

---

Gerd Junne\*

---

---

*NUEVAS TECNOLOGIAS:  
Una amenaza para las exportaciones  
de los países en vías de desarrollo\*\**

---

**I. Introducción**

*1. Prospectos de exportación en los países en vías de desarrollo*

El Informe del Banco Mundial sobre el desarrollo en 1984 describe dos escenarios básicos designados: Casos de Alto y de Bajo Rendimiento (High and Low Cases), con el fin de mostrar la variedad de posibilidades que tiene la economía mundial para el periodo 1985-1995. El caso de Bajo Rendimiento indica lo que pasaría si los países industrializados no hicieran nada por mejorar la actuación que tuvieron durante la década pasada en lo relativo al crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB), al control de la inflación y los déficits presupuestarios.

Por otra parte, el caso de Alto Rendimiento presupone que su trayectoria de expansión dentro de la economía industrial será sostenida y constante, con un crecimiento del PIB del 4.3 por ciento anual para la década 1985-1995.<sup>1</sup> Estos dos escenarios prevén diferentes patrones del comercio de los países en vías de desarrollo. El cuadro 1 muestra estas cifras:

\* Investigador de la Universidad de Amsterdam, Holanda.

\*\* Traducción de Jacqueline Hernández Vicent.

<sup>1</sup> World Bank, *World Development Report 1984*. New York, Oxford University Press, July 1984.

**Cuadro 1**  
**Crecimiento del Comercio en los Países en vías de desarrollo**  
 (1963-1995, cambio promedio porcentual anual)

	1965-1973	1973-1980	1980-1985	1985-1995	
					Bajo Rendimiento
					Alto Rendimiento
Incremento en exportaciones	6.3	3.1	5.5	6.4	4.7
Manufacturas	4.9	10.6	8.1	9.7	7.5
Primarias	5.0	0.9	4.0	3.4	2.1
Incremento en importaciones	6.4	5.9	3.2	7.2	5.1

Fuente: *Informe de Desarrollo Mundial de 1984*, Tabla 3.1, p. 35, y Tabla 3.3, pp. 36-37.

\* Investigador de la Universidad de Amsterdam, Holanda.

\*\* Traducción de Jacqueline Hernández Vicent.

En ambos escenarios, las exportaciones de manufacturas tendrán altos índices de crecimiento. Las exportaciones de artículos básicos crecerán a un ritmo mucho más lento, aun cuando se espera que los países con bajos ingresos alcancen mayores índices de crecimiento por concepto de exportaciones de artículos básicos, en relación con los obtenidos durante el periodo 1980-1985 (incluso en el escenario de bajo rendimiento). *La tesis principal de este documento es que los índices de crecimiento de las exportaciones serán quizás considerablemente menores debido al cambio tecnológico y a su impacto en la división internacional del trabajo.* Si esto es cierto, la capacidad de importación de los países en vías de desarrollo se verá seriamente afectada.

Los escenarios del Banco Mundial “no consideran la posibilidad de que la economía mundial pudiese sufrir impactos exógenos que fueran resultado de, por ejemplo, una seria interrupción de los suministros de energía”.<sup>2</sup> Tampoco consideran que los cambios actuales en la tecnología pudieran alterar las tendencias en la división internacional del trabajo. No obstante, parece que así será.

## 2. *Olas de nuevas tecnologías*

El desarrollo tecnológico no es un proceso continuo de inventos e innovaciones que hayan sido distribuidos más o menos en forma fortuita o equitativa durante un tiempo (o espacio). Incluso los autores que critican severamente cualquier teoría de grandes olas de desarrollo económico, están de acuerdo en que las innovaciones tecnológicas “se apilan”.<sup>3</sup> Las innovaciones básicas pueden estimular la formación de un cúmulo de otras innovaciones en campos relacionados, y pueden enviar “olas de impacto” a través de toda la economía. Las innovaciones fundamentales no sólo afectarán las relaciones mano de obra-capital, los patrones de crecimiento y los procesos de concentración, sino que impactarán también la división internacional del trabajo. Dicho fenómeno se observó ya en las décadas de los años sesenta y setentas, cuando el progreso en la tecnología de telecomunicaciones y transportes, así como en la organización tayloriana de producción, facilitó el establecimiento de procesos de producción de mano de obra intensa en los países con bajos salarios en el sureste de Asia y en América Latina.<sup>4</sup>

<sup>2</sup> *Ibid.*, p. 34.

<sup>3</sup> Richard R. Nelson y Sidney G. Winter, “In Search of Useful Theory of Innovation”, en Karl A. Stroetman, *Innovation, Economic Change and Technology Policy*. Basel, Birkhaeuser Verlag, 1977, pp. 36-76.

<sup>4</sup> Folker Froebel, Juergen Heinrichs y Otto Kreye, *Die neue internationale*

Actualmente, la economía mundial sufre una serie de cambios fundamentales que han sido resultado de la *aplicación de la microelectrónica*, no sólo en lo referente a nuevos productos, sino también a *nuevos procesos de producción*. La introducción de nuevos *productos microelectrónicos* había contribuido a desviar la producción hacia los países en vías de desarrollo debido, por lo menos, a dos razones:

- Mayor facilidad de transportación, ya que los transistores y los chips son menos frágiles que las válvulas. Además, la miniaturización contribuyó a reducir los costos de transporte; y
- El que se requiera menor capacitación para ensamblar componentes electrónicos que para fabricar y montar un gran número de piezas mecánicas.

Por el contrario, la introducción de nuevos procesos de producción, consecuencia de la aplicación de la microelectrónica, provocará un cambio en la dirección opuesta. Gracias a los avances en la microelectrónica ha sido posible mejorar las estaciones de trabajo de control numérico, los robots, las técnicas de sensores y los procesos integrados de diseño y fabricación de control computarizado.<sup>5</sup> Estos cambios han dado como resultado una *automatización flexible* y productiva. El número de actividades que pueden automatizarse está en constante aumento. Con la creciente automatización, la participación de la mano de obra en los costos totales de producción está disminuyendo. Lo mismo ocurre con los incentivos para establecer procesos de producción en los países con bajos salarios. Debido a que la ventaja comparativa de muchos países en vías de desarrollo se basa en los bajos salarios (y la legislación concomitante de la mano de obra permite un mayor uso continuo de maquinaria que en la mayoría de los países desarrollados), estos avances amenazan la posición de las naciones en vías de desarrollo en lo que respecta a exportaciones de artículos manufacturados.

