

# Las biotecnologías y la nueva economía: crear y valorizar los bienes intangibles

Agustín Lage

Centro de Inmunología Molecular, Ciudad de La Habana, Cuba.  
Centro de Inmunología Molecular. Calle 216 y 15, Playa. AP 16040, Ciudad de La Habana, Cuba.  
Tel: (53-7) 21 4335, Fax: (53-7) 33 5049. E-mail: Lage@ict.cim.sld.cu

## RESUMEN

Uno de los rasgos de la economía en las últimas tres décadas del siglo xx es la expansión de sectores productivos en los que el conocimiento es el insumo limitante, más que la disponibilidad de materia prima o la inversión. En estos sectores —software, microelectrónica, biotecnología, nuevos materiales, etc.—, surge un nuevo tipo de empresa que internaliza gran parte de la generación de los conocimientos que usa: son las llamadas empresas de alta tecnología. El sistema capitalista reacciona ante este cambio en las fuerzas productivas creando formas de privatización del conocimiento y economías de escala en la investigación que internalizan el conocimiento dentro del capital, generando así un nuevo factor de deterioro de las ya escasas ventajas competitivas de los países pobres. El surgimiento y expansión de las biotecnologías en Cuba y su consolidación como un sector emergente de la producción material, son una experiencia de enfrentamiento exitoso a este desafío, que es necesario analizar. El esfuerzo inversionista, la creación de una infraestructura científica y productiva, la formación de cuadros, el aporte de productos novedosos para el sistema de salud, las exportaciones y el flujo de caja positivo, son los resultados más visibles, pero sustentando éstos, hay importantes factores subyacentes, como el diseño de centros de investigación-producción, la operación a ciclo completo, la conducción estatal, la propiedad social, la orientación exportadora, el enfoque integral de sistemas y otros. El desarrollo de este sector en los próximos años debe hacer más evidente su impacto en la economía y en la estructura de recursos humanos de las fuerzas productivas.

*Palabras claves:* biotecnología, comercialización, economía, empresa de alta tecnología, industria, inversión, investigación-producción

*Biotecnología Aplicada 2000;17:55-61*

## SUMMARY

**Biotechnology and the New Economy: the Value of Intangible Assets.** One of the main features of economy during the last three decades of the xx Century was the expansion of production activities in which "knowledge" is the rate-limiting resource, even more limiting than raw materials or capital investment. In these sectors (software, microelectronics, biotechnology, new materials, etc.) a new kind of enterprise is emerging, which internalizes knowledge generation: these are the so-called "high-technology" enterprises. Capitalism is reacting to this change in the structure of productive forces, by the implementation of new ways for knowledge privatization as well as with economies of scale in research. The final effect is an internalization of knowledge inside capital, and an additional erosion of the already scarce competitive advantages of poor nations. The emergence and expansion of Biotechnology in Cuba as a new branch of the economy, is a tangible experience of facing the high technology challenge, which deserves analysis. There are clearly visible results such as the investment process, which built research and production infrastructure, the availability of qualified human resources, a product pipeline already supplying the health system and a growing export capacity, already supporting a positive cash flow. Moreover, beneath those results there are underlying regularities such as the design of the facilities as integrated research-production organizations able to close the loop from research to the economic return, the state guidance, the social ownership, the export orientation and the comprehensive integration of the Cuban biotechnology multi-institutional system. In the forthcoming years, the further development of this emerging biotechnology industry should produce a more evident impact in the economy as well as in the structure of human resources of the society.

*Keywords:* biotechnology, commercialization, economy, high technology enterprise, industry, inversion, investigation-production

## Introducción

Este artículo resume reflexiones tomadas de la experiencia concreta del surgimiento, estructuración y desarrollo de los centros de investigación-producción de la biotecnología cubana.

La primera y más elemental de las reflexiones es preguntarnos ¿qué somos? Nuestras instituciones que investigan, producen y comercializan productos de la biotecnología, ¿son instituciones científicas o son empresas?

La tesis principal de este artículo será precisamente que esta pregunta ha dejado de tener sentido y tendrá cada vez menos sentido. Se trata de una falsa disyuntiva, pues intenta clasificar algo en una de dos categorías diferentes, y la tendencia que se aprecia en la economía es precisamente que estas categorías van a dejar de ser diferentes en la misma medida en que el conocimiento adquiere una nueva función en los sistemas económicos.

## Los síntomas de la economía del conocimiento

El conocimiento —como conjunto de ideas, estructuradas o tácitas que permiten “hacer algo”— ha sido siempre un insumo en los sistemas económicos, pero hasta muy recientemente esto ha sido menos evidente. Y no se ha hecho evidente mientras el conocimiento ha estado disponible, asequible, sobrante en comparación con los otros insumos limitantes del crecimiento económico (materias primas, energía, mano de obra, acceso a mercados, capital, etc.). Igualmente, no percibimos que el aire sea importante para la economía, porque está accesible y sobrante. ¿Qué pasaría si se volviera limitante?

