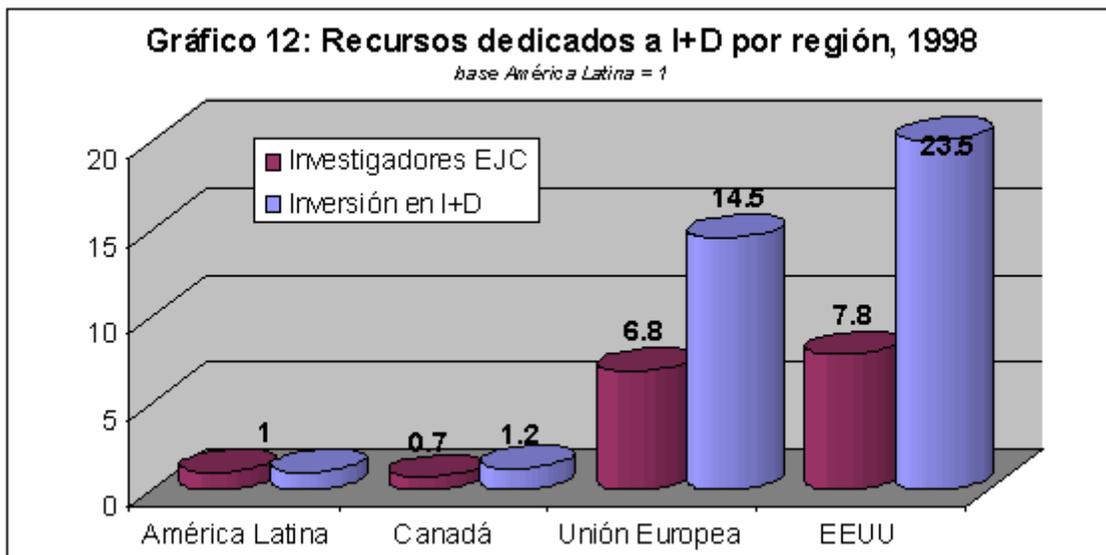
integrantes de la PEA. De esta manera, se configuran **cuatro conjuntos de países** con perfiles claramente diferenciados:

1. El primer cuadrante está ocupado por Costa Rica, Chile y Cuba. Estos países presentan valores relativos superiores al promedio latinoamericano en ambas dimensiones.
2. Brasil ocupa en soledad el segundo cuadrante, en el cual la inversión ponderada supera el promedio regional, pero el número de investigadores ponderado está por debajo de la media latinoamericana.
3. El caso inverso es el de Argentina, ocupante exclusivo del tercer cuadrante, en el cual los recursos humanos superan el promedio y la inversión queda por debajo.
4. La gran mayoría de los países se ubica en el cuarto cuadrante, en el que ambos parámetros no alcanzan la media. Dentro de este conjunto es posible distinguir dos grupos, ya que Uruguay, México, Colombia, Bolivia y Panamá están cerca del promedio, en tanto que Ecuador, Nicaragua y El Salvador están muy alejados de él.



El gráfico pone en evidencia que Brasil y Argentina han recorrido trayectorias diferenciadas en materia de ciencia y tecnología. Tal diferencia puede ser explicada por medio de las variables de industrialización y modernización (Suárez, 1973). Desde este punto de vista, el lugar que ocupa Brasil en el gráfico se explicaría a partir del mayor grado de industrialización de su economía, que no fue acompañada en forma pareja por la modernización de la sociedad. El caso argentino sería el inverso; la disponibilidad de un potencial relativamente alto de recursos humanos, con relación a los recursos económicos que destinan a esas actividades, hallaría parte de su explicación en una sociedad relativamente “modernizada”, cuya economía no ha acompañado en forma acorde el proceso de modernización.

En resumen, cuando se evalúan las políticas y estrategias alternativas para América Latina se debe tomar en cuenta la relativa debilidad de la región en ciencia y tecnología. En efecto, la totalidad de los recursos económicos dedicados a la I+D en América Latina (Gráfico 12) no llegan a alcanzar lo invertido por Canadá. En lo relativo al número de investigadores, los latinoamericanos superan holgadamente el número de Canadá, pero, como se ha dicho, están muy lejos de alcanzar los valores de la Unión Europea o de Estados Unidos.