Las consecuencias de la creciente automatización en la producción de los países industrializados tiene sobre la industria de los países en vías de desarrollo aún es cuestionable, pero existen grandes posibilidades de que este desarrollo reduzca el papel de muchos países en vías

*Arbeitsteilung. Strukturelle Arbeitslosigkeit in den Industrielaender und die Industrialisierung der Entwicklungslaender.* Reinbek (Rowohlt), 1977.

<sup>5</sup> Cfr. Raphael Kaplinsky, *Computer-Aided Desing.* Electronics, Comparative Advantage and Development. A Unido Study, London (Frances Pinter), 1982. Del mismo autor: *Automation. The Technology and Society.* London, Longman, 1984.

de desarrollo al de simples exportadores tradicionales de materias primas dentro de la economía mundial. En sí, esto sería una tragedia para muchos de ellos, dado que se espera que las exportaciones de materias primas crezcan a un ritmo mucho más lento que las exportaciones de productos manufacturados (véase cuadro 1). Sin embargo, la situación puede empeorar aún más. Muchos observadores están de acuerdo en que la próxima ola de desarrollo tecnológico, es decir, el desarrollo de la biotecnología, tendrá un impacto similar en el desarrollo económico, así como en la división internacional del trabajo a partir de la década de los noventa, parecido al que tuvo la microelectrónica en las décadas de los años setenta y ochenta. Mientras que el impacto de la microelectrónica se concentró en la industria y en los servicios, el de la biotecnología afectará especialmente la agricultura y la producción de materias primas. La aplicación de la biotecnología puede reducir considerablemente la demanda de materia prima y, por lo tanto, puede tener una influencia muy negativa en las exportaciones de materia prima de los países en vías de desarrollo.

### *3. El argumento principal*

Por lo anterior, mi argumento principal es que el actual desarrollo de la microelectrónica y el progreso resultante de la automatización de la producción cambiará las ventajas comparativas. Así, el pasado incremento en las exportaciones de productos manufacturados de los países en vías de desarrollo no puede ser extrapolado hacia el futuro. Como resultado, muchos de dichos países mantendrán su papel de exportadores de materia prima exclusivamente; no obstante, este papel también se verá afectado por la próxima ola de desarrollo tecnológico. Los nuevos procesos de producción requerirán de menor cantidad de materia prima y de combustible. Se explotarán más ampliamente los recursos locales en los países industrializados y se mejorarán las técnicas de reciclaje. En consecuencia, no sólo se verán amenazadas las exportaciones de productos manufacturados, sino también las de productos básicos. Este desarrollo utópico no está muy lejano. El actual desarrollo en el *mercado mundial del azúcar* es el primer ejemplo que, quizá, sigan de inmediato otros mercados.

En las secciones II, III y IV de este trabajo, se señalarán, sucesivamente las consecuencias de la automatización y de la introducción de nuevas técnicas administrativas en los países industrializados; el impacto que ha tenido el desarrollo de la biotecnología moderna en las exportaciones de artículos básicos y las alternativas estratégicas de que disponen los países en vías de desarrollo frente a esos cambios.

## II. Automatización en la fabricación

La crisis económica mundial de la década de los setenta y principios de los ochenta, propició que se diera mayor importancia a los procesos de producción a bajo costo. Muchos países (con la excepción notable de Estados Unidos), han tratado de solucionar la crisis mediante el aumento de sus exportaciones (y la reducción de sus importaciones). A fin de lograrlo, las naciones (y compañías) tuvieron que aumentar la productividad. Esta presión ocasionó una creciente demanda de equipo de *automatización flexible*: maquinaria reprogramable que puede utilizarse para alcanzar una buena producción de varios artículos en pequeñas cantidades. La “automatización rígida” (contraria a la “automatización flexible”) consiste en la instalación de maquinaria que sólo puede realizar la tarea específica para la que fue diseñada. Sin embargo, la incertidumbre con respecto a la demanda futura le restó atractivo a la “automatización rígida”. Con la flexible ya no existe el vínculo entre la automatización y la producción a gran escala. Se pueden producir pequeñas series al mismo precio unitario, lo que hasta hace poco sólo era posible mediante la producción automatizada a gran escala. Así, “las economías de alcance” sustituyen a “las economías de escala”.<sup>6</sup> La ventaja de usar el mismo equipo para producir una variedad de diferentes productos sin grandes costos adicionales, se ha vuelto mayor que la de la producción a gran escala.

Este desarrollo tiene un impacto directo en las estrategias de las compañías. La estrategia de “principios globales”, dominante en las empresas multinacionales durante la década de los setenta, ahora resulta obsoleta.

### 1. Estrategias obsoletas de “principios globales”

Por medio de las estrategias utilizadas por la Ford y la General Motors, se pueden ejemplificar respectivamente las diferentes reacciones que las distintas compañías tienen ante la crisis. La Ford sigue la política de “hágalo sólo una vez”.<sup>7</sup> Con objeto de obtener el máximo número de economías de escala, la Ford trata de fabricar la mayor cantidad posible de componentes mecánicos para autos producidos en diferentes países; estos deben ser lo más intercambiables posible. Al mismo tiem-

<sup>6</sup> Gene Bylinsky, “The Race to the Automated Factory”, en *Fortune*, 21 de febrero de 1983, pp. 52-64.

<sup>7</sup> Kenneth Gooding, “Ford’s ‘do it only once’ approach”, en *The Financial Times*, 16 de noviembre de 1984, p. 10.

po, la Ford busca concentrar la producción de cada artículo en un solo lugar.

El *world truck* (camión mundial) brasileño de la Ford es un buen ejemplo de estos planes. Dicho camión tendrá una caseta europea y paneles importados de Europa; además, llevará el nombre europeo "Cargo". Tendrá un chasis estadounidense, un motor diesel que ha sido fabricado con base en el utilizado por la división de tractores para la agricultura. Será ensamblado en Brasil para su venta en el mercado interno y el estadounidense.