Eso es exactamente lo que está sucediendo con el conocimiento: la aparición de sectores de la economía donde los insumos materiales están disponibles, y el conocimiento es el insumo limitante del crecimiento económico.

La industria del software es el ejemplo típico de uno de los extremos del espectro continuo de balance entre conocimientos e insumos materiales. Ahí, cuando existen los conocimientos, la base material necesaria para convertirlos en recursos económicos es accesible. En el otro extremo del espectro pudiéramos situar, por ejemplo, la extracción de petróleo. Si el recurso natural está disponible, entonces los conocimientos y tecnologías necesarios para explotarlo se harán accesibles con relativa facilidad.

Ahora se aprecia que la tendencia en la economía al entrar en el siglo XXI, se orienta hacia el crecimiento de los sectores que se sitúan en el primer extremo del espectro antes descrito; es decir, los sectores en los cuales el conocimiento es el insumo limitante principal: la industria del software, la microelectrónica, la biotecnología, los nuevos materiales, las telecomunicaciones, la química fina y otros.

En los bienes y servicios de estos sectores, el conocimiento es el componente principal del costo (y del precio), en detrimento del componente material.

En los veinte años transcurridos entre 1976 y 1996, la fracción del comercio mundial clasificable como productos de alta tecnología se duplicó (de 11% a 22%), mientras que la fracción correspondiente a los productos primarios se redujo de 34% a 13% [1].

La expansión de estos sectores intensivos de conocimiento es una tendencia objetiva del desarrollo de las fuerzas productivas, que tiene y tendrá cada vez más consecuencias en la estructura de las empresas, en la estructura de los recursos humanos, en las rela-

ciones económicas internacionales y en las condiciones económicas de la soberanía de las naciones.

## Las empresas de la economía del conocimiento

Cuando se compite por la innovación y el conocimiento se vuelve el elemento limitante, las empresas internalizan la generación de conocimiento. Ese ambiente de conocimientos dado por la calificación de los recursos humanos, las ideas científicas publicadas, la presencia social de las universidades, y los centros científicos financiados por el Estado —que aproximadamente hasta la década de 1960 operaba como externalidad económica del sistema empresarial—, comienza a ser —poco a poco— responsabilidad —y costo— de las propias empresas, especialmente en los sectores industriales antes mencionados.

Surge así un nuevo tipo de empresa que, al igual que cualquier otra empresa, tiene como misión principal la creación de riqueza, añadiendo valor a los productos y servicios, y realizando ese valor en el mercado, pero que al mismo tiempo genera por sí misma parte del conocimiento que utiliza, invierte mucho en la investigación y acepta un mayor grado de incertidumbre y riesgo, en aras de obtener resultados a largo plazo, como haría hoy un centro de investigación.

La línea divisoria entre este tipo de empresa y las de tecnología media —que conforman aún hoy la mayor parte de la economía— es, por supuesto, borrosa, pero la diferencia es evidente en los extremos (Tabla). También es móvil. Ocurre un desplazamiento continuo de izquierda a derecha en esta tabla, en la medida en que empresas de tecnología media incorporan innovaciones que se vuelven decisivas y comienzan a operar como empresas de alta tecnología.

Lo contrario puede igualmente suceder: la dinámica de la competencia y la fusión de empresas para complementar capacidades y acelerar su desarrollo pueden desplazar, de derecha a izquierda, a pequeñas empresas que no puedan desarrollar su tecnología a igual velocidad, y van convirtiéndose otra vez, con relación a las de punta, en empresas de tecnología media o baja.

Para Cuba, la importancia del sector biotecnológico no es sólo cuantitativa (dada por los recursos que pueda aportar), sino principalmente cualitativa, al ser uno de los primeros sectores que se ubica en el área de la economía del conocimiento. Las consecuencias de sus éxitos o sus fracasos desbordarán su propio sector para permear la economía en general e influir en otros sectores de la sociedad, en especial el educacional.

1. World Development Report: Knowledge for Development. New York, Oxford University Press. Banco Mundial 1998.

Tabla. Comparación entre empresas de alta tecnología y empresas de tecnología convencional.

