



TOGETHER
for a sustainable future

OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50th anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



TOGETHER
for a sustainable future

DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

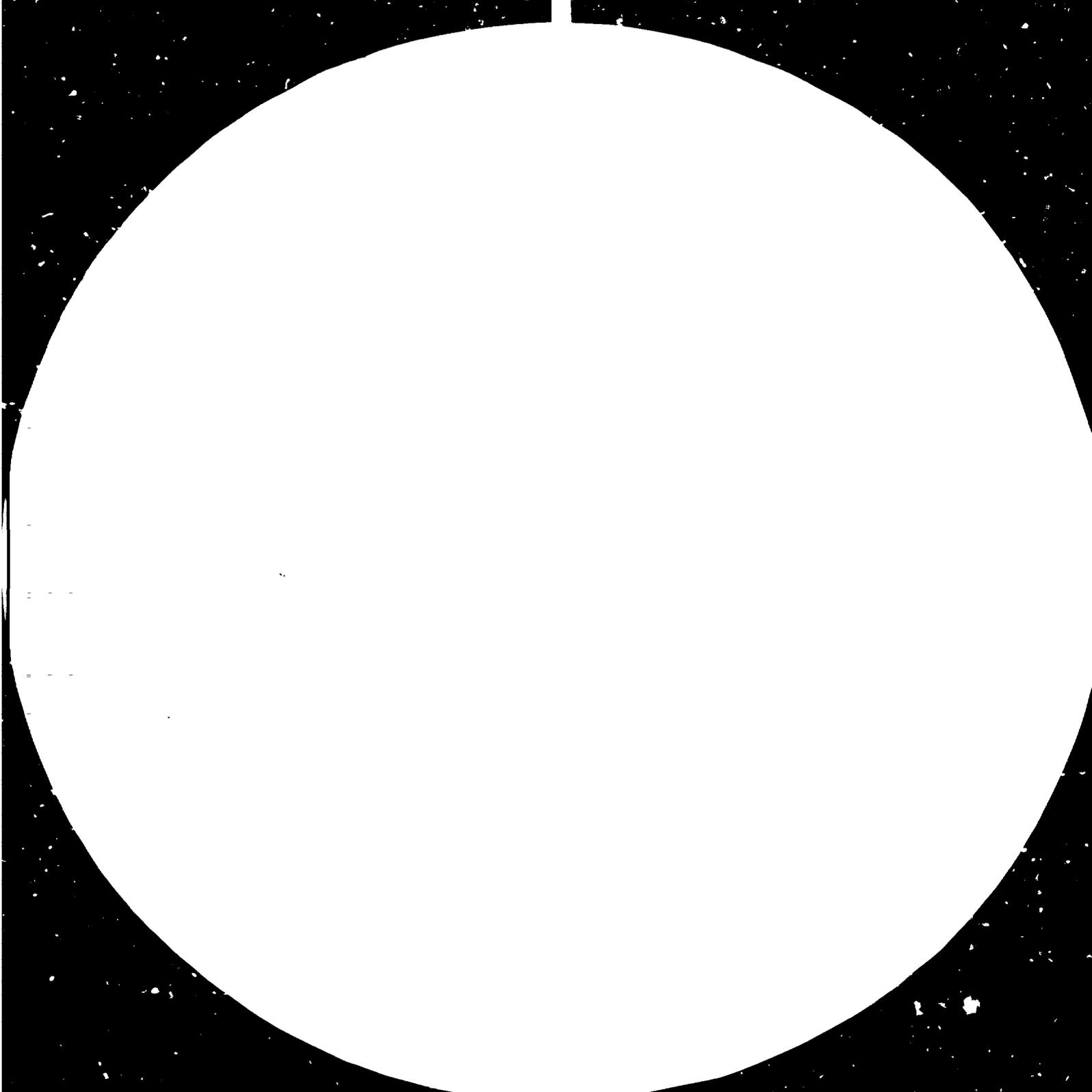
FAIR USE POLICY

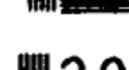
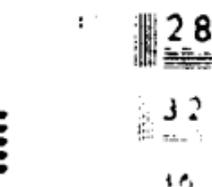
Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

CONTACT

Please contact publications@unido.org for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at www.unido.org





MICROCOPY RESOLUTION TEST CHART (NBS 1963-A)

U.S. GOVERNMENT PRINTING OFFICE: 1963 O 358911

1.0 1.1 1.25 1.4 1.6 1.8 2.0 2.2 2.5 2.8 3.2 3.6 4.0 4.5 5.0

1.0 1.1 1.25 1.4 1.6 1.8 2.0 2.2 2.5 2.8 3.2 3.6 4.0 4.5 5.0

El presente documento no ha pasado por los servicios de edición
de la Secretaría de la ONUDI.

V.83-52805

INDICE

	<u>Página</u>
SINOPSIS	ii
INTRODUCCION	1
I. ADELANTOS TECNOLOGICOS CONCRETOS: PROBLEMAS Y PERSPECTIVAS	3
A. Ingeniería genética y biotecnología	3
B. Microelectrónica	6
C. Materiales y tecnologías conexas	13
D. Productos químicos	17
E. Energía de la biomasa y células solares fotovoltaicas	19
II. REPERCUSION CONJUNTA DE LOS ADELANTOS TECNOLOGICOS	23
A. Interacciones entre los adelantos tecnológicos	23
B. Repercusión conjunta sobre algunos sectores	25
C. Cambios en las estructuras del mercado internacional de tecnología	34
III. NECESIDAD DE ADOPTAR POSICIONES DE POLITICA DEFINIDAS	39
A. Posiciones de política actuales	39
B. Hacia un enfoque propio de los países en desarrollo	41
IV. OBSERVACIONES FINALES	46
NOTAS	49
ANEXO (cuadro I)	53

SINOPSIS

En el capítulo I se examina brevemente la evolución reciente en algunas esferas del adelanto tecnológico (ingeniería genética y biotecnología, microelectrónica, materiales y tecnologías conexas, productos petroquímicos y energía a partir de biomasa y células solares fotovoltaicas). Asimismo, se identifican las posibilidades y repercusiones para los países en desarrollo y se subrayan las principales cuestiones que requieren adopción de medidas de política.

La ingeniería genética y la biotecnología podrían servir como nueva y poderosa palanca del desarrollo industrial dado que resultan particularmente adecuadas a las necesidades de los países en desarrollo. La microelectrónica podría mejorar o crear una amplia variedad de productos, procesos y servicios. También se presta a aplicaciones que permitirán mejorar la calidad de vida de los pueblos de los países en desarrollo, siempre y cuando se realicen los esfuerzos de desarrollo necesarios y se tenga en cuenta el contexto socioeconómico. Los adelantos en la esfera de los materiales, en particular el acero, los materiales compuestos, los plásticos y la pulvimetalurgia, interesarán especialmente a los países en desarrollo, dado que permitirán aliviar la escasez en ese sector y reducir los insumos de energía necesarios para la producción. Las posibles tecnologías petroquímicas basadas en materias primas derivadas de la biomasa y el carbón son de particular interés para los países en desarrollo importadores de hidrocarburos. Aunque actualmente la energía y la energía solar derivada de fuentes y de biomasa sólo tienen aplicaciones aisladas en pequeña escala para fines industriales, no se puede pasar por alto el papel que desempeñan en un enfoque integrado del desarrollo industrial y energético. Existen varios procedimientos tecnológicos para la producción de células solares fotovoltaicas y la obtención de energía a partir de la biomasa. Sin embargo, la determinación del momento de adoptar esas tecnologías es un factor decisivo puesto que prosiguen los esfuerzos para reducir los costos.

A nivel nacional, para el aprovechamiento de los adelantos tecnológicos en cada una de las esferas consideradas, es preciso evaluar su pertinencia en el contexto local, disponer de la capacidad tecnológica básica de selección, adquisición, aplicación y desarrollo, y establecer un conjunto de medidas de

política gubernamental. En este capítulo se analizan las cuestiones principales relacionadas con estos aspectos.

En el capítulo II se examinan brevemente las repercusiones de la convergencia de los adelantos tecnológicos y su efecto conjunto sobre los sectores de la industria y los servicios. Los adelantos tecnológicos pueden afectar, de uno u otro modo, a aproximadamente dos tercios de la producción industrial de los países en desarrollo. Se hace hincapié, en particular, en las repercusiones de amplio alcance de la tecnología de la información, en el efecto de la microelectrónica sobre las industrias mecánica, de bienes de capital, así como sobre la industria de la confección de prendas de vestir y la industria tipográfica, y en el efecto de la biotecnología sobre las industrias de productos químicos, elaboración de alimentos y obtención de energía. Se pone de relieve la naciente reestructuración del mercado tecnológico internacional y la necesidad de que los países en desarrollo, entre otras cosas, fortalezcan su capacidad de negociación. Se subraya también la necesidad de coordinar las políticas en las esferas de la microelectrónica y las telecomunicaciones.

En el capítulo III se hace breve referencia a los distintos tipos de respuestas políticas de los gobiernos o grupos de gobiernos, especialmente de los países desarrollados. Se pone de relieve la necesidad de que los países en desarrollo adopten tanto medidas defensivas como enfoques positivos, como parte de una estrategia general de desarrollo. Las medidas defensivas incluyen la vigilancia de las tendencias tecnológicas, la evaluación de su efecto socio-económico, la selección cuidadosa de las tecnologías y equipos que se han de importar y el fortalecimiento de la capacidad de negociación para su adquisición. Los enfoques positivos exigen la adopción de medidas a corto y a largo plazo, incluido el desarrollo de los recursos humanos, y requieren esfuerzos imaginativos para promover innovaciones tecnológicas. Tomadas en conjunto, estas medidas deben considerarse como una actividad estratégica y recibir atención urgente. Se subraya también el hecho de que las políticas industriales y tecnológicas para el decenio de 1980 y para más adelante deberán formularse y aplicarse en el nuevo contexto de los adelantos tecnológicos que vayan surgiendo.