En *The Financial Times* se afirma:

- Durante años, la Ford ha trabajado arduamente en su estrategia global con el fin de obtener un uso más eficiente de su diseño, ingeniería y otros recursos. Asimismo, ha coordinado los esfuerzos de sus vastas subsidiarias.<sup>8</sup>

Sin embargo, esta estrategia tendrá, a la larga, varias desventajas por diversas razones:

- Es probablemente *menos flexible* que una organización donde las diferentes etapas del proceso total de producción están más estrechamente relacionadas.
- La compañía no podrá responder con tanta rapidez a los constantes cambios en las preferencias del consumidor.
- Por el hecho de poseer componentes estandarizados, la compañía puede tener *dificultades para enfrentarse con la fuerte competencia tecnológica*.
- En un *mercado cada vez más dividido*, con demandas sumamente diferentes, los autos fabricados con componentes estandarizados no podrán satisfacer con tanta facilidad las necesidades observadas en ciertos segmentos especiales del mercado.
- Podrá haber grandes *existencias totales de componentes* debido a la transportación a larga distancia y a las grandes existencias de reserva.
- La producción será *más vulnerable* a los sucesos en diferentes partes del mundo.
- El *costo total del equipo de producción* para la "automatización rígida" puede aumentar.

<sup>8</sup> *The Financial Times*, 16 de noviembre de 1984, p. 10.

Parece ser que la Ford está perfeccionando su estrategia en un momento en que el desarrollo tecnológico ha seguido un curso tal que las suposiciones subyacentes a la estrategia ya no son válidas. Las economías de escala que se lograron con base en una estrategia de principios globales, probablemente ya no compensen las desventajas que inevitablemente están implícitas en ellas.

## 2. *La automatización en la General Motors*

Es evidente que la General Motors, el grupo automotriz más grande del mundo, ha optado por utilizar otra estrategia. La General Motors respondió en forma decidida al reto japonés, llevando la tecnología avanzada al taller de montaje con el fin de hacerse más sensible al mercado.

La General Motors ha establecido una empresa conjunta con la compañía japonesa Fanuc: la General Motors Fanuc Robotics, que para 1984 se espera que venda 70 millones de dólares y que sea el mayor proveedor de equipo de robots en Estados Unidos. Para 1990, la General Motors tendrá cerca de 20,000 robots (el 20 por ciento de la población de robots estadounidenses proyectada para ese año).<sup>9</sup>

En *The Financial Times* se asegura que:

Cuando se introduzca la CIM (fabricación integrada de computadoras) en la década de los años noventas, los robots inteligentes serán el elemento esencial para las plantas automotrices del futuro que no requerirán de personal.

La GM no es la única compañía dentro de la industria automotriz que piensa que en la próxima década las computadoras. . . podrán monitorear cada etapa de la producción de un auto, desde el concepto del diseño hasta la fabricación y el montaje. La idea es que todo el proceso de montaje se basaría en el mercado; no se fabricaría ningún auto sin un previo pedido por parte del cliente, pero una computadora pondría a otras a trabajar para producir un auto rápidamente una vez que el depósito de éste haya sido pagado.<sup>10</sup>

Resulta evidente que este tipo de producción orientada hacia el mer-

<sup>9</sup> Kenneth Gooding, "A cultural revolution at GM" en *The Financial Times*, 14 de noviembre de 1984.

<sup>10</sup> *The Financial Times*, 14 de noviembre de 1984.



cado no cumple con una estrategia de “principios globales”: el armar autos con componentes producidos en todo el mundo, de acuerdo con las demandas específicas del cliente, sería un proceso difícil en el cual se perdería mucho tiempo. Además, el tiempo de entrega es aspecto importante dentro de la competencia.

Por lo tanto, la tendencia dominante ya no parece inclinarse hacia los “principios globales”, sino hacia los *centros regionales de producción* que pueden fabricar, en un orden arbitrario, una amplia variedad de productos terminados altamente diferenciados, y muchos productos intermedios.

Todavía existe un largo trecho por transitar para que un concepto como ese se vuelva realidad; sin embargo, la General Motors se esfuerza por recorrer este camino y ha demostrado su poca disponibilidad para establecer procesos de producción en los países con bajos salarios, mientras no se trate de obtener una participación en el mercado *local* (mas no en el mercado de *exportaciones*).

### 3. *Consecuencias de la automatización flexible*

Con el objeto de mostrar un cambio en la estrategia en muchas ramas de la industria, se mencionó el ejemplo de las dos compañías automotrices gigantes. Gracias a la introducción de la automatización flexible se amplió el panorama de la posible automatización. Mientras que en el pasado ésta estaba limitada a la producción a gran escala, ahora se ha hecho posible también la *producción a pequeña escala* (por ejemplo, de artículos básicos). Con el desarrollo de nuevas técnicas de sensores, los robots se pueden utilizar también para efectuar trabajos de montaje (que representan cerca del 40 por ciento del costo de la mano de obra en la fabricación) y el control de calidad. Los sistemas de control computarizado para el diseño, fabricación y registro de orden ayudarán a evitar una gran cantidad de actividades que consisten en especificaciones para el manejo del producto, máquinas programadoras, máquinas de carga con refacciones específicas, etcétera.

La única razón por la cual el inmenso potencial de ahorro de mano de obra en este proceso aún no ha contribuido más al desempleo a gran escala, es que muchas compañías están todavía en la “fase de aprendizaje”. Mientras experimentan con nuevos procesos de producción, continúan produciendo en formas más tradicionales. Unen la experiencia a los nuevos procesos y esperan a la próxima generación que tendrá un equipo más eficiente (y menos costoso) o bien, aguardan a que la demanda total aumente para justificar nuevas inversiones.

Gracias a la introducción de la automatización flexible, la *participación de la mano de obra en los costos totales de producción tendrá un descenso* considerable. Simultáneamente el *promedio de la fuerza laboral calificada tendrá que aumentar* debido a que los mismos trabajadores se verán obligados a ejecutar una variedad de funciones para controlar y darle continuidad a la producción. La automatización flexible incrementará también la necesidad de una *fuerza laboral flexible*, aunque ésta sea menor a la hasta ahora existente. El incentivo de colocar la producción en “fábricas del mercado mundial” en países en vías de desarrollo disminuirá debido a la menor participación de la mano de obra en los costos totales de producción. Lo mismo sucederá con los incentivos para colocar los procesos de producción de capital intenso en países cuya legislación laboral permita operar plantas las 24 horas del día, debido a que las altamente automatizadas pueden funcionar por la noche con un “turno tecolote”, que requiere de un mínimo de personal.

El hecho de que la participación de la mano de obra en los costos totales de producción haya disminuido, ha originado nuevos conceptos de administración que buscan reducir los costos que ahora representan la mayor parte del costo total, es decir, los *inventarios*.