6. Visión latinoamericana de la cooperación en ciencia y tecnología

La cooperación internacional en ciencia y tecnología también es objeto de revisión en los países de América Latina. Una compulsa a expertos y protagonistas latinoamericanos examinó este problema desde la perspectiva de la región (UNCTAD, 1997). Las observaciones que formularon los entrevistados giraron sobre cuatro ejes:

- Heterogeneidad de la región.
- Cooperación para la innovación.
- Cooperación para desarrollar la capacidad de I+D.
- Desburocratización.

Heterogeneidad de la región

Los indicadores examinados ponen en evidencia que el desarrollo de la ciencia y la tecnología y de los procesos de innovación industrial en América Latina no es homogéneo entre los distintos países. Tal advertencia es compartida por otros diagnósticos, como en el caso del BID:

“Los países más pequeños y pobres en la región a menudo no tienen un marco institucional para la ciencia y la tecnología, a excepción de unas pocas universidades y sus empresas medianas o pequeñas usualmente no tienen cultura o capacidad de I+D” (BID, 1998).

Las diferencias de nivel entre los países de la región son perceptibles en distintos órdenes; entre otros:

- calidad y eficacia del sistema educativo;
- capacidad de I+D y existencia de una comunidad relativamente fuerte en algunas disciplinas o áreas tecnológicas;
- aprovechamiento o apropiación, por parte de la sociedad, de la producción local de conocimientos.

La heterogeneidad de situaciones impone la aplicación de instrumentos y modelos diferenciados en las políticas de ciencia y tecnología de los países latinoamericanos. Sin embargo, este rasgo se contrapone

con la tendencia de los programas de cooperación internacional a prestar escasa consideración a las diferencias y proponer recetas semejantes. Hay un contraste entre la **heterogeneidad** de las situaciones nacionales y la **homogeneidad** de las acciones emprendidas por la cooperación internacional en ciencia y tecnología.

La heterogeneidad de la región abre oportunidades para el ejercicio de la cooperación horizontal en la región, ya que los países de mayor tamaño relativo tienen la oportunidad de mostrarse solidarios con relación a los más pequeños de América Latina.

Cooperación para la innovación

Los cambios producidos en los últimos años en el concepto de la innovación como un sistema integrado, abren nuevas perspectivas a la cooperación tradicional en ciencia y tecnología. Los participantes en la consulta consideraron deseable que la cooperación regional en esta materia asuma una perspectiva que permita promover la integración de diversos actores socioeconómicos, además de los científicos y tecnólogos, en el diseño de las grandes estrategias en ciencia y tecnología. En este sentido, el instrumento de cooperación internacional que registró mayor grado de acuerdo es el estímulo a la conformación de “redes” de actores, por su eficacia, tanto para canalizar las actividades de cooperación, como para promover procesos de innovación y desarrollo tecnológico.

No obstante, un límite en la efectividad de la cooperación internacional como instrumento de estímulo a la innovación consiste en la dificultad para inducir por este medio la demanda, ya que ésta no es un elemento autónomo de la política económica y de la estructura productiva de cada país. Por otra parte, la lógica de la cooperación se contrapone frecuentemente con la lógica de los intereses económicos y la competencia (o bien la encubre).

Cooperación para desarrollar la capacidad de I+D.

En el mismo orden, los expertos consultados señalaron que las acciones orientadas a estimular la actitud innovadora de los empresarios no garantizan de por sí la emergencia de innovaciones. Para ello, recomendaron reforzar las estructuras de I+D, priorizar áreas temáticas relevantes para la región y canalizar suficientes recursos.

El fortalecimiento de la capacidad científica y tecnológica en un sentido tradicional fue visto como una estrategia que, si bien no repercute directamente sobre la conducta innovadora de las empresas, es esencial para garantizar uno de los pilares de la capacidad tecnológica: la formación de recursos humanos de alto nivel.

Desburocratización

Los expertos destacaron la necesidad de reforzar el protagonismo de los distintos actores sociales en los programas de cooperación. En este sentido, consideraron que los procesos de cooperación deben ser liderados de manera directa por la comunidad científica y las empresas. En opinión del panel de expertos, la mediación burocrática en estos procesos ocasiona importantes distorsiones.

7. Lineamientos para una acción regional en ciencia y tecnología

América Latina está hoy enfrentada a la necesidad de crear una nueva doctrina acerca del papel de la ciencia y la tecnología como instrumento para alcanzar el desarrollo sustentable, combatir la pobreza y construir sociedades más equitativas.