Empresas de tecnología media	Empresas de alta tecnología
Buscan producir riqueza	También buscan producir riquezas
Ofertan productos y servicios comunes	Ofertan productos y servicios especializados (a veces únicos)
Se compite por escala y costos	Se compite por diferenciación en productos y servicios
La creación de conocimiento no se incorpora al costo	Mucho conocimiento incorporado en el costo y en el precio
Poco gasto en I + D (investigación más desarrollo)	Alto gasto en I + D
Comercia esencialmente bienes tangibles (productos)	Alto componente de negociación sobre intangibles
Productos y procesos menos protegidos por patentes (se protege por know how confidencial)	Amplio uso de la protección por patentes
Orientada a utilidades inmediatas	Orientada a utilidades inmediatas y futuras
Generalmente evitan el riesgo	Incorporan el riesgo en la gestión
Recursos humanos de calificación media	Recursos humanos de alta calificación
Recursos humanos reemplazables con la fuerza laboral disponible	Recursos humanos irremplazables
Tratamiento de los recursos humanos como costo variable	Tratamiento de los recursos humanos como costo fijo

### La reacción capitalista ante la economía del conocimiento

El propio desarrollo de las fuerzas productivas genera niveles de producción en muchos sectores, que ni siquiera eran imaginados años antes. Esta productividad no ha sido utilizada por el sistema capitalista mundial para la solución de necesidades sociales —sería contrario a su esencia.

Lo que ha ocurrido es un desplazamiento de la competencia basada antes en la escala de producción y la reducción de los costos, hacia una competencia basada en la diferenciación —y sustitución— de productos. Así, con los productos novedosos, los precios pueden ser elevados de nuevo y puede mantenerse la tendencia a la concentración de la producción —y de la apropiación.

La sustitución de bienes de alta durabilidad por bienes desechables, la introducción de novedades marginales para crear nuevas necesidades de consumo y la reconcepción de productos tradicionales mediante la incorporación de la informática, también es parte de este fenómeno. Esta competencia por diferenciación sitúa el acceso al conocimiento en el centro de las ventajas competitivas. La contradicción fundamental del capitalismo, entre el carácter social de la producción y el carácter privado de la apropiación, se expresa ahora también mediante un esfuerzo del sistema por privatizar el conocimiento.

Esto ocurre de dos maneras: la primera es la imposición universal de la protección de la propiedad intelectual (patentes y otras formas de protección), que es parte de los acuerdos GATT de 1994, que dieron nacimiento a la Organización Mundial del Comercio [2]. Este hecho refleja la nueva percepción del papel del conocimiento en la economía. Los temas de propiedad intelectual fueron apenas tratados en las negociaciones del GATT desde su nacimiento en 1947, hasta que fueron incluidos en la Agenda de la Ronda Uruguay de negociaciones en 1986 [3]. A través de las patentes, el derecho al uso del conocimiento puede ahora apropiarse, comprarse y venderse.

La segunda es la aparición de organizaciones de investigación dentro de las industrias. Aunque éste es un fenómeno que comienza a producirse ya a principios del siglo xx —se calculan unos trescientos laboratorios pertenecientes a corporaciones en 1920—, su expansión exponencial es un fenómeno también reciente. En la industria farmacéutica, por ejemplo, el porcentaje de la facturación que se destina a investigación-desarrollo pasó de 12% a 22% en los últimos diecisiete años.

Un fenómeno nuevo de la década de 1980 es la aparición de un sector que pudiéramos llamar industrial que fabrica y vende conocimientos al sector científico: empresas dedicadas a análisis complejos, servicios científico-técnicos, organizaciones de investigación por contrato, etc., que abarcan hasta los mismos ensayos clínicos. A esto se adiciona más recientemente el surgimiento de los bancos de datos propiedad de las industrias y que crecen y se completan a mayor velocidad que los bancos de datos públicos, como está ocurriendo con los datos del mapeo del genoma.

Se crea así una especie de economía de escala de la investigación científica que, de forma análoga a otros procesos industriales, emplea procedimientos estruc-

turados y escalables —el tamizaje de nuevas drogas y el mapeo del genoma humano son buenos ejemplos— para la fabricación de conocimientos.

**A través de esas dos formas de privatización del conocimiento, éste se transforma en capital. (se "subsume" dentro del capital) de forma análoga como el trabajo inmediato del obrero fue absorbido dentro del capital por la mecanización hace doscientos años. Este proceso significa un cambio cualitativo en las relaciones entre la investigación científica y la economía.**

Hasla hace pocos años, en la mayoría de los países con un sector de ciencia y técnica suficientemente estructurado, la operación de este sector — y de sus instituciones — se financiaba a partir de la economía general del país como un gasto social, esencialmente con fondos del Estado.

De alguna forma, esta actividad científica genera un contexto de resultados utilizables y cuadros preparados, que formaban parte de las externalidades económicas de las cuales se beneficiaban las empresas productivas del país, que a su vez creaban valores para la economía, cerrándose así un ciclo en el cual el nexo entre las instituciones científicas que contribuían a fortalecer el contexto y las empresas que se beneficiaban de él no era siempre transparente (Figura 1).

En este tipo de ciclo tampoco es fácil identificar cuándo la actividad científica es causa del desarrollo económico — bi retroalimenta — y cuándo es consecuencia del potencial económico del país que la financia. Probablemente, siempre habrá un poco de ambas cosas, pero las proporciones de una y otra pueden variar enormemente.