#### 4. *Nuevos conceptos de administración*

Los nuevos conceptos administrativos tienen como objeto reducir los inventarios tanto como sea posible. Las elevadas tasas de interés a principios de la década de los años ochentas en Estados Unidos, y en otras partes, enfocaron su atención hacia el capital activo inmovilizado en los inventarios durante todas las etapas del proceso de producción: a) inventarios de materias primas; b) existencias de productos intermedios; c) productos intermedios en el trayecto entre un sitio y otro; d) desperdicio de materia prima y de productos intermedios debido a productos defectuosos, y e) productos terminados pero no vendidos.

Las compañías tratan de resolver el problema en lo que a inventarios de materias primas y a existencias de productos intermedios se refiere con su “entrega justo a tiempo”; intentan organizar las entregas de sus proveedores de manera tal que se puedan minimizar los inventarios. Un buen ejemplo de esto es el del fabricante japonés de autos cuyo proveedor de asientos le surte dos veces al día. Dicha relación requiere de una estrecha comunicación y de cortas distancias entre las compañías involucradas, con el objeto de proporcionar la flexibilidad necesaria. Por lo tanto, muchas grandes compañías exigen que sus principales proveedores estén cerca de ellos para que les puedan surtir los pedidos de última

hora. Es evidente que dicha estrategia se contrapone a la de “principios globales”.

Los costos de transportación han disminuido considerablemente en lo concerniente al trayecto de los productos intermedios. Sin embargo, los costos importantes relacionados con una división laboral interna de largo alcance entre diferentes subsidiarias de la misma empresa, no son los costos de transportación en sí, sino los que implica el tiempo adicional que tardan los productos terminados en circular dentro de la compañía y de los inventarios de reserva, necesarios para ocultar las irregularidades en las existencias. Dichos inventarios de reserva tienden a restarle atractivo a los “principios globales”.

Otro importante concepto administrativo que actualmente se ha propagado, incluso en China, es el de “cero errores”, mismo que está garantizado por “círculos de calidad”. En algunas empresas se inmoviliza un 10 por ciento del total del capital activo en materias primas y en productos intermedios, debido a que estos forman parte de los productos defectuosos, ya sea porque su reparación requiere de demasiado tiempo y cuidado, o bien, tienen que ser desechados o desmantelados.<sup>11</sup> A fin de introducir los programas de “cero errores”, se necesita una fuerza laboral relativamente calificada y motivada. Esto pone un límite al número de países a los que pueden transferirse semejantes procesos de producción.

Finalmente, tenemos los inventarios de productos terminados, pero no vendidos. Con el objeto de reducir estos inventarios, cada vez más y más empresas se guían por lo que dicta el mercado, produciendo solamente lo que ya se ha pedido. Esta estrategia requiere de un proceso de producción bastante flexible y moderno con el propósito de satisfacer la demanda tan pronto como sea posible, lo cual no se conseguirá si se distribuye la producción en varios países, y si las instalaciones de producción no están muy cerca unas de otras.

La conclusión de este análisis conduce a señalar que la reducción de los incentivos para situar la producción del mercado mundial en países en vías de desarrollo con bajas remuneraciones, no se debe únicamente al descenso del componente salarial en los costos totales de producción. Dada la menor participación de mano de obra en los costos totales de producción, la atención de la administración gira en torno a la reducción de otros importantes componentes de costos. Estos esfuerzos contribuyen a que las actividades de producción industrialicen a las naciones.

<sup>11</sup> *International Management*, XXX.

## 5. El regreso de la industria a los países centrales

Dos factores importantes que harán que las “industrias de rápida expansión” (run-away-industries) prefieran permanecer en su lugar de origen en el futuro son: una menor participación de mano de obra en los costos totales de producción debido a la rápida expansión de la automatización flexible y a los crecientes esfuerzos por reducir los inventarios. Sin embargo, existen también otros factores que tienen los mismos propósitos. Estos son:

- El peligro de las repentinas restricciones de importación debido a la escasez de divisas ocasionadas por las deudas de muchos países en vías de desarrollo.
- La creciente inestabilidad política de muchos países en vías de desarrollo al tratar de cumplir con las condiciones impuestas por el FMI para ser sujetos de crédito.
- Medidas proteccionistas en los países industrializados que muchas veces hacen más difícil la reexportación a los países de origen.
- Mayores subsidios para la producción en países industrializados.
- La desintegración de sindicatos en los países industrializados, que ha ocasionado el aumento del poder de negociación de la administración en los países centrales.

Estos factores no provocarán un regreso inmediato de las instalaciones de producción de los países en vías de desarrollo a los industrializados. Debido a que en el pasado se acostumbraba cerrar las instalaciones de producción en los países industrializados con el objeto de transferir la producción a los países con bajos salarios, y como la expansión se concentró en los países en vías de desarrollo durante un tiempo, el cambio volverá a ser lento. Se seguirán utilizando las instalaciones existentes en las naciones en vías de desarrollo, especialmente si hay un importante mercado local; sin embargo, la expansión se llevará a cabo antes en los países industrializados. Como lo demuestran muchos ejemplos, éste es un proceso que ya ha comenzado.<sup>12</sup>

Gran parte de lo antes expuesto fue motivo de preocupación para los países en vías de desarrollo en lo que respecta a la producción para la exportación mediante subsidiarias y afiliaciones de empresas multinacionales. No obstante, esto también se aplica a las exportaciones de pro-

<sup>12</sup> Véase, por ejemplo, *Newsweek*, 12 de marzo de 1984, p. 36; *Electronic Business*, febrero de 1984, p. 178; *Fortune*, 11 de julio de 1983, p. 152.

ductos manufacturados por compañías nacionales, las cuales deberán competir con la producción altamente automatizada de los países industrializados. Tal situación ha dado lugar a un panorama muy escéptico en lo referente a la producción para las exportaciones futuras de los países en vías de desarrollo.

### **III. La biotecnología: sustitución de exportaciones primarias**

En caso de que las exportaciones de productos manufacturados por los países en vías de desarrollo no se expandan al paso que se espera, muchos de ellos se quedarán como productores de materias primas, papel que desempeñaron tradicionalmente durante la Colonia. Esta perspectiva no representa una amenaza para los exportadores “permanentes” de artículos manufacturados en los países en vías de desarrollo. Es probable que los “países recién industrializados” del sureste de Asia puedan continuar con su expansión. Las dificultades se presentan especialmente para aquellas naciones que quisieron seguir su ejemplo de crecimiento industrial de exportación orientada y que de repente se percataron de que su mano de obra a bajo costo había perdido cierto atractivo para las empresas multinacionales.