La reunión preparatoria de expertos celebrada en diciembre de 1982 (ID/WG.384/16) formuló recomendaciones respecto de las medidas que deberían adoptarse, entre las que figuran medidas en los planos nacional e internacional,

así como actividades que deberá realizar la ONUDI. En el capítulo IV se hacen algunas otras sugerencias, en especial sobre medidas colectivas relacionadas con la vigilancia, selección y adquisición de tecnologías. El aprovechamiento de los adelantos tecnológicos para aplicaciones especialmente orientadas hacia los países en desarrollo se considera como la esfera de actividad más estimulante y gratificadora. A este respecto, se sugieren nuevos mecanismos de cooperación internacional.

INTRODUCCION

1. El mundo está presenciando una serie de adelantos tecnológicos que a causa de su intensidad y convergencia y de sus repercusiones de gran alcance y grado de relación con la infraestructura industrial y tecnológica en la que se aplican, son únicos en la historia. Estos adelantos, de los que la microelectrónica, la ingeniería genética y la biotecnología son ejemplos destacados, se han comercializado en distinto grado pero todo parece indicar que en los próximos diez a veinte años pueden afectar verdaderamente el ritmo y la estructura de la producción industrial, agregar nuevas dimensiones a las disparidades tecnológicas existentes y a la dependencia tecnológica de los países en desarrollo, y, en ciertos aspectos, modificar los estilos de vida de los pueblos del mundo. Conscientes de las repercusiones de los adelantos tecnológicos, muchos países desarrollados y unos pocos países en desarrollo ya han empezado a adoptar medidas de política.

2. La cuestión que se plantea a los países en desarrollo es la de decidir si han de ser simples espectadores de este drama del cambio tecnológico. En una economía mundial interdependiente en la que el Tercer Mundo está sometido a la dependencia en el plano tecnológico, los productos y procesos en que están incorporadas las nuevas tecnologías entrarán gradualmente a los países en desarrollo. Más que las propias tecnologías, la manera en que se incorpore a las estructuras industriales, tecnológicas y sociales puede tener repercusiones favorables o adversas para los países en desarrollo. Al mismo tiempo, algunos de los adelantos tecnológicos podrían ser de considerable utilidad para los países en desarrollo si se aplican de manera adecuada a sus condiciones. Así pues, para los países en desarrollo estos adelantos significan tanto un reto como una oportunidad. El modo en que estos países reaccionen ante esta situación será un factor determinante y crucial del ritmo y la orientación de su desarrollo futuro.

3. La finalidad del presente documento es reunir, a la luz de la experiencia adquirida mediante el Programa de la ONUDI sobre Adelantos Tecnológicos, diversas consideraciones de interés para los países en desarrollo en relación con los adelantos tecnológicos y el desarrollo, haciendo especial hincapié en determinadas esferas tales como, la ingeniería genética y la biotecnología, la microelectrónica, los materiales, los productos petroquímicos y la biomasa y la energía solar. En este estudio se procura destacar la necesidad de responder a los adelantos tecnológicos mediante una actividad estratégica que

incluya, en caso necesario, la introducción de cambios estructurales. En los capítulos siguientes, en los que se exponen las razones por las que resulta conveniente adoptar ese enfoque, se examinan brevemente los problemas y perspectivas en relación con determinados adelantos tecnológicos, las interacciones entre los adelantos tecnológicos y su repercusión sobre los sectores industriales, las reacciones que ya se han producido, y los criterios de política que es necesario que adopten los países en desarrollo; para concluir, se formulan algunas observaciones sobre la orientación de nuevas actividades.

4. El documento se basa, en particular, en los documentos e informes preparados por la Secretaría de la ONUDI en esta esfera, 1/ incluidas las deliberaciones de la reunión de expertos celebrada como preparación de este Foro 2/. Sin embargo, las recomendaciones de dicha reunión no se repiten en el presente documento, por lo que al considerar la orientación de la acción futura se deberán tener en cuenta tales recomendaciones, además de las sugerencias contenidas en este estudio.

5. Es importante recordar que los adelantos tecnológicos no deben considerarse como panaceas o rutas de escape sino más bien como nuevas e importantes oportunidades para revitalizar los esfuerzos de los países en desarrollo encaminados a alcanzar la meta de industrialización de Lima y a acelerar su desarrollo en general. Cabe recordar, además, que no ha de buscarse o aplicarse una fórmula uniforme para todos los países en desarrollo ni tampoco para todos los adelantos tecnológicos.

6. Por la naturaleza propia de las cosas, ningún examen de los acontecimientos que están ocurriendo actualmente podrá basarse en pruebas empíricas cabales, aunque las tendencias e indicios ya están allí presentes. Los países en desarrollo no pueden aguardar a que los acontecimientos los tomen por sorpresa sino que deben formular sus políticas en un contexto incierto. Cuando se escribe la historia se cuenta con todos los datos, casi nunca al hacerla.

I. ADELANTOS TECNOLOGICOS CONCRETOS: PROBLEMAS Y PERSPECTIVAS

7. En este capítulo se examinan algunos adelantos tecnológicos a título ilustrativo. Se han escogido estos adelantos porque son importantes para todos los países en desarrollo, si no para todos, y porque ilustran su relación mutua. Esto no quiere decir que otros adelantos tecnológicos no sean importantes o no tengan efectos favorables o perjudiciales para los países en desarrollo. No obstante, los adelantos tecnológicos examinados ofrecen un marco general de consideraciones que podría servir de base para analizar otros adelantos.

8. Debe tenerse en cuenta que los adelantos tecnológicos examinados se encuentran en una etapa muy dinámica. El presente examen se basa en la idea que se tiene actualmente de sus tendencias y de sus posibilidades y consecuencias para los países en desarrollo. Para cada esfera de adelanto tecnológico se exponen muy brevemente los logros recientes y las posibles tendencias futuras, se identifican sus posibilidades y consecuencias para los países en desarrollo y se esbozan las posibles líneas principales de actuación en el plano nacional.

A. Ingeniería genética y biotecnología

9. La biotecnología tiene aplicaciones de amplio alcance y se ha perfeccionado especialmente en los últimos decenios, mediante microciclos de innovaciones en el terreno de la fermentación, la ingeniería de enzimas, etc. ^{3/} Los adelantos tecnológicos recientes abarcan los campos de la tecnología de híbridos, el cultivo de tejidos vegetales, las células íntegras inmovilizadas y los componentes subcelulares, y los biorreactores y sistemas de apoyo. Además, las posibilidades de la biotecnología se han visto drásticamente reforzadas por los adelantos logrados en el campo de la ingeniería genética ^{4/} que han introducido nuevas dimensiones de versatilidad, eficiencia y economía. La biotecnología, por consiguiente, puede tener una repercusión a largo plazo sobre los problemas de alimentación, combustible y medio ambiente, si bien las aplicaciones industriales podrían aportar la fuerza motriz para hacer aplicaciones en otros sectores. Como se afirma en un informe de expertos del Reino Unido: "pensamos que la biotecnología -la aplicación de los organismos, sistemas o procesos biológicos a las industrias de manufactura y servicios- puede crear industrias totalmente nuevas, con pocas necesidades de

energía fósil, que serán de importancia clave para la economía mundial en el próximo siglo. Durante los dos próximos decenios, la biotecnología influirá en una amplia gama de actividades, tales como la producción de alimentos y forrajes, el suministro de materias básicas químicas, las fuentes sustitutivas de energía, el reciclaje de desechos, el control de la contaminación y la atención médica y veterinaria. Estamos convencidos de que en breve será posible usar células microbianas y otras células para producir una amplia gama de productos químicos orgánicos que o bien actualmente no se pueden producir económicamente en gran escala o, cuando su producción es factible a partir de materias básicas, tales como el petróleo, que se encarecerán, requiere grandes insumos de tierra, energía y capital". 5/

10. Se han hecho varias evaluaciones del calendario de la producción comercial de compuestos utilizando microorganismos sometidos a técnicas de ingeniería genética. Por ejemplo, las proyecciones hechas por la Oficina de Evaluación de Tecnología del Congreso de los Estados Unidos 6/ prevén un valor del mercado mundial de aproximadamente 3.500 millones de dólares EE.UU. en cinco años, y de 17.500 millones más en diez años. Estas proyecciones deben considerarse como cálculos incompletos, ya que las cifras incluidas en las proyecciones para los importantes campos de los productos alifáticos y aromáticos corresponden sólo a los Estados Unidos, y para todos los productos se tienen en cuenta los valores del mercado actuales, no los futuros. Tampoco se incluye la industria de elaboración de alimentos. En lo que respecta a los sectores industriales, es probable que en los próximos cinco años se comercialicen muchos productos farmacéuticos, excepto las vitaminas y los antibióticos, que podrían requerir diez años. Se prevé que la comercialización de productos alifáticos y aromáticos comenzará con un volumen sustancial en un plazo de cinco años, aunque se prevé que su repercusión total no se notará hasta que transcurran diez años. Se prevé que los productos inorgánicos (amoníaco, hidrógeno) se comercializarán en un plazo de unos quince años. Aunque en este campo dinámico es difícil prever con plena confianza los plazos, es evidente que se ha sobrepasado el punto de partida. También cabe señalar que las proyecciones del mercado no tienen en cuenta las posibles aplicaciones especiales en los países en desarrollo.