Los marcos conceptuales sobre los que América Latina construyó sus instituciones e instrumentos de política científica y tecnológica durante las décadas de los sesenta y los setenta deben ser revisados y actualizados. Las nuevas estrategias deben estar orientadas, por una parte, a la consolidación de capacidades básicas de I+D, formación de recursos humanos altamente capacitados y generación de una cultura favorable a la difusión de la ciencia y la tecnología a una escala social. Por otra parte, deben tener como objetivo construir el tejido de relaciones que configuran los “sistemas de innovación”.

Es bastante evidente, a partir del diagnóstico basado en indicadores, que las estrategias orientadas a cerrar la brecha (excepto que se trate de algunos nichos puntuales) no son realistas para los países de la región. En todo caso, la brecha que debe ser cerrada es la que tiene que ver con los problemas sociales, la vitalidad del sector productivo y la capacidad de aprovechar al máximo los recursos disponibles. De aquí que la inserción de la región en la ciencia internacional deba ser concebida sobre supuestos que privilegien la capacidad de aprovechar localmente los conocimientos que se generan, tanto dentro, como fuera de la región.

En muchos foros regionales se reconoce la necesidad de contar con una estrategia orientada a generar **capacidades comunes** que aglutinen a los científicos y a los centros de I+D latinoamericanos, tanto en el nivel regional como el subregional, ya que sólo a través de una estrategia de este tipo se puede alcanzar una dimensión equivalente a la de un país industrializado de tamaño medio.

La estrategia orientada a generar capacidades científicas y tecnológicas comunes debe contemplar al menos dos orientaciones diferentes.

- a. Redes científicas, tecnológicas y de innovación,
- b. Grandes emprendimientos.

Redes científicas, tecnológicas y de innovación

El impulso a la constitución de redes que aglutinen a científicos, tecnólogos, e incluso empresas y otros actores sociales involucrados en la producción y utilización de conocimientos es un punto central de las estrategias de cooperación más aconsejables. La generación de estas redes a escala regional cuenta ya con importantes antecedentes en América Latina. Actualmente, la generalización del acceso a INTERNET y la disponibilidad de recursos de información y comunicación favorece la creación de una “masa crítica virtual” que multiplique la capacidad de producción de conocimientos y la inserción de los investigadores latinoamericanos en la comunidad científica mundial.

Las redes que incluyan a empresas, centros científicos, universidades e instituciones financieras teniendo como eje la tecnología y la innovación cuentan con menos antecedentes en América Latina, si bien han sido exploradas por el Programa Bolívar y los proyectos IBEROEKA del Programa CYTED. El aliento a estas redes es imprescindible como instrumento para la conformación de los sistemas de innovación. Una condición para el éxito de tal estrategia es que las iniciativas estén apoyadas en políticas de desarrollo industrial e integración aplicadas por los países que integran la región.

Grandes emprendimientos

América Latina no debe abandonar ciertos campos de la *big science* debido a su importancia estratégica en el futuro, con el propósito de lograr ciertos grados de autonomía científica y tecnológica que le permitan insertarse más equilibradamente en el escenario global. Para ello, debe ser capaz de aprovechar adecuadamente las fortalezas que, en determinadas áreas del conocimiento, han sido acumuladas por algunos países de la región. Temas como las energías alternativas (incluyendo la energía nuclear), las actividades aeronáuticas y espaciales, la biotecnología, la microelectrónica, las telecomunicaciones, el tratamiento de la información y los materiales avanzados, entre otros, deben dar lugar a la creación de centros o programas de carácter regional y subregional.

Existen experiencias del pasado que deben ser aprovechadas; tal es el caso del programa latinoamericano de metalurgia apoyado desde hace décadas por OEA. La experiencia de los grandes centros europeos, muchos de los cuales constituyen complejos entramados científicos, tecnológicos e industriales debe ser también tomada en cuenta. Los campos de la tecnología energética y aeroespacial tienen la doble condición de su carácter estratégico y de la existencia de una masa crítica numerosa y calificada en países como Argentina, Brasil, Chile, México y Venezuela, entre otros. Por tal motivo pueden dar lugar a programas que demanden inversiones y actividades conjuntas en el ámbito de toda la región o en el nivel subregional (como, por ejemplo, el MERCOSUR).

Otros campos, como las tecnologías de aplicación de la informática y las telecomunicaciones pueden ser adecuados para el desarrollo de emprendimientos conjuntos de naturaleza tecnológica y productiva con amplia difusión social, ya que permitirían involucrar a pequeñas y medianas empresas de base tecnológica, brindándoles acceso a tecnologías modernas y a mercados ampliados.