Estos países pueden sentirse obligados a expandir sus exportaciones de materias primas para poder financiar sus programas de desarrollo (o para saldar la deuda contraída como resultado de los esfuerzos por crear una infraestructura para la industrialización de la exportación orientada). Tendrán que competir con las materias primas de aquellos países que nunca tuvieron otra cosa que ofrecer a los mercados mundiales que artículos básicos. Sin embargo, ambos grupos de países se enfrentarán a cambios importantes dentro de los mercados internacionales de materias primas, debido al desarrollo de nuevas tecnologías. Así como la aplicación de la microelectrónica probablemente vaya en detrimento de las exportaciones de productos manufacturados de los países en vías de desarrollo, la aplicación de la biotecnología podría perjudicar las exportaciones de artículos básicos.

#### *1. Avances en la biotecnología*

La biotecnología es el uso integrado de la bioquímica, de la microbiología y de las ciencias de ingeniería, cuya meta pretende lograr la aplicación tecnológica (industrial) de las capacidades de los microorganismos, de

tejidos de células cultivadas y de otras partes ahí contenidas.<sup>13</sup> Durante siglos, la humanidad ha utilizado la actividad de los microorganismos en procesos de fermentación para la producción de pan, queso, vino o cerveza. Desde principios de los años cuarentas, y en especial los cincuentas, ha habido un progreso considerable en lo que se refiere al conocimiento científico en el campo. En 1973, se logró un avance fundamental, ya que se introdujo un gene responsable de ciertas características especiales que se encuentran dentro de la estructura del DNA de otras especies. Esto abrió el camino hacia la “ingeniería genética” a la cual, con frecuencia, se le identifica erróneamente con la “biotecnología moderna”. El potencial de la ingeniería genética aumenta el uso de la fermentación tradicional y de los procesos enzimáticos, debido a que los microorganismos en este proceso utilizados pueden estar “hechos a la medida” a fin de optimizar su productividad para propósitos específicos.

A pesar de que en la última década la investigación se concentró en la industria farmacéutica (debido a los precios tan elevados que se pagaban por pequeñas cantidades de nuevas sustancias), las *implicaciones para la agricultura* y la industria química pueden ser mucho más importantes a la larga. El uso de la biotecnología ocasiona que los límites de los sectores se vuelvan cada vez más confusos y la industria y la agricultura se traslapen con mayor frecuencia.

La aplicación de la biotecnología contribuirá a lo que podría denominarse la “desmaterialización de la producción”, al desarrollo de nuevos sustitutos y a un mayor aprovechamiento de los recursos locales de los países industrializados. Dichos desarrollos pueden tener un gran impacto negativo en las exportaciones de materias primas de los países en vías de desarrollo.

## 2. La “desmaterialización” de la producción

Gracias a la introducción de procesos biotecnológicos se pueden elaborar muchos productos químicos con *menos energía* de la anteriormente empleada, ya que estos procesos se llevan a cabo a temperaturas bajas (20° – 80° Celsio) y a baja presión. Una misma extensión de tierra puede producir más alimentos debido al desarrollo de nuevas variedades. Las plantas necesitarán menos fertilizantes y pesticidas. Asimismo, se requerirá de menos material para desherbar. Se descompondrá una menor cantidad de alimentos ya cosechados.<sup>14</sup>

<sup>13</sup> Definición de la Federación Europea de Biotecnología.

<sup>14</sup> Si los países en vías de desarrollo pudiesen aprovechar todos los productos que se descomponen después de la cosecha, no sufrirían la escasez de alimentos.

Se puede hacer un uso más extenso de las plantas: por ejemplo, en el caso del maíz no sólo se aprovecha el grano, sino la mazorca.<sup>15</sup> Del trigo, puede emplearse la paja para preparar alimentos ricos en proteínas para animales. Los desperdicios del algodón, en especial la pelusa y el tallo, pueden convertirse en glucosa que, a su vez, es susceptible de utilizarse en la medicina, en la industria química de alimentos y como concentrado para los procesos de fermentación microbiana.<sup>16</sup> En la producción de alimentos, se pueden usar pequeñas proporciones del producto biotecnológico *aspartame* —200 veces más dulce que el azúcar— a fin de sustituir grandes cantidades de azúcar.<sup>17</sup> En términos generales, se tiende a concentrar la producción en aquellas estructuras moleculares que tienen el efecto deliberado (provisión de proteínas, dulcificación) de reducir, en la medida de lo posible, el desperdicio en la producción. Como resultado, para crear “el mismo valor de uso” será necesario un volumen mucho menor de producción total. Por supuesto que el término “desmaterialización” es engañoso; sin embargo, es muy cierto que *en el futuro se requerirá de menos material (energía, tierra) para satisfacer las mismas necesidades.*

### 3. El desarrollo de nuevos sustitutos

Además de que se podrá lograr el mismo efecto con menores cantidades, la aplicación de la biotecnología permite un creciente *intercambio* de diferentes materias primas. Los mismos productos terminados pueden elaborarse, en principio, con aceite, caña de azúcar, maíz, paja, madera, leche o, incluso, con la basura doméstica. Esto implica que se desarrollará un gran número de nuevas posibilidades de sustitución.

Un ejemplo prominente que, de hecho, juega un papel muy importante, es la sustitución del azúcar no refinada por “jarabe de maíz con un alto contenido de fructuosa” (HFCS: High Fructose Corn Syrup) que se extrae del maíz, pero que también podría elaborarse con papas o casave. En 1981, en Estados Unidos, fue posible sustituir 1.8 toneladas de azúcar de importación gracias al HFCS y en Japón la cifra ascen-

<sup>15</sup> Cfr. M. Drazic y R. Noznic, “Saccharification of corn cobs using mixed enzyme systems”, en *Third European Congress on Biotechnology*, vol. II, Munich 1984, pp. 87-91.

<sup>16</sup> *Bio-Technology*, julio de 1984, p. 613. Tan sólo en la Unión Soviética se producen, anualmente, alrededor de 250 mil toneladas de desperdicios de fibra de algodón y 10 millones de toneladas de tallos de la misma planta.