11. Al parecer, por varias razones, los adelantos tecnológicos en ingeniería genética y biotecnología son particularmente idóneos para satisfacer las necesidades de los países en desarrollo. En primer lugar, los países en

desarrollo disponen de abundantes recursos de biomasa y de variados microorganismos. El potencial económico de la biomasa es enorme y, como la tasa de renovación del material orgánico es muy alta, los microorganismos constituyen un recurso no reconocido con un inmenso potencial como fuente de sistemas de enzimas aún no explotados. En segundo lugar, la ingeniería genética y la biotecnología tienen una importancia estratégica única, pues su desarrollo puede contribuir significativamente a la solución de muchos problemas de supervivencia en los países en desarrollo. 7/ En tercer lugar, la tecnología básica en el campo de la ingeniería genética y la biotecnología es, a diferencia de lo que ocurre con la energía nuclear y la mayoría de las otras tecnologías, muy sencilla y relativamente barata. Por lo tanto, estas tecnologías son particularmente idóneas para los países en desarrollo en cuanto a la utilización de sus recursos naturales y en lo que respecta a la inversión de capital y a los conocimientos técnicos necesarios.

12. Teniendo en cuenta estos datos, el campo de la ingeniería genética y la biotecnología no impone limitaciones especiales a los países en desarrollo. Si puede desarrollarse la tecnología de una forma adecuada, estos países serán los beneficiarios más importantes. En cambio, si la tecnología se desarrolla de una forma no adecuada a sus condiciones y necesidades, estos países no obtendrán todos los beneficios que puede proporcionar la tecnología. Así pues, habiendo adquirido conciencia de la dependencia tecnológica y de sus consecuencias, una esfera en que los países en desarrollo tienen una oportunidad concreta de minimizar los efectos de esa dependencia podría ser perfectamente la de la ingeniería genética y la biotecnología.

13. Para aprovechar las posibilidades de la ingeniería genética y la biotecnología, que en realidad podrían ser una nueva y potente palanca para el desarrollo industrial, cada país en desarrollo debe tomar medidas concertadas en varios terrenos.

14. Ha de crearse una capacidad tecnológica básica, en particular mediante la creación de grupos técnicos que puedan ser núcleos para actividades futuras. Dado que esta tarea requiere educación y formación, deben establecerse los cursos necesarios para científicos y técnicos en las instituciones docentes de cada país. Si bien la formación de técnicos puede realizarse dentro del propio país, la formación de científicos tal vez haya de realizarse en centros prestigiosos del extranjero, tales como el propuesto Centro Internacional de Ingeniería Genética y Biotecnología (CIIGB). 8/ No deben

subestimarse los problemas de formación, ya que las aptitudes especializadas en materia de ingeniería genética y biotecnología han ido adquiriendo un carácter cada vez más transdisciplinario. Las instituciones docentes de todos los países tienen que adquirir la flexibilidad necesaria para ofrecer una enseñanza transdisciplinaria en este campo.

15. La capacidad de comercialización y manufactura es particularmente importante con respecto a los nuevos adelantos en ingeniería genética y biotecnología. Es preciso crear la capacidad para la ingeniería y el diseño de procesos. Esa capacidad debe extenderse también a la creación de instalaciones de producción en pequeña escala y de carácter descentralizado.

16. Debe fortalecerse la capacidad para seleccionar y adquirir la nueva tecnología, por parte de las empresas y de los funcionarios gubernamentales.

17. Debe examinarse la cuestión de la adopción de leyes adecuadas sobre patentes y reglamentaciones sanitarias que apoyen la explotación de la ingeniería genética y la biotecnología. Debe estudiarse la introducción de ciertos elementos nuevos en las leyes nacionales sobre patentes en los países en desarrollo que puedan facilitar un acceso más rápido a la biotecnología bajo licencia. 9/ Entre esos elementos podrían figurar una duración menor de la vigencia de las patentes, disposiciones sobre la plena divulgación de información que incluya la información de utilización comercial, el requisito de explotar la patente en el plano nacional por parte de sus titulares, etc.

18. Debería formularse una política nacional sobre biorrecursos, de modo que pueda llegarse a un uso integrado de los recursos de biomasa que compense las necesidades de alimentos, combustibles y fertilizantes. Podrían crearse equipos de aprovechamiento de los recursos biológicos para analizar detallada y sistemáticamente los biorrecursos disponibles y para estudiar la posibilidad de hacer aplicaciones descentralizadas. Dado que la biotecnología y sus aplicaciones son un asunto que incumbe a diversos departamentos gubernamentales, pueden ser necesarios mecanismos especiales de coordinación y directrices de política dictadas al más alto nivel.

B. Microelectrónica

19. En 1981, el mercado mundial de la electrónica fue de aproximadamente 180.000 millones de dólares, de los cuales 20.500 correspondieron a la industria de semiconductores; dentro de ésta, 14.650 millones de dólares correspondieron a los circuitos integrados y más de 1.000 al sector de microprocesadoras y microcomputadoras de dicha industria. 10/ La participación de los

países en desarrollo en el mercado mundial de la electrónica probablemente asciende al 5%, participación basada principalmente en los artículos electrónicos de consumo, aunque cabe esperar que dicho porcentaje aumente con el tiempo.

20. La participación comparativamente reducida de los circuitos integrados en el mercado global de la electrónica subestima desmesuradamente su importancia por las razones siguientes:

- a) Los circuitos integrados constituyen los elementos más dinámicos del mercado de la electrónica; gracias a ellos, el volumen del mercado, cambia su estructura y se introducen modificaciones en la mayor parte de los artículos electrónicos;
- b) Juntamente con la industria de las computadoras y la de las telecomunicaciones, fomentan una industria de la informática vasta y de rápido crecimiento;
- c) Influyen en una amplia gama de sectores industriales y de servicios.

21. Las repercusiones de la microelectrónica (que a los efectos del presente análisis, se equipara con los circuitos integrados) pueden resumirse de la siguiente manera: 11/

- a) Cambios en los productos debido a uno o varios de los factores siguientes;
 - i) Perfecciona y reemplaza a una amplia gama de aptitudes intelectuales;
 - ii) Puede reemplazar a una gran diversidad de dispositivos eléctricos, mecánicos, neumáticos e hidráulicos de control;
 - iii) Por consiguiente, puede sustituir a diversos productos y servicios existentes o ampliar su capacidad y crear productos y servicios totalmente nuevos;
 - iv) Por lo general, es eficiente y segura, resulta rentable y permite economizar energía.
- b) Cambios en los procesos, en particular gracias al diseño con ayuda de computadoras, a la fabricación con ayuda de computadoras, a la tecnología de grupo 12/ y las celdas de fabricación, a la inspección automática, al almacenaje automático y a la tecnología de los robots.
- c) Automatización de oficinas mediante:
 - i) La automatización del trabajo estructurado (por ejemplo, procesamiento de datos y procesamiento de palabras); y
 - ii) El aumento de la independencia de los canales tradicionales de información para quienes trabajan en ambientes menos estructurados (por ejemplo, sistemas en línea).

- d) Cambios en los servicios:
 - i) Al permitir la transportabilidad de los servicios (por ejemplo, de los servicios bancarios); al incrementar el autoservicio (por ejemplo, en las gasolineras); por medio de la creciente sustitución de servicios prestados por conducto de operarios, gracias a medios automáticos y mediante el desarrollo de servicios nuevos (por ejemplo, los teletexto).
- e) Cambios en las corrientes de información:
 - i) Por medio de la extensiva digitalización de todos los tipos de señales (por ejemplo, redes digitales); y
 - ii) Por medio del uso de vastas redes para transferir, procesar y recuperar información.

22. Las características antes mencionadas de la microelectrónica se manifiestan en cambios en las estructuras y los procesos de producción; cambios en el volumen y los tipos de mano de obra empleada; la integración de funciones; y en el acceso a la información y la versatilidad en su utilización. La mejor forma de entender la capacidad de penetración de la microelectrónica consiste en examinarla conjuntamente con los cambios que se han producido en la tecnología de la información y las telecomunicaciones.

23. Los adelantos tecnológicos en la microelectrónica poseen ciertas características gracias a las cuales resultan aptos para ser utilizados en los países en desarrollo. La microelectrónica ha abierto la puerta a una extensa gama de aplicaciones necesarias que, además de mejorar la productividad en un amplio frente, puede contribuir a obviar la escasez de técnicos de nivel medio y de trabajadores especializados. Las aplicaciones a que se presta la microelectrónica podrían mejorar la calidad de la vida de la gran masa de población que vive en las zonas rurales de los países en desarrollo, ya sea proporcionando oportunidades de generar ingresos, ya mejorando directamente el bienestar. ^{13/} Con todo, cabe recordar que esta es una posibilidad que aún está por aprovechar, cosa que las empresas de los países en desarrollo tal vez no intentarán hacer si falta el "arrastre del mercado". Por otra parte, los productos concebidos para los mercados del mundo en desarrollo ya se encuentran disponibles, lo cual pone de manifiesto la necesidad de controlar las aplicaciones de la microelectrónica en los países en desarrollo mediante una política selectiva. Otras ventajas de los productos más sencillos de control e información basados en la microelectrónica ^{14/} consisten en que se pueden fabricar a bajo costo a partir de componentes normales de fácil obtención que luego los usuarios, pueden adaptar a sus necesidades concretas; pueden ser muy fiables y menos sensibles a

a los cambios ambientales y al uso intensivo; son de construcción más sencilla, resultan más fáciles de ampliar mediante la agregación de módulos y toleran mejor las deficiencias de otros sistemas, aptitudes técnicas y materiales. Su utilización exige aptitudes técnicas relativamente modestas y sus aplicaciones pueden efectuarse de manera descentralizada. El hecho de que la microelectrónica sustituya a muchas de las complejas técnicas de taller, podría constituir una ventaja para los países en desarrollo que aún no han desarrollado dichas técnicas, que, de ese modo, economizarían tiempo y esfuerzo en la labor de capacitación y estarían en condiciones de ingresar a los mercados de exportación a su alcance, en una etapa anterior del ciclo vital de los productos.