Finalmente, la inversión en grandes equipamientos científicos de alto costo puede adquirir pleno sentido en un marco de aprovechamiento a escala regional. Alrededor de estos equipos, instalados con sentido estratégico en distintos países, con el carácter de centros regionales, sería posible estructurar redes científicas del más alto nivel que cuenten, a partir de las facilidades comunes, con los medios necesarios para desarrollar investigaciones en la frontera del conocimiento.

Los esfuerzos que se realicen en ciencia y tecnología son inseparables de una reforma del sistema educativo en su conjunto, con el objeto de elevar el nivel medio de conocimientos y calificar la fuerza de trabajo. Al mismo tiempo, es preciso formar profesionales, investigadores y tecnólogos de alto nivel. Claramente, todo ello será posible sólo en un marco general de políticas que, más allá del ajuste, tengan como objetivo retomar un camino propio hacia el tan ansiado desarrollo económico y social. Este problema básico implica necesariamente a la ciencia, pero es de naturaleza política, ya que, retomando las palabras de Negrín: la ciencia y la tecnología deben proveer lo necesario para un gobierno racional, pero de ningún modo pueden reemplazarlo.

REFERENCIAS

Albornoz, Mario; **Ciencia y Tecnología en Argentina**; documento de trabajo; Universidad de Buenos Aires, 1989.

Banco Mundial; **Informe sobre el desarrollo mundial 1998/99**; Washington D.C., 1999.

Bell, Martin; **Enfoques sobre política de ciencia y tecnología en los años 90**; en REDES, Vol. 2 Nº 5, Buenos Aires, diciembre de 1995.

BID; **Cerrando la brecha**; informe producido por Román Mayorga; Washington, 1998.
<<http://www.campus-oei.org/salactsi/mayorga.htm>>

BRITISH ASSOCIATION; **El Adelanto de la Ciencia en Relación con el Progreso Mundial**; “El Progreso de la Ciencia”; Buenos Aires, 1942.

Dagnino, Renato y Thomas, Hernán; **La política científica y tecnológica en América Latina**; 1971; en REDES, Vol. 6 N° 13, Buenos Aires, mayo de 1999.

Fajnzylber, Fernando; **Educación y conocimiento: eje de la transformación productiva con equidad**; CEPAL, Santiago de Chile, 1992.

Herrera, Amílcar; **Los determinantes sociales de la política científica en América Latina**, en REDES, Vol. 2 N° 5, Buenos Aires, diciembre de 1995.

NACIONES UNIDAS; **Ciencia y Tecnología para el Desarrollo – Proyecto de Programa de Acción**; A/CONF.81/L.1; Viena, Austria, agosto de 1979.

RICYT; **Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos / Interamericanos 1995-1998**; Buenos Aires, 1999.

Sabato, Jorge; **Función de las empresas en el desarrollo tecnológico**; OEA, Washington D.C., 1974.

Suárez, Francisco; **Los economistas argentinos: El proceso de institucionalización de nuevas profesiones**; EUDEBA, Buenos Aires, 1973.

Sunkel, Osvaldo y Paz, Pedro; **El subdesarrollo latinoamericano y la teoría del desarrollo**; Siglo Veintiuno editores, Santiago de Chile, 1970.

UNCTAD; LATINTEC II; **Nova Agenda para a Cooperação Tecnológica Empresa-Universidade na América Latina**; Ginebra, 1997.

Varsavsky, Oscar; **Ciencia, política y científicismo**; Centro Editor de América Latina, Buenos Aires, 1969.

Notas

(1) Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología; RICYT; Buenos Aires, 1999.

(2) En 1998 fueron solicitadas en los países de América Latina y el Caribe algo menos de treinta y seis mil patentes. A la vez, fueron otorgadas casi diez mil. La *tasa de dependencia*, es decir, la relación entre patentes solicitadas por residentes y no residentes, era para el total de América Latina y el Caribe de 2.5. Solamente Bolivia y Brasil presentaban un valor menor a 1, lo que significa que la mayoría de solicitudes correspondían a residentes. En 1998 la *tasa de autosuficiencia* de América Latina y el Caribe, que expresa la relación entre patentes solicitadas por residentes y el total de solicitudes, era de 0.29. El *coeficiente de invención*, es decir el número de patentes solicitadas por residentes cada cien mil habitantes, es para el total de América Latina y el Caribe de 2.32. Se destacan aquí las cifras alcanzadas por Venezuela, Brasil, Uruguay, Argentina y Chile.