<sup>17</sup> Gene Bylinsky, “The Battle for America’s Sweet Tooth”, en *Fortune*, 26 de julio de 1982, p. 30.

dió a 400,000 toneladas.<sup>18</sup> Los Estados Unidos siguen importando alrededor de cuatro millones de toneladas al año y Japón cerca de 1.7 millones de toneladas; sin embargo, quizá parte de esto también pueda suplirse en el futuro. Como resultado, el mercado mundial del azúcar se encuentra en un caos total. Los precios no habían sido tan bajos desde la Segunda Guerra Mundial, por lo que ya no alcanzan a cubrir los gastos de producción.<sup>19</sup> *Hoy en día, el azúcar difícilmente se puede considerar una fuente de divisas.* Por ejemplo, el ingreso por exportaciones de azúcar en Filipinas disminuyó de 657 millones de dólares en 1980 a 316 millones en 1983, y para 1984 se espera recabar sólo 93 millones.<sup>20</sup> Este desarrollo tiene serias repercusiones sociales dado que cerca de 50 millones de personas en los países en vías de desarrollo viven de la producción azucarera, de las cuales, alrededor de 10 y 15 millones se sostienen de la producción para la exportación.<sup>21</sup>

El mercado del azúcar sirve de ejemplo de lo que les podría pasar a otros mercados. Otro cultivo que sería factible sustituir de manera económica es el de soya. Si disminuye el costo de la producción de “proteínas unicelulares” (SCP: single cell proteins) basada en el metanol, gran parte de *las exportaciones de soya* recientemente expandida podrían debilitarse. Durante los últimos diez años ha ocurrido lo contrario. Los productos de soya eran tan baratos, que muchas compañías en los países industrializados frenaron la producción de proteínas unicelulares debido a que los bajos precios impedían que las operaciones fueran productivas. Sin embargo, el desarrollo tecnológico sigue adelante. En la Unión Soviética (que trata de hacerse menos dependiente en cuanto a las importaciones de grano de Occidente), se producen cada año más de un millón de toneladas de proteínas unicelulares.<sup>22</sup> En tanto no sea posible producir soya a un costo aún menor, los precios de las proteínas unicelulares sufrirán una baja en el futuro, y esto implicará el derrumbe de los mercados de uno de los productos de mayor exportación.

18 R. Crott, “L’impact des biotechnologies: Le cas de l’isoglucose. Aspects économiques et politiques” en Jean Jacques Salomon, *L’impact des biotechnologies sur le Tiers-Monde*, Fast Occasional Paper, No. 55, Bruselas, 1983, pp. 176-179.

19 Cfr. *Der Spiegel*, No. 45, 5 de noviembre de 1984, 176-179.

20 *Far Eastern Economic Review*, 26 de julio de 1984, p. 48.

21 Los cálculos se basan en la producción mexicana de tres millones de toneladas, de la cual dependen cerca de seis millones de personas (*El Nacional*, 14 de febrero de 1984, p. 1.) y en la producción filipina de 2.5 millones de toneladas, de la cual dependen alrededor de tres millones de personas.

22 M.F. Cantly, “Biotechnology in the USSR”, en E.H. Houwink (ed.), *A Realistic View on Biotechnology*, Frankfurt (European Federation of Biotechnology), 1984, p. 41.



#### 4. Mayor uso de los recursos locales

Hasta ahora, los casos citados de nuevos sustitutos, se refieren únicamente a productos agrícolas. Un ejemplo de cómo ayuda la biotecnología a que se recurra en mayor grado a los recursos locales disponibles ha sido el *uso total de la tierra*, tal y como se describió anteriormente. Sin embargo, las exportaciones de petróleo y de materias primas minerales también se vieron afectadas por el desarrollo de la biotecnología, cuya aplicación ha mejorado *la explotación de minerales de bajo grado a través de la lixiviación bacteriana*, las técnicas para *aumentar la recuperación petrolera* y las técnicas disponibles para el *reciclaje*.

##### a) *Explotación de minerales de bajo grado a través de la lixiviación bacteriana*

Las bacterias poseen la propiedad de extraer el metal de los minerales y concentrados de bajo grado, debido a que aceleran la producción de fuertes soluciones químicas. Estas eliminan los compuestos minerales normalmente insolubles que contienen *cobre, zinc, níquel y plomo*, entre otros.<sup>23</sup> En realidad, cerca del 15 por ciento de todo el cobre producido en Estados Unidos se elabora de esta manera.<sup>24</sup> La Denison Mines Ltd. de Canadá realiza la lixiviación de reservas subterráneas de *uranio* de bajo grado en el mismo sitio mediante el uso de la biolixiviación.<sup>25</sup> La lixiviación bacteriana puede usarse también para extraer los minerales restantes en los depósitos de desperdicios de las minas. Con el mejoramiento de la tecnología de lixiviación pueden explotarse con mayor productividad más minerales de bajo grado en los países industrializados. Algunos materiales estratégicos como el cobalto y el platino, podrían extraerse de las reservas de bajo grado en Estados Unidos, y así reducir la dependencia internacional en este campo.

Actualmente se están llevando a cabo estudios acerca de las explotaciones finales que se realizan en los grandes campos de Kupferschiefer, en Alemania Occidental. Estos depósitos se extienden sobre grandes áreas del país y contienen millones de toneladas de cobre y de otros metales base. Sin embargo, su relativamente bajo grado promedio y el elevado costo de la explotación de estas pequeñas reservas de minerales ocasionaron que, durante 1955, se detuviera la minería convencional.<sup>26</sup>

<sup>23</sup> A. C. Warhurst, "A Bug Turns to Profits", en *South*, febrero 1983, p. 42.

<sup>24</sup> *De Ingenieur*, 21 may 1981, p. 18.

<sup>25</sup> Communication from the Canada Centre for Mineral and Energy Technology.

<sup>26</sup> *Mining Journal*, vol. 229, No. 7676, 1º de octubre de 1982, p. 230.

Debido a que la biolixiviación prácticamente no contamina (siempre y cuando se siga el proceso indicado), los especialistas del medio ambiente en los países desarrollados están más a favor de ésta que de las tradicionales operaciones de minería, molienda y refinamiento. Además, las técnicas biológicas de minería consumen menor cantidad de energía.