En algún momento a partir de la década de 1950, la estructura de este proceso de financiación de la actividad científica comienza a cambiar. El desarrollo de áreas de investigación intramurales en las empresas, los contactos entre empresas e instituciones académicas, y el reforzamiento de los sistemas de protección de propiedad intelectual (patentes) que hacen apropiable y vendible el conocimiento, inducen un proceso de "internalización de externalidades" mediante el cual empresas específicas que antes captaban conocimiento y cuadros disponibles, ahora asumen directamente el costo de crearlos.

En el esquema que describe el nuevo ciclo (Figura 2), muchos recursos fluyen ahora por la diagonal. Como rasgo positivo, este esquema hace más directos y transparentes los vínculos entre la ciencia y la economía, de manera más clara que en el ciclo anterior.

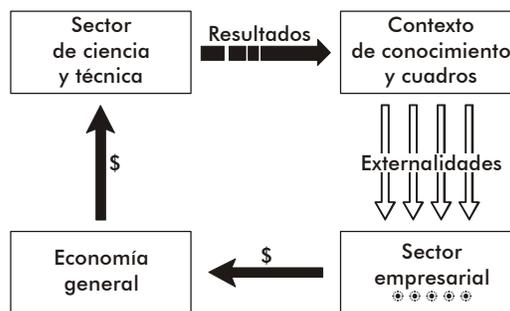


Figura 1. La producción de conocimientos y cuadros como externalidades del sistema económico.

2. Lang T, Hines C. El nuevo Proteccionismo. Barcelona: Editorial Ariel S.A.; 1996.

3. Velásquez G, Boulet P. WHO: Globalization and Access to Drugs: Implications of the WTO/TRIPS Agreement; Geneva Nov; DAP Series N° 7; 1997.

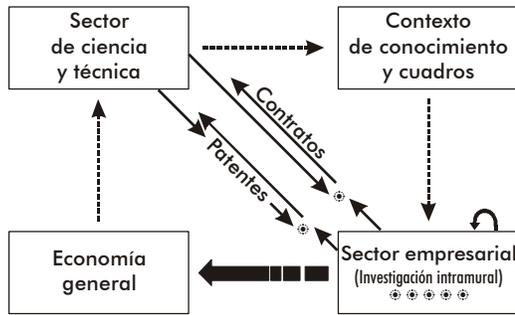


Figura 2. La producción de conocimientos y cuadros como componente de la actividad empresarial.

tífica que es causa de desarrollo económico, de aquella que sólo consume recursos, y acelera la utilización práctica de los resultados científicos.

Sin embargo, este esquema privatiza el conocimiento —a menos que las empresas no sean privadas—, impone restricciones a la circulación y recombinación de conocimientos —lo cual puede ser muy corrosivo a largo plazo—, transfiere los costos de la investigación a los precios de los productos y restringe así el beneficio de los resultados a aquellos que pueden pagarlos. Así, en la lógica de las relaciones de mercado, la creación científica corre el riesgo de contribuir a la polarización del poder, aun cuando la vocación individual de sus protagonistas sea contribuir a lo contrario.

Nótese además que, si bien el ciclo de financiamiento estatal y generación de externalidades operaba principalmente dentro de las fronteras nacionales, el financiamiento directo a través de relaciones contractuales empresa/academia puede y de hecho está operando, de manera transnacional, generando así una contradicción entre ese carácter transnacional de la investigación y el carácter privado de la apropiación de los resultados económicos, contradicción que es necesario identificar y denunciar.

Por otra parte, este sistema productivo aún emergente, que se expande a partir de los sectores de alta tecnología antes mencionados, ocasiona una pérdida progresiva de las ventajas competitivas de los países pobres. En efecto, los países de menos desarrollo industrial han basado hasta ahora su competitividad en el mercado mundial, en la disponibilidad de materia prima (recursos naturales) y de mano de obra abundante y de bajo costo. En la misma medida en que el peso del componente materia prima decrece en los costos y aumenta el peso del conocimiento agregado por la mano de obra altamente calificada, las condiciones de intercambio para los países pobres —y su capacidad negociadora en la economía global— continuarán deteriorándose.

El riesgo de que la ciencia y la técnica operen en el sentido de la ampliación de las desigualdades y las contradicciones de nuestra época, y no en el sentido de su solución —como ingenuamente presuponen muchos— es un riesgo real. Ya hoy, el 20% más favorecido de la población global maneja el 83% del ingreso mundial, mientras que el 20% menos favorecido debe sobrevivir con el 1,4%. Quienes trabajan en el campo de la ciencia y la técnica tienen que estar muy conscientes de esa realidad, para no confundir los instrumentos —la cien-

cia por ejemplo, cuyo papel depende de cómo se use—, con los verdaderos fines del mejoramiento de la sociedad humana, cuyo alcance depende de la universalización de valores éticos y políticos que la ciencia, por sí sola, no es capaz de garantizar.