24. No obstante, es necesario examinar las repercusiones que tiene la microelectrónica para los países en desarrollo con respecto a ciertos aspectos socioeconómicos. En cuanto al empleo, en conjunto, podría darse repercusiones de dos tipos, que, sin embargo, es posible que no se anulen mutuamente. Por una parte la introducción de la microelectrónica en los países desarrollados podría traducirse en un deterioro de la competitividad internacional y la relación de intercambio de los países en desarrollo, con la consiguiente pérdida de empleos. La segunda repercusión se refiere al efecto compensatorio que en alguna medida podría acarrear la utilización interna de la microelectrónica en los países en desarrollo mediante la creación de nuevas actividades y aptitudes especializadas. También cabe esperar que surgirán oportunidades de empleo en la industria de la microelectrónica como tal, así como en la producción de dotaciones lógicas y en el sector de servicios. Tras examinar todos estos aspectos, en la Reunión de Expertos ONUDI/CEPAL sobre las repercusiones de la microelectrónica en la región de la CEPAL se subrayó que las tendencias existentes en los países desarrollados no deberían aplicarse mecánicamente a los países de dicha región y que los temores vagos y generales respecto del empleo no deberían ser obstáculo a una actitud apropiada por parte de los países en desarrollo hacia la introducción de la tecnología microelectrónica. La reunión indicó que se requería un enfoque positivo en un contexto dinámico y a largo plazo que tuviera en cuenta las posibilidades de mejorar la productividad, la capacidad tecnológica y la calidad de la vida. 15/

25. En cuanto a las necesidades de capital, la inversión que requiere la fabricación de microplaquetas son elevadas, pero ello no necesariamente ha de ser un factor desalentador, ya que a los países en desarrollo todavía les quedan por emprender varios proyectos de gran densidad de capital en otros

sectores. Las inversiones necesarias para la aplicación de microplaquetas no son forzosamente elevadas. Además, es posible que los costos de los productos y equipos en que se incorporan componentes microelectrónicos sean inferiores. Las inversiones requeridas para capacitación podrían reducirse en la medida en que las operaciones en que interviene la microelectrónica exigen menores conocimientos especializados; con todo, será necesario efectuar nuevas inversiones con miras a formar personal especializado en microelectrónica para el desarrollo de la dotación física y la dotación lógica.

26. En la esfera del comercio exterior, las estructuras en que se basan las ventajas comparativas están sufriendo alteraciones. Aunque el concepto de ventaja comparativa no es estático y resulta de la conjunción de varios factores, la evolución en este campo debe ser observada cuidadosamente por los países en desarrollo. En cuanto a los productos en cuya fabricación se incorporan componentes microelectrónicos, se advierten tendencias en sectores específicos que indican una erosión de la ventaja comparativa en detrimento de los países en desarrollo. La ropa de confección y el calzado a la medida son casos típicos. La repercusión sobre las industrias mecánicas que comprenden operaciones de montaje será considerable ya que la introducción de la microelectrónica, a través de métodos como la utilización de máquinas herramientas de control numérico, la ayuda de computadora para el diseño, la ayuda de computadora para la manufactura y el empleo de robots, no sólo mejorará la productividad sino que sustituirá la mano de obra. La aplicación de la microelectrónica a las máquinas de coser ha eliminado unas 370 piezas. Los motores eléctricos se producen actualmente en Japón por medio de robots. Estos ejemplos se citan para señalar que los primeros pasos dados por algunos países en desarrollo en materia de exportación de productos mecánicos y bienes de capital, pueden resultar considerablemente afectados. 16/

27. En cuanto a la esfera de la electrónica en general, en el decenio de 1970 hubo una inversión de la tendencia de los países industrializados a producir componentes en el extranjero. La ventaja comparativa de la mano de obra no calificada ha dejado de ser un factor decisivo en este terreno. Se ha señalado también que las exportaciones que se basan solamente en los salarios bajos no pueden ser duraderas ni contribuyen al desarrollo tecnológico endógeno. 17/ No obstante, podría haber una ventaja en lo que respecta a los profesionales calificados y a la elaboración de dotación lógica, a condición de

que se forme un número suficiente de dichos profesionales y se les brinden incentivos para que permanezcan en el país. Las capacidades de elaboración de dotación lógica pueden dar lugar a considerables ahorros en las importaciones y contribuir a desarrollar las exportaciones.

28. Las repercusiones sociales de la microelectrónica pueden manifestarse no sólo en los efectos sobre el empleo y el personal especializado, sino también en cambios en los conceptos y las prácticas de trabajo, en el medio ambiente laboral y en el tiempo libre. 18/ Las rápidas transformaciones impulsadas por la microelectrónica en la tecnología de la información revestirán especial importancia en lo que concierne a las repercusiones sociales. En los países en desarrollo, dichas repercusiones sociales constituirán un importante factor que se sumará a los efectos de la urbanización y de la industrialización y cuya modalidad variará considerablemente según las circunstancias de cada país.

29. Las consideraciones precedentes sugieren que los países en desarrollo podrían obtener importantes ventajas de la tecnología microelectrónica, siempre que desarrollen un enfoque que se adecúe a sus propias condiciones. La mencionada reunión ONUDI/CEPAL se mostró decididamente a favor de la adopción de un enfoque positivo y dinámico frente a la introducción de la tecnología microelectrónica en la región de la CEPAL, en el marco de una perspectiva a largo plazo basada en una estrategia integrada para aprovechar al máximo las posibilidades de la microelectrónica a fin de satisfacer las necesidades peculiares de los países en desarrollo. 19/ Aunque es posible considerar una amplia gama de medidas, es preciso aplicar un criterio selectivo basado en el contexto económico y los objetivos de desarrollo del país, por una parte, y en las esferas en cuyos resultados son fundamentales, por otra. En este sentido se considera oportuno destacar a continuación algunos aspectos.

30. Hay una necesidad evidente de seguir atentamente las tendencias tecnológicas y las aplicaciones de la microelectrónica y de la tecnología de la información y de evaluarlas en función del contexto socioeconómico y de desarrollo de cada país.

31. Es preciso adoptar en cada país una política coherente que abarque la microelectrónica, las telecomunicaciones y la informática en general y que incluya criterios sobre la selección y adquisición de equipos y servicios para dichos sectores. En ese sentido, debe tenerse en cuenta la necesidad de una

infraestructura de telecomunicaciones desarrollada para la aplicación generalizada de la microelectrónica, especialmente en el tratamiento de información, y que las telecomunicaciones constituyen también una fuente importante de demanda de componentes microelectrónicos y, por tanto, podrían servir para impulsar el crecimiento de la industria microelectrónica.

32. Una cuestión importante para un país en desarrollo sería la de decidir si debe iniciar la fabricación de microplaquetas (circuitos integrados), además de utilizarlas en aplicaciones prácticas. Se ha argumentado que la fabricación de microplaquetas requiere un elevado coeficiente de especialización y de capital, lo cual está fuera del alcance de los países en desarrollo.

Aunque el momento de establecer esa industria debe decidirlo cada país tomando en consideración el grado de viabilidad en función de las necesidades de inversión, personal especializado e infraestructura, hay países en desarrollo cuyas actividades manufactureras podrían extenderse a la producción de microplaquetas, instrumentos y equipo conexo, mientras que en otros países la actividad deberá limitarse al montaje y/o a la fabricación de material accesorio. Se ha señalado que los intentos de extender las aplicaciones prácticas no deben hacerse a expensas de los esfuerzos por desarrollar, diseñar y fabricar microplaquetas, sin los que no es posible llegar a dominar la tecnología. 20/ Esto ha llegado a ser tanto más necesario cuanto mayor es la tendencia tecnológica a incorporar más valor agregado en los componentes y eliminar la distinción tradicional entre dotación física y dotación lógica.

33. Los esfuerzos por desarrollar las aplicaciones prácticas deberían, además de eliminar las exportaciones, crear una demanda básica que promueva la fabricación de microplaquetas. Aunque los sectores de aplicaciones prácticas sean hasta cierto punto conocidos, sería necesario adoptar en cada país criterios respecto de dichas aplicaciones a fin de dar coherencia a las actividades. Debe prestarse atención a: i) los sectores en que el país estaría en condiciones de mantener, mejorar o crear la competitividad en los mercados internacionales; y ii) los sectores críticos de la demanda interna, incluidos aquellos que podrían mejorar la calidad de la vida por medio de mejoras en los transportes, los servicios de salud, la educación, etc. En este sentido, los criterios para las aplicaciones prácticas deben surgir de un diagnóstico de las necesidades y, en última instancia, de la estrategia de desarrollo de cada país. Las empresas y servicios públicos son sectores que ofrecen posibilidades para las aplicaciones prácticas. Podría aumentarse considerablemente el

rendimiento de actividades fundamentales de los servicios públicos (por ejemplo, en los puertos) por medio de la aplicación de procedimientos microelectrónicos. La rentabilidad final de la microelectrónica en los países en desarrollo dependerá de la medida en que éstos puedan darle aplicaciones prácticas que tengan repercusiones importantes para su expansión.

34. La capacidad para elaborar dotaciones lógicas será de importancia crítica ya que es indispensable para encontrar aplicaciones prácticas adaptadas específicamente a los países en desarrollo. Incluso en una situación en la que ese potencial está todavía por explotar, la producción global de dotaciones lógicas para computadoras aumenta a una tasa anual de alrededor del 18% y no es suficiente para satisfacer la creciente demanda, que asciende al doble de la tasa mencionada. 21/ Para los países en desarrollo representa también una ventaja la producción de dotaciones lógicas, puesto que su importación acarreará costos excesivos a causa de los precios más altos en los países desarrollados. El desarrollo de dotaciones lógicas deberá también guardar relación con las posibilidades de fabricar en el país microplaquetas de acuerdo con las especificaciones del usuario. A este respecto, la inversión en recursos humanos será la clave esencial para obtener beneficios de la microelectrónica.