#### b) *Mayor recuperación petrolera*

Con la recuperación petrolera tradicional, alrededor de dos terceras partes del petróleo original nunca se extraen porque resulta muy costoso. La biotecnología contribuye, en muchos sentidos, a aumentar la recuperación petrolera, ya sea ayudando a elaborar nuevos productos químicos para inyección en los pozos petrolíferos, o mediante el desarrollo de cultivos bacterianos que se pueden utilizar en los estratos petrolíferos a fin de cambiar las condiciones naturales, de tal manera que se produzca más petróleo.<sup>27</sup> La recuperación química del petróleo, a diferencia de otros métodos, está todavía en su etapa inicial y no ha habido un avance que indique la factibilidad de su aplicación económica a gran escala antes de los años noventas. No obstante, se considera que sólo la inundación química puede superar los métodos convencionales a fin de recuperar aproximadamente el 30 por ciento del petróleo mediano y ligero no explotado del mundo. En consecuencia, se debe tener muy presente su potencial a largo plazo.<sup>28</sup> Es probable que los Estados Unidos sean los primeros en hacer uso de estos nuevos métodos de recuperación petrolera puesto que ahí se encuentra la mayoría de los pozos improductivos. Se espera que a partir de 1995 este país logre recuperar de 2 a 7 mil millones de barriles adicionales mediante el uso de agua de inyección espesada a base de polímeros.<sup>29</sup>

#### c) *Fuentes renovables de energía*

La biotecnología puede contribuir al suministro de energía introduciendo procesos de producción que absorban menor cantidad de ésta, ayudando a desarrollar fuentes tradicionales de energía mediante una mayor

<sup>27</sup> Cfr. Vivian Moses, "Microbes and Oil Recovery: An Overview", en *Biotech 83*, Proceedings of the international conference on the commercial applications and implications of biotechnology, Northwood Hills (Online Conference Ltd.), 1983, pp. 415-422.

<sup>28</sup> *Shell Technology*, 2/1982, p. 6.

<sup>29</sup> *Shell-Venster*, VIII, 6 June 1983, p. 16.

recuperación petrolera, y también a través de la puesta en práctica de *más fuentes renovables de energía* en forma de bio-gas o de bi-masas.

A pesar de que difícilmente los países industrializados utilizarán estos recursos a gran escala en algunas regiones y bajo circunstancias específicas, las fuentes renovables de energía pueden complementar a las tradicionales. En ocasiones, el bio-gas puede utilizarse en la agricultura a fin de satisfacer las necesidades energéticas de las granjas. Por otra parte, en áreas ricas en madera, puede hacerse mayor uso de la madera combustible.<sup>30</sup> Suiza y Canadá se han percatado de lo útil que resultaría la madera como fuente de metanol mismo que, al mezclarse con gasolina, puede reducir la dependencia del petróleo.<sup>31</sup>

#### d) *Avances en la tecnología de reciclaje*

Una de las primeras aplicaciones de la biotecnología a gran escala fue la del tratamiento de desechos. Estos procesos se han seguido desarrollando y pueden llegar a utilizarse para tratar los desechos tóxicos; además, tienen el efecto colateral de recuperar los metales y otras materias primas susceptibles de reciclaje. La lixiviación bacteriana puede aplicarse también a los depósitos de basura con un alto contenido de minerales. En muchos casos, el tratamiento biológico es el más indicado para recuperar materiales valiosos.

Es probable que en un futuro se perfeccionen diferentes métodos a fin de aprovechar los recursos locales, estos reducirán la dependencia que tienen ciertas regiones de las naciones industrializadas en lo que se refiere a importación de materias primas de países en vías de desarrollo.

#### 5. *Impacto de las exportaciones primarias*

Es evidente que la tendencia hacia la “desmaterialización” de la producción, el desarrollo de nuevos sustitutos y el mejor uso de los recursos locales disponibles en los países industrializados tendrán un impacto negativo en las exportaciones de materias primas de los países en vías de desarrollo. Estas tendencias afectarán a casi todos los mercados de materias primas. Puesto que el desarrollo de la biotecnología contribuye al

<sup>30</sup> *Wood Production and Conversion in Eastern Ontario*. Informe elaborado por Peat, Marwick y Asociados para el Ministerio de Energía de Ontario. Toronto, marzo de 1982.

<sup>31</sup> Shell Nederland B. V. *Alternatieve brandstoffen voor het wegvervoer*, febrero de 1983, p. 5.

creciente carácter intercambiable de diferentes materias primas, los precios de éstas sufrirán una baja general. Todos los precios de materias primas estarán sujetos a una constante comparación con los de los sustitutos más baratos. Cualquier descenso en la demanda dentro de un área, al igual que todo progreso tecnológico que conduzca a bajar los precios en un mercado específico, tendrá repercusiones en muchos otros mercados. De esta manera, el desarrollo tecnológico contribuirá al establecimiento de una *tendencia secular descendente en los precios de las materias primas*.

Resulta aún más difícil que los acuerdos internacionales sobre productos básicos lleguen a un feliz término, debido a la interrelación de los mercados de diferentes productos básicos. Un buen ejemplo de ello son los resultados negativos de las negociaciones para un *Nuevo Acuerdo Internacional del Azúcar*, efectuadas en 1984.

Los efectos de estas tendencias se empiezan a resentir en un momento en que la situación es de una “producción excesiva, abundancia de depósitos en espera de inversión, precios devaluados y operaciones mineras infructuosas por doquier”.<sup>32</sup> Dadas las tendencias descritas anteriormente, parece ser que aún las expectativas más prudentes del Banco Mundial son demasiado optimistas en lo relativo al futuro incremento en exportaciones de productos básicos de los países en vías de desarrollo.

#### IV. Implicaciones de las estrategias de desarrollo

Si las conclusiones de esta ponencia son correctas y los pronósticos del Banco Mundial no tienden a exagerar, las perspectivas de desarrollo sufrirán graves consecuencias. La capacidad de importación de los países en vías de desarrollo será mucho menor de lo que se esperaba, como también lo será su capacidad para soportar la carga de la deuda externa y, finalmente, su liquidación.

¿Qué actitud deben tomar los países en vías de desarrollo ante el impacto negativo de las nuevas tecnologías? ¿Hacer caso omiso de ellas? ¿Imitarlas? ¿Adaptarlas a sus propias necesidades? El pasarlas por alto sería poco favorable. El impacto negativo de estas tecnologías no se refiere a su aplicación en los países en vías de desarrollo, sino en los desarrollados.

Independientemente de cuánto se esfuercen los países en vías de

<sup>32</sup> Thomas Waelde, “Third World Mineral Development: Recent Literature”, *The CTC Reporter* (U.N. Center on Transnational Corporations), No. 17, 1984, p. 52.

desarrollo, las oportunidades para sus exportaciones seguirán menguando, puesto que no pueden hacer nada por detener los avances tecnológicos de los países industrializados. Lo que sí pueden hacer es:

- *Prever* los futuros cambios en la división internacional del trabajo.
- *Definir sus propias prioridades en el desarrollo tecnológico*, de acuerdo con los cambios antes mencionados.
- *Adaptar las nuevas tecnologías a sus propias necesidades en la medida de lo posible.*
- *Tratar de cooperar con otros países en vías de desarrollo* dentro del campo de la tecnología, con el fin de obtener una máxima utilidad de los escasos recursos científicos disponibles.