### La reproducción ampliada y la acumulación originaria del conocimiento

La transformación del conocimiento en capital presupone su reproducción ampliada. El conocimiento entonces deja de ser un factor de contexto para convertirse en un eslabón intermedio, cuantificable, del ciclo económico.

En su versión más elemental, el conocimiento cierra su ciclo económico a través del producto en el cual se incorpora, contribuyendo —y en proporciones crecientes— a su valor y a su precio. Además, en las empresas de alta tecnología, que invierten mucho en investigación-desarrollo, parte del valor agregado que crea el conocimiento se invierte en ampliar las posibilidades de investigación de la propia empresa, creando así un ciclo de reproducción ampliada del propio conocimiento.

En su versión más reciente, el conocimiento tiende también a cerrar su ciclo económico **antes** de incorporarse al producto, mediante transacciones comerciales en las cuales el objeto de negociación es el conocimiento mismo: licencias de patente, transferencias de tecnología, contratos de investigación-desarrollo, servicios científico-técnicos, etc.

El propio conocimiento no sólo añade valor al producto en que se integra, sino que él mismo va adquiriendo valor añadido a medida que evoluciona de un hallazgo primario —la identificación de una planta con propiedades medicinales, por ejemplo— a un saber más completo que incluye evaluaciones sofisticadas, procesos productivos a escalas crecientes, información sobre aplicaciones diversas, etc. Este tránsito de conocimiento “crudo” a conocimiento “elaborado” influye obviamente en el valor que de él se puede obtener en las transacciones que cierran el ciclo económico sobre el conocimiento mismo, antes de convertirse en producto, aunque carecemos de una teoría que sustente esta valorización.

También está ocurriendo —si no ha ocurrido ya— una especie de acumulación originaria del conocimiento. Marx [4] descubrió y denunció que el proceso de reproducción ampliada del capital no ha existido siempre, sino que empezó en un momento histórico dado, a partir de una acumulación originaria de capital asociada frecuentemente a la violencia. Lo que la burguesía presentaba como un legítimo fruto del ahorro, fue desnudado en su esencia de apropiación violenta del producto del trabajo ajeno.

De manera análoga, el proceso que presenciamos hoy, de transformación del conocimiento en factor determinante de la producción y de privatización del conocimiento, incorpora en el capital privado los frutos de la cultura y del intelecto creativo de muchas personas e inicia, a partir de esta acumulación originaria e ilegítima de grandes masas de conocimiento, un proceso de reproducción ampliada que se hará indetenible hasta que entre en contradicción con el propio desarrollo de la ciencia y la técnica.

4. Marx C. El Capital. La Habana: Instituto Cubano del Libro; 1973

Esta contradicción no estaría determinada por el crecimiento continuo de la masa de conocimientos, sino por el carácter privado de su apropiación, que empieza a dar señales de que contiene el germen de la paralización de todo el proceso. Los mecanismos de este fenómeno aún no son claramente comprendidos y deben ser objeto de mucha —y urgente— investigación social y económica.

### Cómo es el conocimiento industrialmente relevante

No es sólo la relación entre el conocimiento y la economía lo que está cambiando, sino que el concepto mismo del conocimiento también se modifica.

Cuando intentamos describir el conocimiento que es relevante para el desarrollo industrial, se hace evidente que no se trata de la imagen clásica del saber especializado, generado y portado por un individuo y siempre objetivable mediante fórmulas, conceptos y procedimientos. Esa percepción clásica del saber científico sigue siendo importante, pero ahora es incluida dentro de una concepción más abarcadora donde se destacan:

- El carácter colectivo del conocimiento. No sólo hay conocimiento en la mente de los individuos, sino que también hay conocimiento incluido en el complejo sistema de asignación de papeles, colaboración, complementación y procedimientos de los colectivos e instituciones. Este conocimiento no se traslada cuando se trasladan las personas, ni se crea automáticamente cuando se agrupan individuos “conocedores”.
- El carácter combinatorio del conocimiento. No sólo hay espacio de innovación en la creación de nuevas piezas de conocimiento, sino en la recombinación inteligente de piezas que existen separadas, a veces en campos distantes: la biología, la electrónica y las ciencias cognitivas, por ejemplo.
- La relación entre la creación de conocimiento y sus aplicaciones. Se trata de un conocimiento ajustado a la realidad concreta, que se genera cada vez más cerca del lugar donde se utiliza (las propias empresas). Es una relación en ambos sentidos, que hace cada vez más difícil la labor de creación de conocimiento cuando no se relaciona directamente con su aplicación, y hace también más difícil la aplicación del conocimiento allí donde no hay capacidades autóctonas de generarlo.
- La inclusión del conocimiento tácito. Se intenta describir con este término las capacidades individuales y colectivas de interpretación y transformación de la realidad, que dependen de la experiencia práctica, la visión culturalmente condicionada, las actitudes y valores, lo cual no se puede estructurar de forma reduccionista mediante un conjunto de datos y/o de procedimientos normalizados y verificables.