35. Un buen punto de partida sería establecer centros de diseño y aplicación de microprocesadores. Estos centros se podrían instalar con una inversión moderada y con poco equipo, pero podrían constituir el núcleo para desarrollar aplicaciones y diseños y también para formar personal.

36. En general, es preciso que, los encargados de formular políticas a nivel nacional en los países en desarrollo se mantengan constantemente al corriente de la naturaleza e importancia de la tecnología electrónica y de sus efectos convergentes, especialmente en relación con la informática y las telecomunicaciones, dispongan de mecanismos de observación y evaluación, incrementen su capacidad para seleccionar y adquirir este tipo de tecnología, y determinen y apliquen medidas a corto y a largo plazo en sectores clave, en particular para la promoción de la capacidad de elaborar dotaciones lógicas y de realizar aplicaciones especiales y para la vigilancia y reglamentación de los tipos de aplicaciones microelectrónicas que llegan al país.

C. Materiales y tecnologías conexas

37. El adelanto industrial y económico de los países en desarrollo requiere la adopción de medidas positivas respecto del desarrollo y la utilización de

materiales. Estas medidas deberán referirse, por lo menos, a tres importantes elementos de lo que constituye la problemática actual relativa a los materiales.

38. En primer lugar, al haberse reconocido que muchos de los materiales utilizados son recursos limitados, se están examinando seriamente las perspectivas de una posible escasez de materiales. Se reconoce además que ha de distinguirse entre los recursos materiales renovables y los no renovables. Por lo demás, se puede hacer retroceder la barrera de recursos mediante modificaciones en los precios y el desarrollo de tecnologías.

39. En segundo lugar, se reconoce cada vez más que los materiales tienen una vinculación energética. Existe una relación de doble sentido entre los materiales y la energía. El desarrollo de materiales avanzados facilita el empleo de tecnologías energéticas avanzadas. Pero ha sido todavía más importante que la elevación del costo de la energía, haya obligado a investigar la cuantía de insumos energéticos necesarios para producir materiales sustitutivos. A la luz de estas investigaciones, se ha dicho que el creciente costo de la energía colocará en situación desventajosa al acero y al aluminio frente a la madera, al cemento y a los plásticos. 22/

40. En tercer lugar, se insiste cada vez más en la necesidad de conservar materiales no sólo mediante el reciclado sino también mediante el desarrollo de tecnologías que minimicen el desperdicio de materiales al transformarlos en productos y el costo de esa transformación. Se han desarrollado nuevas tecnologías de fabricación no sólo para conservar materiales sino también para reducir los costos de fabricación.

41. En este contexto, se ha de prestar atención a las dos categorías siguientes:

- a) materiales tradicionales respecto a los cuales se hayan introducido tecnologías nuevas y más perfectas; y
- b) nuevos materiales y nuevas tecnologías.

Están ocurriendo avances tecnológicos en un amplio frente de la producción de metales, plásticos, productos cerámicos, materiales compuestos, etc. Cabría seleccionar unos cuantos avances importantes por los que los países en desarrollo podrían iniciar su estudio de estas novedades. 23/

42. Con respecto al acero, el desarrollo de aceros de gran resistencia y baja aleación basados en el empleo de pequeñas adiciones de aleaciones para obtener mejores combinaciones de resistencia, tenacidad, formabilidad y soldabilidad. 24/ Entre las aplicaciones de estos aceros figuran carrocerías y piezas estructurales de vehículos automotores, bastidores de camiones y autobuses, grúas, equipo pesado, puentes, edificios prefabricados, bastidores para vagones, construcciones navales, y sistemas de tubería. Al ser el acero un componente básico de una economía industrial y puesto que más de 60 países en desarrollo han establecido o se proponen establecer industrias siderúrgicas, estos nuevos adelantos en la producción de acero son de interés para ellos. La fabricación de aceros requiere una fuerte inversión de capital, pero para los productores de países que ya disponen de una capacidad siderúrgica los aceros de baja aleación y gran resistencia ofrecen un producto de mayor valor que los aceros no aleados a los que sustituyen y de mejor rendimiento en función de su costo.

43. Algunos adelantos nuevos e importantes en el empleo de cargas en materiales plásticos pueden interesar a los países en desarrollo por razón del creciente costo de la energía y la necesidad de conservar las reservas de petróleo. 25/ Las cargas pueden clasificarse como inorgánicas y orgánicas y como naturales y sintéticas. Entre las cargas inorgánicas figuran minerales, escorias, cuarzo, arenas, desechos de la elaboración de minerales y metales, y cenizas volantes procedentes de centrales térmicas. Entre las orgánicas cabe citar las siguientes: serrín, cáscaras de frutos secos trituradas, polvo de caucho y recortes de plásticos. Como parte de la nueva tecnología adoptada en esta esfera se ha desarrollado una técnica no convencional por la que se mezclan monómeros con cargas apropiadas y se efectúa la polimerización sobre la superficie de las partículas de carga. Otro avance importante es una nueva técnica de molturación en que se combina los procesos de corte y de presión a elevada temperatura y que permite ahorrar energía. Esta técnica que se desarrolló inicialmente para su aplicación en materiales polimerizados puede aplicarse en diversas otras esferas como la molienda de harina, la producción de serrín como insumo más reactivo y la recuperación de caucho en forma de polvo a partir de desechos.

44. Han aparecido, como nuevo tipo de materiales, compuestos reforzados con fibras, que pueden designarse apropiadamente como "materiales técnicos". Se pueden obtener combinaciones excepcionales de propiedades seleccionando las fibras y materiales de base utilizados y las proporciones en que se combinan, así como la

manera en que se incrusta y orienta la fibra en el material de base. Se dispone de una abundante gama de sistemas de materiales compuestos que las actividades de investigación y desarrollo no cesan de ampliar. Cabría considerar los siguientes importantes compuestos:

- a) nuevos compuestos a base de fibras de basalto producidas por estirado de material rocoso fundido que se utilizan como refuerzos del hormigón en la fabricación de oleoductos, conducciones de productos químicos y sistemas de riego, paneles y láminas aislantes, y materiales aislantes a bajas temperaturas;
- b) plásticos reforzados con fibra de vidrio para cascos de buque, carrocerías de automóvil y bastidores de camión, piezas de artefactos y equipo, tanques de almacenamiento y componentes de equipo eléctrico;
- c) fibras de polímeros para aeronaves, buques y aplicaciones navales, hilos para neumáticos y refuerzos de cinturones y mangueras;
- d) fibras de carbono de buen rendimiento en función de su costo y adecuadas para aplicaciones de gran precisión que se encuentran en una fase inicial de desarrollo técnico y comercial.

45. La pulvimetalurgia está adquiriendo creciente importancia como resultado de una combinación de nuevos adelantos materiales y de consideraciones económicas. Se han citado, por ejemplo, los avances efectuados en la pulvimetalurgia para la producción de flejes de acero para las industrias de motores y de electrodomésticos. La mayor parte de las grandes empresas se están desplazando hacia la pulvimetalurgia que permite prescindir por completo de la fase de lingotes. Este proceso, que permitirá efectuar grandes ahorros, requiere tan sólo un tercio de la planta utilizada en los procesos tradicionales.

46. Se debe señalar la pulvimetalurgia a la atención de los países en desarrollo por las siguientes razones: i) es una tecnología sumamente flexible y útil para complementar la metalurgia de fusión tradicional; ii) se dispone ya de técnicas bien elaboradas de las que algunas pudieran resultar útiles a los países en desarrollo; iii) existe la oportunidad de desarrollar facetas de la pulvimetalurgia particularmente idóneas para los países en desarrollo; iv) la pulvimetalurgia se puede iniciar escalonadamente emprendiendo actividades parciales que permitan una posterior ampliación del proceso o de la gama de productos.

47. La adopción de una política global de materiales puede ser, sin embargo, difícil para los países en desarrollo por razones como las siguientes:

- a) Existen diversos materiales y compuestos;
- b) Muchos materiales son productos intermedios que pueden transformarse en diversos productos finales;
- c) La sustitución de materiales es el resultado de consideraciones tecnoeconómicas puestas en práctica por diversas empresas a lo largo del tiempo; y
- d) Diversos materiales pueden tener una importancia decisiva para las exportaciones o importaciones de diferentes países.

48. Se pueden adoptar, sin embargo, unos cuantos criterios generales como, por ejemplo, las repercusiones de esos materiales sobre las exportaciones y las importaciones, la conveniencia de utilizar materiales locales y de sustituir materiales con un elevado coeficiente de energía por materiales en que ese coeficiente sea menor, etc. Conviene mantenerse al tanto de los adelantos efectuados respecto de diversos materiales como los plásticos, el acero, el aluminio, el silicio, las fibras ópticas y los materiales compuestos.

49. Aunque no resulta fácil formular una política general de materiales, sí es posible formular políticas selectivas y estratégicas en esferas de fuerte consumo. El empleo de materiales y el ahorro de energía son consideraciones que deben tenerse expresamente en cuenta en el diseño de grandes proyectos, sobre todo en la esfera de los servicios públicos. Es preciso fortalecer las capacidades de diseño y de laboratorio para el estudio de materiales. Algunos países, como Francia, han adoptado ya nuevos programas de investigación de materiales.