### 1. *Previsión de cambios dentro de la división internacional del trabajo*

Aunque los países en vías de desarrollo no puedan influir en la dirección que el desarrollo tecnológico tome en el “Norte”, por lo menos deberían preverla. Eso implicaría su renuncia a las estrategias orientadas a la exportación justo en el momento preciso. De otro modo, invertirían fuertes sumas (con frecuencia préstamos) en infraestructura y en equipo capital para la producción orientada a la exportación, a pesar de que el mercado para sus productos sería muy reducido. Por supuesto, esto no ocurre en todos los casos, pero existen muchas razones para desconfiar de las perspectivas de exportación.

A medida que disminuye la capacidad de importación, es probable que haya un cambio en su composición. Aquellas importaciones que no se pueden reducir son las primordiales para satisfacer las necesidades básicas: los alimentos y las materias primas para mantener en marcha la producción. A medida que se van reduciendo otras importaciones, éstas adquieren mayor participación en el total de importaciones. Por lo tanto, cualquier estrategia de sustitución de importaciones que tenga por objeto el preservar las escasas fuentes de divisas para la importación de maquinaria y conocimientos tecnológicos (*know-how*), tiene entonces que ser dirigida hacia la *sustitución de importaciones primarias*. En consecuencia, la siguiente fase de sustitución de importaciones ya no será tanto una fase de importaciones manufacturadas sino, ante todo, una de sustitución de artículos básicos importados que tendrán una mayor participación en el total de importaciones de muchos países en vías de desarrollo.

## *2. Prioridades de investigación de los países en vías de desarrollo*

Si la sustitución de artículos básicos importados adquiere una importancia fundamental, las tecnologías deberán obtener mayor prioridad, misma que les ayudará a expandir la producción de alimentos así como la oferta de materias primas.

Con frecuencia, la producción de alimentos no es resultado directo de la tecnología que se emplea, sino de la organización de la sociedad. Sin embargo, las tecnologías más avanzadas y de mayor variedad pueden ser de gran utilidad para evitar la creación de cuellos de botella, así como para aumentar la producción total.

Con objeto de disminuir las importaciones de alimentos y materias primas, las mismas tecnologías que ayudarán a los países desarrollados a reducir sus importaciones en perjuicio de los exportadores del Tercer Mundo, también serán muy útiles para que los países en vías de desarrollo reduzcan, asimismo, sus importaciones. Por lo tanto, la biotecnología puede ser un factor muy importante para los países en vías de desarrollo, ya que ayudará a balancear el tan distorsionado equilibrio y a disminuir su dependencia de las importaciones de productos básicos. A pesar de que la automatización de la fabricación es probablemente una tecnología que difícilmente atrae el interés inmediato de los países en vías de desarrollo, la aplicación de la biotecnología será, con toda seguridad, una de las prioridades del desarrollo científico en diversos campos del "Tercer Mundo".

## *3. Adaptación de las tecnologías a las necesidades particulares*

Mientras que en los países industrializados la investigación farmacéutica es todavía el área de prioridad de la biotecnología, en las naciones en vías de desarrollo deberá concentrarse mucho más la atención en sus aplicaciones en el sector agrícola.

Una de las ventajas de las aplicaciones de la biotecnología es que las nuevas variedades ya creadas no tendrán tantos problemas como las variedades de alto rendimiento que se cultivaban durante la "revolución verde". Por el contrario, las nuevas variedades necesitarán, a la larga, de menos irrigación, fertilizantes, pesticidas, almacenamiento costoso, etcétera. No obstante, al igual que las variedades de alto rendimiento de la "revolución verde", éstas serán probablemente más caras que las tradicionales y se necesitarán algunas facilidades de crédito para fomentar su uso. Si acaso no se hubiesen aprovechado las lecciones que nos dejó la "revolución verde", caeríamos en muchas trampas que llevarían a

otro círculo de concentración de tenencia de tierras y/o al fracaso de los programas de biotecnología.

Además de la utilidad que la biotecnología representa para la agricultura, las aplicaciones en minería pueden resultar de gran interés para algunos de los países en vías de desarrollo. La lixiviación bacteriana sería muy útil en la explotación de minerales de bajo grado que traería como resultado una menor dependencia de las importaciones. Los países latinoamericanos ya tienen cierta experiencia dentro de este campo.<sup>33</sup>

#### 4. Cooperación tecnológica entre los países en vías de desarrollo

El potencial de investigación y la infraestructura de los países en vías de desarrollo son, desafortunadamente, muy deficientes. En un campo interdisciplinario tan complejo como el de la biotecnología, ni los países más industrializados —Francia, por ejemplo— cuentan con suficientes científicos calificados, la mayoría de las naciones del “Tercer Mundo” disponen de muy pocos recursos para adaptar los procesos tecnológicos del extranjero a sus propias necesidades, e incluso para enterarse de lo que pasa más allá de sus fronteras.

Por lo tanto, a gran parte de los países en vías de desarrollo no le queda otra alternativa más que la de unir su potencial al de naciones que están en una situación similar, con el fin de coordinar sus investigaciones y de establecer una estrecha red de comunicaciones entre los diferentes centros de investigación. Esto es difícil de lograr, ya que para el investigador independiente resulta más provechoso pasar algún tiempo en uno de los “centros de excelencia”, en un país industrializado, que en un centro de algún país en vías de desarrollo. Sin embargo, una estancia más prolongada en alguno de los países industrializados, muy a menudo da como resultado la fuga de cerebros hacia este país, y no la transferencia de tecnología para la nación en vías de desarrollo. Este riesgo es mucho menos evidente en el caso de la investigación cooperativa entre los países en vías de desarrollo.

En lo que a nuevas tecnologías se refiere, la biotecnología es mucho más importante para los países en vías de desarrollo que en la microelectrónica. En consecuencia, deben hacer todo lo posible por dirigir su potencial de investigación hacia este campo de una manera coordi-

<sup>33</sup> Alyson C. Warhurst, *The Application of Biotechnology in Developing Countries: The Case of Mineral Leaching with Particular Reference to the Andean Pact Cooper Project*, UNIDO (IS. 450), 7 de marzo de 1984.

nada. Esto los ayudará a superar los efectos negativos de un reducido potencial de exportaciones provocado por los avances tecnológicos que están fuera de su alcance.