Esta ampliación del campo del conocimiento industrialmente relevante dista mucho de ser teoría, pues tiene enormes implicaciones prácticas para las acciones concretas de diseño de organizaciones y de conducción del proceso de investigación-desarrollo.

### Biotecnología en Cuba: las realizaciones evidentes

Sobre una base creada por el esfuerzo masivo de escolarización, formación de recursos humanos y cua-

dos científicos en las décadas de 1960 y 1970, la operación estructurada de crear un complejo de instituciones de investigación-producción en el campo de la biotecnología comenzó en 1981 con la creación del Centro de Investigaciones Biológicas y las primeras producciones de interferón, y se extendió después con un importante proceso inversionista que dio nacimiento a lo que es hoy el Polo Científico del Oeste de La Habana: más de cuarenta instituciones científicas y productivas, que agrupan más de once mil trabajadores. También surgieron instituciones de este tipo en las provincias de Villa Clara, Sancti Spiritus, Ciego de Ávila, Camagüey, Holguín y Santiago de Cuba.

La operación inversionista y organizativa de la biotecnología en Cuba es una operación exitosa, sean cualesquiera los indicadores económicos y/o sociales que se utilicen para evaluarla: nuevos productos, capacidad exportadora, impacto en la salud, flujo de caja, retorno de la inversión u otros.

Nuevos biofármacos —interferones, eritropoyetina, anticuerpos monoclonales, estreptoquinasa recombinante y otros— y nuevas vacunas, se han incorporado al arsenal del sistema de salud. Algunos de estos productos, como la vacuna contra la meningitis B y el policosanol (PPG) son únicos en el mundo y están protegidos por fuertes patentes cubanas. Los productos biotecnológicos cubanos se exportan actualmente a más de quince países en todos los continentes.

La producción de equipos médicos y sistemas de diagnóstico —como los sistemas SUMA y Neurónica—, ha creado redes nacionales que garantizan el diagnóstico de malformaciones congénitas, la calidad de la sangre, la vigilancia epidemiológica y el diagnóstico neurofisiológico en diversas aplicaciones. Estas redes de diagnóstico se han reproducido en otros países. Una línea de productos con nuevas vacunas, biofármacos, diagnosticadores y equipos emerge —en diferentes etapas de desarrollo— a partir de más de cien proyectos de investigación.

Hace varios años que el sistema en su conjunto es económicamente autosostenible y opera en flujo de caja positivo en divisas y en moneda nacional, y financia además, con sus excedentes, otros centros científicos. Aunque sobre bases anteriores, la mayoría de estas realizaciones han ocurrido en un plazo de quince años, muy breve en comparación con los tiempos de desarrollo de otros sectores económicos.

Varias publicaciones especializadas han concentrado su atención en los últimos años en el análisis de la experiencia cubana [5-7].

Ésta es la parte más conocida de la historia. Pero hay otra, menos evidente, que es la que interesa exponer en este artículo.

### Biotecnología en Cuba: las realizaciones subyacentes

Detrás de las historias científicas y tecnológicas particulares de cada producto o institución, subyace otra, que está dada por el componente social y económico del “experimento” de la biotecnología cubana.

El análisis de esta experiencia será una tarea compleja que requerirá del esfuerzo intelectual de muchos para descubrir las esencias dentro del rico conjunto de fenómenos de esta etapa. Nos limitaremos aquí a apuntar algunos de sus rasgos:

5. Carr N. Cuban biotechnology treads a lonely path. *Nature* April 1999;398 (supp):A22-3.

6. Kaiser J. Cuba's Billion-Dollar Biotech Gamble. *Science* Nov 1998;282:1626-8

7. Beynon K. Singing the praises of Cuba's science base. *Scrip Magazine* February 1999: Issue 76:33-5.

- El desarrollo a partir de la capacidad científica. Ésta no es la historia de unos sectores industriales preexistentes que crearon áreas de investigación-desarrollo, sino de lo inverso: capacidades productivas que se desarrollaron a partir de colectivos científicos. Es una experiencia exitosa de **oferta** de ciencia y tecnología, precisamente la estrategia que muchos intentan desacreditar hoy en aras de la de **demanda** de ciencia por el mercado. Y es que la estrategia “ofertista” no es intrínsecamente infuncional, sino que depende de quién y cómo la conduzca.
- La conducción por el Estado. No es un desarrollo guiado por las leyes del mercado, sino por una visión estratégica consciente y una voluntad política. La lógica del mercado en los países subdesarrollados no conduce al crecimiento de la capacidad científico-técnica, sino al reforzamiento de la dependencia.
- El consenso social y el compromiso. La conducción estatal es imprescindible, pero no suficiente. Se requiere, además, de un alto grado de politización de todos los participantes, lo cual significa la concientización de que el esfuerzo y los resultados del desarrollo científico-técnico trascienden el propio sector y se integran como parte de un proyecto social de mayor alcance.
- La potenciación entre propiedad estatal y gestión descentralizada. La propiedad social sobre los medios de producción no significa su administración centralizada. Más bien es al revés: la propiedad del Estado permite la descentralización de la gestión, al minimizar el riesgo de desviaciones de la dirección estratégica. De hecho, ésta ha sido una historia de administración de centros de biotecnología que han funcionado (administrativamente) como si fueran empresas con 11 000 000 de accionistas.
- La institución de ciclo completo. El tipo de centro que se concibió y creó, internalizó todos los componentes del ciclo económico del conocimiento: la investigación, el diseño y desarrollo de productos, la producción y la comercialización. Esto reforzó el sentido de responsabilidad por los resultados finales, incrementó las posibilidades de viabilidad económica de las instituciones y contribuyó a orientar la propia investigación científica.
- La orientación exportadora. Al menos en la biotecnología de aplicación médica hay una realidad económica que obliga a una estrategia exportadora: hacer productos de alta tecnología —con mucho conocimiento incorporado— presupone la capacidad de mantener el considerable costo fijo de la investigación científica, y ello sólo es posible cuando el volumen de producción-venta es suficientemente alto para asumirlo. En los países pequeños, los mercados nacionales no tienen el tamaño suficiente para cerrar este ciclo y hay que cerrarlo a través de la exportación.
- Los mercados domésticos pequeños no son buenos demandantes naturales de ciencia e innovación. Los márgenes de ventaja que generan las innovaciones no suelen cubrir los costos de la actividad innovadora. Quizás esta regla tenga excepciones en los sectores grandes de la economía nacional (industria azucarera, agricultura, turismo, etc.), pero,

en general, existe una dependencia recíproca entre desarrollo tecnológico y capacidad exportadora.

- La negociación sobre activos intangibles. La actividad exportadora no se ha limitado a la venta de productos. Los productos son un portador del valor añadido por el trabajo directo —potenciado por la alta calificación de los trabajadores— y el trabajo pretérito (conocimiento), pero también hay valor creado en las tecnologías, las patentes y la propia capacidad científico-técnica construida. Este valor puede realizarse directamente en las negociaciones, como ha ocurrido en los acuerdos de transferencia de tecnología y en la negociación precoz de productos con empresas extranjeras antes —y a veces bastante antes— de que terminen las etapas de investigación-desarrollo.
- El enfoque de sistema. La conducción estratégica estatal facilitó el surgimiento, no de un grupo de instituciones aisladas en lucha por su supervivencia económica —que hubiera incluido incidentes de lucha de unas contra otras— sino de un sistema integrado que incluye, conjuntamente con los centros productivos y exportadores, otras instituciones de servicios científico-técnicos.

### La locomotora de la educación superior

La idea de las llamadas locomotoras económicas no es nueva. Esta denominación ha sido aplicada a sectores económicos en rápida expansión, producto de la existencia de mercados insatisfechos y/o crecientes, y de las ventajas competitivas que tiene determinado país para satisfacerlos. En su expansión, estos sectores crean mercados internos para sus insumos, producto de otros sectores económicos relacionados, a la vez que crean también excedentes invertibles en sectores no relacionados, “halando” de esta manera al resto de la economía. El término locomotora de la economía se ha aplicado en Cuba primero a la industria azucarera y más recientemente al turismo.

M Porter [8] puso esta idea en el centro de su teoría sobre “Las ventajas competitivas de las naciones”, identificando que, en diferentes países, los sectores con ventaja competitiva que asumen este papel son distintos. Así sucedería con los productos químicos en Alemania, los productos farmacéuticos y servicios financieros en Suiza, la producción de camiones pesados y equipos de minería en Suecia, la producción de ordenadores y softwares en los Estados Unidos, la producción de maquinaria de envasado en Italia, y la producción de electrónica de consumo en Japón.

Sin embargo, el efecto de estos sectores de ventaja, para que sean motor no sólo de expansión económica sino de desarrollo, no puede limitarse al efecto cuantitativo en el valor creado. Hace falta que generen también un cambio cualitativo en la estructura de los recursos humanos del aparato productivo del país, que vaya abriendo cada vez más espacio en la economía productiva a una fuerza de trabajo más calificada, creativa y capaz de tareas de mayor complejidad. La clave del desarrollo económico radica en esta modificación constante de la manera en que se produce la riqueza del país. Es un fenómeno que realmente no capturan ni logran describir los indicadores económicos convencionales como el producto interno bruto.

8. Porter ME. La ventaja competitiva de las naciones. Buenos Aires: Javier Vergara Editor S.A.;1991.

Una complejidad adicional surge al comprender que los efectos de los diferentes sectores en el volumen de la economía —la clásica locomotora— y en la estructura de recursos humanos del país, no son necesariamente proporcionales. Pueden ocurrir —de hecho ocurren— efectos diferenciales en sectores con un volumen económico menor, pero con un notable impacto social por su capacidad de absorber fuerza de trabajo calificada, para crear así espacio, necesidad y sentido económico a la expansión de la educación superior y media.