D. Productos petroquímicos

50. La industria de productos petroquímicos es importante para todos los países por ser la que suministra los polímeros industriales que ocupan un lugar de primer orden en la gama de materiales de las economías nacionales. Por diversas circunstancias de índole histórica y tecnológica, la industria petroquímica actual se ha desarrollado a partir del empleo de hidrocarburos para fines predominantemente energéticos. Mientras que los países industrializados han respondido al aumento del precio del petróleo mediante una reorganización estructural de su industria petroquímica a través de la búsqueda de nuevas tecnologías, los países en desarrollo importadores de petróleo se encuentran en una situación mucho más expuesta. Durante los últimos diez años se han adoptado muchos nuevos enfoques. 26/ Varios de ellos podrían ser

interesantes para los países en desarrollo como por ejemplo, la ruta zeolítica para la obtención de etileno (y propileno) a partir del metanol o del gas de síntesis; la transformación de residuos y fracciones de fueloil en insumos químicos; la transformación directa del metanol en productos químicos básicos; la transformación de biomasa, residuos de petróleo y mezclas de petróleo y carbón en gas sintético; tecnologías para la producción de metanol de bajo costo a partir del gas natural y otros hidrocarburos, etc.

51. El interés de la utilización del metanol o del gas sintético como insumos deriva de que estas dos sustancias pueden producirse a partir de prácticamente cualquier material carbonoso o hidrocarbúrico (biomasa, carbón, residuos de petróleo, gas natural) por tecnologías bien elaboradas (que, además, por diversas razones de índole energética o química, están siendo vigorosamente desarrolladas con miras a reducir los costos de producción). De proseguir el desarrollo de las tecnologías de elaboración secundaria conforme a determinadas pautas, cabría suponer que la mayoría, si no todos, los países en desarrollo podrían aspirar a la autosuficiencia en la producción de los principales productos petroquímicos, y liberarse de toda dependencia indebida de los insumos tradicionales actualmente utilizados o importados.

52. Sin embargo, algunos factores estructurales de los países industrializados y las estrategias que las empresas transnacionales han adoptado, a la luz de sus propios intereses, en los países en desarrollo tienden a posponer la comercialización de algunas de estas nuevas tecnologías, pese a que ofrecerían a la industria la posibilidad de desvincularse de materias primas basadas en el petróleo. Por consiguiente, los países en desarrollo deberán evaluar sus propias posibilidades para comercializar ellos mismos estas tecnologías. Entre las opciones abiertas a estos países cabe citar su participación en consorcios de desarrollo tecnológico, la adopción de medidas colectivas para acelerar la comercialización de determinadas tecnologías y el perfeccionamiento gradual de su propia capacidad de investigación y desarrollo y de tecnología de procesos.

E. Energía de la biomasa y células solares fotovoltaicas

53. Cabe señalar en primer lugar que las tecnologías energéticas que utilizan como fuentes la biomasa y las células solares fotovoltaicas no se consideran como sustitutos de la energía tradicional, en particular de la energía eléctrica de fuentes hidráulicas y térmicas, utilizada con fines industriales. En la etapa actual, los adelantos en materia de energía solar y derivada de la biomasa sólo permiten aplicaciones descentralizadas en pequeña escala en las operaciones industriales. No obstante, la función que estas tecnologías cumplen y la que quizá desempeñen en el futuro no pueden pasarse por alto al formular un enfoque integrado del desarrollo industrial, por una parte, y del desarrollo energético, por otra.

54. La biomasa puede transformarse en una serie de formas energéticas distintas, por medio de numerosos procedimientos que abarcan desde los sumamente sencillos y hasta los de extrema complejidad. Estas tecnologías de transformación van desde las sencillísimas técnicas que ya existen y se aplican ampliamente en muchos países en desarrollo hasta las más complejas, que aún se encuentran en fase de investigación y sólo podrían adaptarse a determinados países. 27/

55. Podría considerarse que la combustión directa de la biomasa en hornillos y hornos a carbón son las tecnologías de bajo nivel y que la producción de biogás es también una tecnología sencilla, aunque entraña procesos biológicos que no se entienden cabalmente. La transformación de azúcares y cereales en etanol también es una tecnología muy conocida y se dispone de una vasta gama de métodos para mejorar su eficacia y reducir sus costos. No obstante, es posible perfeccionar todas estas tecnologías.

56. La pirólisis, la gasificación, la licuefacción directa y la fermentación enzimática lignocelulósica son tecnologías que se encuentran en la fase de investigación y desarrollo o que se aplican en plantas experimentales.

57. Además de la disponibilidad de tecnologías, es importante recordar la necesidad de un criterio integrado para adoptarlas. En primer lugar, las posibilidades que brinda la biomasa como fuente de alimentos, energía y materias primas deberían equilibrarse dentro de un enfoque integrado de sistemas que estuviese en consonancia con las necesidades y recursos peculiares de los países en desarrollo. Dentro de los recursos de biomasa disponibles para su transformación en energía, es menester tomar en consideración la gran variedad de materias básicas biomásicas y la diversidad de tecnologías de

transformación para coordinar cuidadosamente las diversas modalidades de la producción de energía a partir de la biomasa con los distintos sectores y aplicaciones. Es una tarea compleja que sólo puede abordarse al término de investigaciones socioeconómicas y técnicas detalladas en las distintas regiones.

58. Dado que existe una amplia variedad de posibilidades de investigación, quizá deba asignarse especial atención a ciertos sectores cuyos resultados son de importancia básica, donde la investigación y el desarrollo técnico también debería abarcar las fases de comercialización. De llegar a culminar en operaciones comerciales productivas, las investigaciones sobre la fermentación enzimática lignocelulósica serían un gran aporte para la obtención de energía a partir de la biomasa.

59. Las informaciones recogidas por la Secretaría de la OKUDI 28/ señalan que más de 60 instituciones de investigación de 31 países en desarrollo y 94 de 16 países desarrollados se interesan en distintos aspectos de los estudios sobre la obtención de energía a partir de la biomasa. Sería importante integrar en una red esas instituciones con objeto de potenciar las actividades de investigación y desarrollo, llevar a cabo ensayos y experimentos sobre el terreno y, en particular, prestar la debida atención al aumento progresivo de la aplicación de esas tecnologías.

60. El equipo necesario para la mayoría de las tecnologías de transformación de la biomasa no es demasiado complejo, por lo que en gran parte puede fabricarse en los propios países en desarrollo. El problema radica en que a menudo los diseños y procedimientos técnicos son propiedad de empresas de los países desarrollados. Por consiguiente, es esencial que los países en desarrollo que tienen posibilidades de explotar la biomasa con fines energéticos - ue son la inmensa mayoría- incrementen su capacidad propia de diseño y construcción en relación con las distintas tecnologías de explotación de la biomasa, en especial para aplicaciones descentralizadas.

61. Si bien actualmente gran parte del "know-how" sobre la tecnología de la biomasa está en manos del sector privado de los países desarrollados, los países en desarrollo tienen una gran capacidad de negociación en la medida en que constituyen el principal mercado en que se pueden utilizar esas tecnologías.

62. En lo tocante a la tecnología de las células solares fotovoltaicas, los principales objetivos de desarrollo tecnológico son:

- a) Investigaciones fundamentales sobre las células solares;
- b) Investigación y desarrollo sobre las células solares, especialmente con miras a reducir su costo y el número de pasos que supone su fabricación;
- c) Tecnologías de producción en serie de células solares basada en métodos de procedimientos continuos en gran escala, y
- d) Reducción del costo de los componentes.

63. Se sabe que existen no menos de nueve procedimientos tecnológicos para fabricar células solares fotovoltaicas. 29/ Si bien se ha procurado reducir los costos y aumentar la eficacia de los métodos de producción, no se ha logrado llegar a precios gracias a los cuales la energía así obtenida pueda competir con otras formas de energía.

64. La energía solar fotovoltaica reviste especial interés para los países en desarrollo, especialmente en las zonas que no están conectadas con la red eléctrica y que probablemente no lo estén en el futuro inmediato. Sin embargo, las consideraciones de costos hacen difícil la utilización generalizada de este tipo de energía. Se plantea el problema de saber si, habida cuenta de la disminución de los costos, los países en desarrollo no tendrían que abstenerse de contraer compromisos importantes a largo plazo para la adquisición de tecnología. Basándose en una evaluación minuciosa de las tendencias tecnológicas y de la reducción de los costos, esos países tienen que tomar diversas decisiones capitales tales como:

- a) En qué fase de la curva descendente de los costos deberían comenzar a aplicar esta tecnología y/o a fabricar los componentes necesarios;
- b) Crear capacidades para producir sistemas que generasen un valor añadido considerable;
- c) Evaluar la experiencia obtenida hasta el momento en las aplicaciones experimentales, incluidos los aspectos técnicos, económicos y sociales;
- d) Dado que constituyen grandes mercados y que existe una rivalidad en este sector tecnológico, adoptar estrategias colectivas de negociación para la adquisición de tecnología, componentes y equipo;
- e) Desarrollar su capacidad no sólo en materia de investigación y desarrollo sino también en lo que se refiere, por una parte, a la selección, la negociación y la adquisición y, por otra, al diseño de sistemas, la aplicación, la comercialización y la prestación de servicios.

65. Dado que la aplicación en gran escala de la tecnología fotovoltaica tardará unos diez años, los países en desarrollo pueden aprovechar eficazmente la etapa actual para crear su propia capacidad, evaluando minuciosamente las

tecnologías sustitutivas y los proyectos experimentales y logrando cierta autonomía tecnológica en esta esfera. A este respecto, el decenio de 1980, y especialmente los cinco años venideros, pueden ser de primordial importancia para los países en desarrollo.

II. REPERCUSION CONJUNTA DE LOS ADELANTOS TECNOLOGICOS

66. En el capítulo anterior se examinaron algunos adelantos tecnológicos concretos en lo relativo a sus respectivas repercusiones y consecuencias. Sin embargo, es importante comprender los efectos de sus interacciones, así como su repercusión conjunta sobre sectores productivos concretos. Este último aspecto será probablemente de especial interés para los encargados de formular políticas en los países en desarrollo, puesto que les daría una base para iniciar medidas prácticas concretas en cada sector. Sin embargo, al analizar estas cuestiones debe hacerse hincapié en que el carácter y la importancia de los adelantos tecnológicos y su repercusión son algo más de lo que pudiera indicar un análisis de los distintos factores por separado. Lo expuesto en el capítulo anterior bastará para poner de relieve que algunas de estas tecnologías tienen la posibilidad de cambiar la estructura socioeconómica de los países, e incluso la forma de vida de la población. Por lo tanto, las respuestas de los encargados de formular políticas deben basarse no sólo en la determinación de vías de actuación en sectores concretos de interés inmediato, sino también en el conocimiento y la comprensión de las consecuencias más diversificadas y a largo plazo de las tecnologías.

A. Interacciones entre los adelantos tecnológicos

67. La interacción más importante entre los adelantos tecnológicos se está produciendo en la esfera de la microelectrónica y las telecomunicaciones con actividades de apoyo en el terreno de los materiales conexos. Las reducciones de costos debidas a la miniaturización en la electrónica y a la combinación de las computadoras y los sistemas de telecomunicación han sido las fuerzas que han impulsado la "tecnología de la información". En la manufactura, la tecnología de la información ha permitido alcanzar un alto grado de flexibilidad en la automatización, la creación de nuevas capacidades de diseño y construcción y la manipulación controlada por computadoras de los materiales y las máquinas herramientas. Los nuevos dispositivos de tratamiento de la información han tenido una repercusión importante en las tareas de oficina, mientras que en las telecomunicaciones y en los bienes de consumo duraderos han surgido nuevos servicios y productos basados en la tecnología de la información. Los adelantos en las comunicaciones por satélite, las fibras ópticas, etc., han aumentado drásticamente las corrientes de información y el acceso a ella, de modo que las estructuras incipientes de una "sociedad de la

información" producen cambios en los lugares de trabajo, en la gestión, en la administración pública, en las corrientes de datos a través de las fronteras y, en ciertos aspectos, en la autonomía y la vida privada de la persona. 30/ La repercusión de la tecnología de la información se examinará con más detalle en este mismo capítulo, al tratar del sector de servicios.

68. En otro plano, la interacción entre la microelectrónica y la ingeniería genética y la biotecnología ha dado origen a la bioinformática. Por ejemplo, actualmente la síntesis de genes puede verse facilitada y acelerada mediante los repertorios de secuencias. Esos repertorios, que han empezado a crearse, permiten predecir las posiciones donde es probable que determinadas enzimas segmenten la cadena de ADN y sirven de guía para construir genes de acción eficaz en un microorganismo concreto. Actualmente el control de los procesos de fermentación industrial puede mejorarse considerablemente mediante la microelectrónica. En un plano más general, a) se puede almacenar, procesar y usar la información sobre los biorrecursos como guía para la investigación y el desarrollo; y b) es posible la simulación mediante computadoras de las actividades biológicas.

69. La biotecnología tiene consecuencias evidentes en cuanto a la obtención de energía a partir de la biomasa; cualquier descubrimiento importante en el campo de la fermentación lignocelulósica deberá tener una repercusión considerable sobre las posibilidades de obtener energía a partir de la biomasa. También cabe prever un procedimiento que lleve de la biomasa a los productos petroquímicos.

70. Entre la microelectrónica y la obtención de energía a partir de la biomasa se da también una interrelación desde el punto de vista de las posibilidades de la microelectrónica para optimizar los procesos. El aumento de los conocimientos sobre los materiales semiconductores es pertinente para las células solares fotovoltaicas.

71. El tema de los productos petroquímicos tiene una relación evidente con la obtención de energía a partir de la biomasa, así como con los materiales y su sustitución. En realidad, el tema de los materiales es pertinente para la mayoría de los nuevos adelantos tecnológicos, puesto que existe una corriente de beneficios en ambos sentidos.

72. Hasta ahora, el factor que ha desencadenado la interacción conjunta de las tecnologías ha sido el azar más que la actuación deliberada. Sin embargo, las posibilidades que encierran las interacciones entre los adelantos tecnológicos pueden requerir un estudio detallado, en particular para identificar posibles esferas de resultados fundamentales de las interacciones que sean pertinentes para los países en desarrollo a fin de satisfacer sus necesidades.

B. Repercusión conjunta sobre algunos sectores

73. La comprensión de la repercusión conjunta de los adelantos tecnológicos sobre sectores industriales concretos es indispensable para establecer políticas y estrategias de desarrollo industrial. Sin embargo, es difícil hacer una evaluación a este respecto, debido al carácter dinámico del cambio tecnológico y a que esa repercusión conjunta depende de varios factores, incluidos los que favorecen o retrasan la adopción de tecnologías concretas en cada sector. A pesar de ello, se intentará lograr una comprensión preliminar de las repercusiones pertinentes considerando los sectores económicos, tal como se describen en la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU) al nivel de la clave de dos cifras. Debido a las limitadas pruebas empíricas y a la carencia de una metodología idónea, esta evaluación ha de ser bastante simple, enumerativa y descriptiva, y debe basarse en las posibilidades de los adelantos tecnológicos tal como se perciben y proyectan actualmente.

74. Con este objeto, las repercusiones tecnológicas pueden clasificarse del siguiente modo:

- i) autónomas para los sectores concretos de la CIIU, derivadas de las tendencias a largo plazo de la tecnología en esos sectores;
- ii) derivadas de los adelantos tecnológicos; y
- iii) derivadas de los esfuerzos por ahorrar energía.

75. Se hace hincapié en los adelantos tecnológicos, particularmente en los examinados en el capítulo anterior. Una evaluación de este tipo, aunque sea breve y provisional y esté sujeta a limitaciones, puede ofrecer a los encargados de formular políticas en los países en desarrollo algunas ideas sobre los sectores a los que más deben prestar atención en este contexto, y también puede darles un sentido de las proporciones para abordar la cuestión de la repercusión de los adelantos tecnológicos y para tomar medidas en sus respectivos países.

76. Debe reconocerse desde el comienzo que la repercusión de las tecnologías de la información se experimentará en todas las actividades económicas. Aparte de ofrecer posibilidades de aumentar la productividad en todos los sectores, ciertos aspectos de la producción y la gestión industriales resultarán también beneficiados por actividades tales como los sistemas de control para la planificación de la producción, los inventarios y las materias primas, y los sistemas de planificación de la mano de obra y el mantenimiento. El sector de servicios resultará especialmente afectado, más aún que el sector industrial, por la tecnología de la información. A continuación se examinan todos los sectores; las cifras que figuran entre paréntesis indican las claves correspondientes de la CIU.

77. Agricultura (CIU: 1100)

La repercusión principal sobre la agricultura se producirá por conducto de la ingeniería genética y la biotecnología. No obstante, el plazo puede ser largo (tal vez de hasta 20 años), especialmente porque hasta ahora la biología molecular y la genética molecular de las plantas no se han desarrollado tan intensamente como las de los sistemas animales. 31/ Sin embargo, es evidente que hoy existe una dedicación científica más intensa en esta esfera, que en realidad se ha beneficiado de la introducción de la tecnología del ADN recombinante. La acumulación de conocimientos básicos sobre genética molecular de las plantas y sobre otras características de éstas será indispensable para desarrollar con éxito la ingeniería genética de plantas mejoradas. No obstante, ya se han creado algunas empresas para la comercialización de la genética agrícola.

78. Por otra parte, cabe señalar que en general se considera que los nuevos adelantos complementan las prácticas ya consagradas de cultivo de plantas y cría de animales, pero no las reemplazan. 32/ Las nuevas tecnologías son de dos tipos: las que entrañan la transformación genética por medio de la fusión celular y las que entrañan la inserción o modificación de la información genética por medio de la clonación del ADN y de sus vectores. Existen técnicas para manipular órganos, tejidos, células o protoplastos en cultivo para regenerar plantas, así como para contrastar la base genética de las nuevas características.

79. La repercusión de los adelantos en el campo de la ingeniería genética y la biotecnología también se hará notar por medio de los fertilizantes y plaguicidas biológicos para la agricultura, así como por medio de las mejoras en la ganadería.

80. Hay otros adelantos tecnológicos que contribuirán a la mejora de las prácticas agrícolas y de la gestión de las explotaciones agrícolas. A este respecto, cabe mencionar la teleobservación y las comunicaciones por satélite. Los microprocesadores podrían utilizarse en aplicaciones agrícolas, por ejemplo en el riego, el aprovechamiento de cultivos, la información agroclimática, etc. La energía solar y la obtenida a partir de la biomasa será importante para las operaciones descentralizadas relacionadas con la agricultura. La obtención de nuevos materiales o el desarrollo de nuevas aplicaciones de los materiales existentes (en particular los plásticos) será importante para las operaciones agrícolas.

81. Silvicultura (CIU: 1200)

La repercusión principal se producirá asimismo a través de la ingeniería genética y de la biotecnología. En particular, éstas pueden dar lugar a plantaciones para aplicaciones energéticas que tendrán efectos sobre la energía obtenida a partir de la biomasa y proporcionan asimismo una base para la obtención de productos petroquímicos (por ejemplo, la producción de metanol).

82. Pesca (CIU: 1300)

La microelectrónica se está convirtiendo en un instrumento importante para el equipo de navegación y pesca. Las comunicaciones vía satélite y los sistemas de aeronaves más ligeras que el aire beneficiarán a la industria pesquera. Los adelantos de la ingeniería genética y la biotecnología podrían, después de cierto tiempo, tener efectos importantes sobre el desarrollo de los recursos marinos. Sin embargo, no se ha difundido ampliamente la labor que se realiza en esta esfera.