La Revolución Cubana realizó un enorme esfuerzo educacional desde inicios de la década de 1960 que erradicó el analfabetismo, logró la escolarización total y multiplicó las cifras de profesionales y técnicos así como la cantidad de escuelas y universidades.

Fue un esfuerzo conducido y financiado por el Estado y relativamente independiente de la demanda de fuerza de trabajo calificada por la economía en aquella etapa aún muy subdesarrollada. El cambio en la estructura de los recursos humanos se colocó así por delante del desarrollo económico.

Las realidades de la economía mundial en la década de 1990 y la creciente inserción de la economía cubana en ese contexto, pueden imponernos una conexión, más estrecha que antes, entre las dimensiones del sistema educacional y la demanda de fuerza de trabajo calificada. La expansión de los sectores de la economía de alta tecnología será determinante en tal escenario para permitir que continúe el desarrollo del sistema educacional, especialmente de la educación superior. Esta función de locomotora de la educación superior es otra de las tareas de la naciente biotecnología cubana.

### Los peligros y las oportunidades

La economía del conocimiento es un peligro para la gran mayoría de los países, si los centros de poder logran privatizar el conocimiento, alienarlo de las grandes mayorías —como se hizo antes con el trabajo directo— e integrarlo al capital.

Al mismo tiempo puede abrir una ventana de oportunidad —transitoria—, si se desplaza rápidamente el centro de la competitividad a factores de la producción intangibles (el conocimiento, los recursos humanos calificados, la creatividad, la flexibilidad y motivación de las organizaciones, etc.), donde las relaciones de propiedad están menos firmemente establecidas que con los medios de producción de la industria tradicional. Es una lucha en la que la velocidad y la creatividad en el diseño e implementación de nuevas formas de apropiación serán determinantes.

Pesa en nuestra contra la enorme acumulación de recursos materiales en manos de los poderosos, la unipolaridad del mundo después de la desaparición del campo socialista europeo, y la teología neoliberal prevalente en la recién estrenada Organización Mundial de Comercio.

Operan a nuestro favor, en el caso específico de la biotecnología cubana, la propiedad socialista de nuestras instalaciones, la integralidad del esfuerzo condi-

cionado por la conducción estratégica del Estado, la abundancia de trabajadores y cuadros de alta calificación —y sobre todo, motivados—, la infraestructura de instalaciones biotecnológicas creada en los últimos quince años, la participación de un sistema de salud grande, experto y equitativo, y el alto grado de consenso y compromiso de los participantes directos y de toda la sociedad.

La biotecnología tiene en Cuba un papel importante, no sólo —y no principalmente— por el tamaño de la operación económica que sea capaz de construir, sino sobre todo por el tipo de economía en la que se introduce: la economía del conocimiento. Su valor depende no sólo de los recursos que produce, sino de cómo los produce. En el plano estratégico, la experiencia ha demostrado su viabilidad.

La táctica del momento actual pasa por la identificación de qué cosa es lo esencial en todo lo que está ocurriendo y por la implementación de medidas que refuercen:

- La capacidad de generación de conocimientos. Esto requiere a su vez una orientación inteligente de la investigación científica, identificando y explotando oportunidades de creación de propiedad intelectual; el montaje de un componente de investigación básica dentro del sistema; y el desarrollo de la capacidad de crear más conexiones concretas con las capacidades científicas que el país tiene fuera del sistema —por ejemplo en las instituciones educacionales y de salud.
- La capacidad de agregarle valor al conocimiento. Requiere a su vez un sistema moderno de dirección de proyectos —manejados como inversiones— para el desarrollo de los nuevos productos, incluida la combinación a tiempo y programada de especialidades diversas (biología, ingeniería, ciencias farmacéuticas, agrotecnia, mercadotecnia, etc.), así como la movilización de las potencialidades del sistema de salud en función de los ensayos clínicos y epidemiológicos.
- La capacidad de valorización y realización comercial del conocimiento. Esto incluye una buena estrategia de patentes, la creación de una mejor capacidad de análisis de factibilidad económica de los proyectos, y el diseño de una estrategia de negociación exterior agresiva, audaz, diversificada y flexible, pero a la vez integrada mediante la conducción estatal.

En términos de las nuevas relaciones entre la ciencia y la economía, este enfoque debe combinar una estrategia de oferta de ciencia y técnica hacia el interior de la economía nacional, con una estrategia de demanda de ciencia y técnica por el mercado exterior, que no se limita al mercado de los productos actuales, sino que se extiende al mercado de negociaciones sobre los productos futuros.

Una vez más, se plantea exactamente lo inverso a lo que propone la receta neoliberal en los vulnerables sistemas científicos de América Latina. Pero ésa ha sido precisamente la tarea: denunciar la realidad y construir la alternativa.