83. Explotación de minas (CIU: 2100 - 2900)

La aplicación de la microelectrónica a la minería y los procesos conexos, especialmente a los pozos de petróleo, tiene especial importancia. La aplicación de la ingeniería genética al mejoramiento de la extracción del petróleo es un avance significativo. ^{33/} Se están reconociendo cada vez más las posibilidades que ofrece la lixiviación microbiana de minerales, especialmente en los vertederos de afluentes. ^{34/}

84. Productos alimenticios, bebidas y tabaco (CIU: 3100)

La repercusión principal se producirá a través de la ingeniería genética y la biotecnología. Durante siglos se han preparado bebidas y alimentos fermentados utilizando cepas seleccionadas de organismos mutantes (por ejemplo, la levadura). No obstante, las tecnologías moleculares han abierto nuevas posibilidades incluidas nuevas fuentes de proteínas. La disponibilidad de enzimas en cantidad abundante aumentará considerablemente las actividades de elaboración de alimentos. Sin embargo, para lograr una aplicación en gran escala a la industria de elaboración de alimentos, es necesario desarrollar adecuadamente los conocimientos básicos de las características genéticas que podrían mejorar los alimentos y se deben perfeccionar las normas de seguridad, especialmente, para los productos obtenidos mediante nuevas fuentes microbianas. Esta es una esfera en la que los países en desarrollo pueden requerir el desarrollo de tecnologías adecuadas a sus propias condiciones y necesidades, incluido el mejoramiento de los alimentos que tradicionalmente se fermentan. 35/

85. La microelectrónica se podrá aplicar para mejorar el secado y almacenamiento de cereales así como para desarrollar y perfeccionar la maquinaria, los procesos y el control de calidad en la elaboración de alimentos y en la industria ganadera y lechera. Las pérdidas producidas durante el almacenamiento podrían reducirse mediante el uso de microprocesadoras.

86. Diversos efectos residuales de las actividades espaciales en la esfera de elaboración y conservación de alimentos pueden tener posible aplicación en los países en desarrollo. 36/ El uso descentralizado de la energía solar y biomásica para la elaboración de alimentos también es importante. Los progresos en la tecnología de materiales también tendrán importancia desde el punto de vista del envasado de los alimentos elaborados.

87. También pueden formularse algunas observaciones con respecto a la industria azucarera, en la que tanto la biotecnología como la microelectrónica pueden desempeñar un papel importante. El papel de esta última abarcará desde la planificación de las plantaciones de caña de azúcar hasta el transporte y la trituración de la caña y la extracción, el refinado y el envasado del azúcar. La industria azucarera también tendrá que seguir muy de cerca los avances que se produzcan en la elaboración de edulcorantes naturales y los adelantos de la biotecnología al respecto. 37/

88. Se han producido en forma autónoma otros desarrollos tecnológicos en materia de elaboración, embalaje y envasado para venta al menudeo, y almacenamiento y transporte de productos alimenticios. Se supone que éstos, combinados con los adelantos de la biotecnología, darán lugar a una reestructuración irreversible del complejo de agroindustrias. 38/

89. Sin embargo, debe hacerse hincapié en que los países en desarrollo tienen que abrirse camino por su cuenta en la aplicación de la ciencia y la tecnología modernas a la elaboración de alimentos.

90. Textiles, cueros (CIIU: 3200)

Los adelantos en la industria petroquímica tendrán especial interés en el contexto de la sustitución de materiales naturales por materiales sintéticos. La microelectrónica tendrá aplicaciones en el manejo de la maquinaria para la industria textil. Más importante aún, ya se han observado efectos de la microelectrónica en la industria de prendas confeccionadas, especialmente en lo que respecta a la densidad de mano de obra y a las ventajas comparativas. Se prevé un efecto similar en la industria del calzado a medida.

91. Con respecto a los avances autónomos en la industria del cuero, aunque las amplias investigaciones químicas se orientan al perfeccionamiento de la tecnología ya consagrada, las maquinarias y el equipo son el centro principal de atención en las actividades tecnológicas tendientes a mejorar el control para obtener una calidad constante del producto y un mayor rendimiento. 39/

92. Madera y productos de madera (CIIU: 3300)

Hasta el momento no se han observado repercusiones especiales. Sin embargo, la madera es un material susceptible de ser reemplazado. Por lo tanto, convendría mantenerse al corriente de la evolución de la tecnología de nuevos materiales.

93. Celulosa, papel, imprentas, editoriales (CIIU: 3400)

En la industria de la celulosa y el papel la aplicación de la ingeniería genética y la biotecnología será pertinente en lo que respecta al control de la contaminación y la producción de proteínas a partir de la celulosa y los desperdicios de papel. La microelectrónica repercutirá en el manejo de la maquinaria así como en toda la industria editorial e impresora. Esto último exigiría un examen especial debido a que la naturaleza de la propia industria está cambiando.

94. Productos químicos (CIU: 3500)

La repercusión de la ingeniería genética y la biotecnología en este sector será de máxima importancia. Teóricamente, casi todos los productos químicos orgánicos industriales pueden obtenerse mediante un proceso biológico. La fermentación comercial a partir de microorganismos producidos mediante ingeniería genética ofrece, en comparación con las actuales técnicas de producción química, ventajas tales como el empleo de fuentes renovables, condiciones físicas más favorables, métodos de producción de una sola fase y menor contaminación. Los efectos de esta tecnología abarcarán todo el espectro de grupos químicos, plásticos y materiales resinosos, aromas y perfumes, caucho sintético, productos químicos medicinales, plaguicidas y los productos primarios del petróleo que sirven como materia prima para la síntesis de sustancias químicas orgánicas. Sin embargo, los productos concretos que se verán afectados en cada grupo sólo pueden elegirse en cada caso particular, dado que la aplicabilidad de la genética depende de una variedad de factores. Las estimaciones aproximadas de las consecuencias financieras previstas se elevan a miles de millones de dólares anuales para docenas de productos químicos en los próximos veinte años. 40/

95. Con respecto a los fertilizantes sintéticos, se considera que hay pocas posibilidades de que en los próximos veinte años se produzcan cambios radicales en las formas de producción. 41/ En cuanto a las materias primas, sin embargo, el petróleo bruto y el gas natural podrían reemplazarse en gran medida por el carbón, lo que aumentaría considerablemente los costos de producción del fertilizante de nitrogenados. Sin embargo, es posible que se produzca una relativa disminución de la demanda de fertilizantes debido a ciertas tendencias existentes, como el aumento del rendimiento de los fertilizantes en el suelo y a la reducción de las pérdidas; el desarrollo de cultivos de bulbos y plantas leguminosas que requieran un mínimo de insumos externos; y los adelantos de la ingeniería genética mediante los cuales se puede llegar a obtener plantas con capacidad propia de nitrogenación.

96. La electrónica tendrá repercusiones en el mejoramiento de procesos y del control de calidad, incluido el máximo rendimiento continuo y el control de la contaminación más adecuado. Los adelantos en la esfera de los materiales deben observarse de cerca dado que los termoplásticos, el caucho, etc., son materiales importantes que se prestan a la sustitución.

88. Se han producido en forma autónoma otros desarrollos tecnológicos en materia de elaboración, embalaje y envasado para venta al menudeo, y almacenamiento y transporte de productos alimenticios. Se supone que éstos, combinados con los adelantos de la biotecnología, darán lugar a una reestructuración irreversible del complejo de agroindustrias. 38/

89. Sin embargo, debe hacerse hincapié en que los países en desarrollo tienen que abrirse camino por su cuenta en la aplicación de la ciencia y la tecnología modernas a la elaboración de alimentos.

90. Textiles, cueros (CIIU: 3200)

Los adelantos en la industria petroquímica tendrán especial interés en el contexto de la sustitución de materiales naturales por materiales sintéticos. La microelectrónica tendrá aplicaciones en el manejo de la maquinaria para la industria textil. Más importante aún, ya se han observado efectos de la microelectrónica en la industria de prendas confeccionadas, especialmente en lo que respecta a la densidad de mano de obra y a las ventajas comparativas. Se prevé un efecto similar en la industria del calzado a medida.

91. Con respecto a los avances autónomos en la industria del cuero, aunque las amplias investigaciones químicas se orientan al perfeccionamiento de la tecnología ya consagrada, las maquinarias y el equipo son el centro principal de atención en las actividades tecnológicas tendientes a mejorar el control para obtener una calidad constante del producto y un mayor rendimiento. 39/

92. Madera y productos de madera (CIIU: 3300)

Hasta el momento no se han observado repercusiones especiales. Sin embargo, la madera es un material susceptible de ser reemplazado. Por lo tanto, convendría mantenerse al corriente de la evolución de la tecnología de nuevos materiales.

93. Celulosa, papel, imprentas, editoriales (CIIU: 3400)

En la industria de la celulosa y el papel la aplicación de la ingeniería genética y la biotecnología será pertinente en lo que respecta al control de la contaminación y la producción de proteínas a partir de la celulosa y los desperdicios de papel. La microelectrónica repercutirá en el manejo de la maquinaria así como en toda la industria editorial e impresora. Esto último exigirá un examen especial debido a que la naturaleza de la propia industria está cambiando.

94. Productos químicos (CIU: 3500)

La repercusión de la ingeniería genética y la biotecnología en este sector será de máxima importancia. Teóricamente, casi todos los productos químicos orgánicos industriales pueden producirse mediante un proceso biológico. La fermentación comercial a partir de microorganismos producidos mediante ingeniería genética ofrece, en comparación con las actuales técnicas de producción química, ventajas tales como el empleo de materias renovables, condiciones físicas más favorables, métodos de producción en una sola fase y menor contaminación. Los efectos de esta tecnología abarcan todo el espectro de grupos químicos, plásticos y materiales resinosos, aromas, gomas, caucho sintético, productos químicos medicinales, plaguicidas y los productos primarios del petróleo que sirven como materia prima para la síntesis de materias químicas orgánicas. Sin embargo, los productos concretos que se ven afectados en cada grupo sólo pueden elegirse en cada caso particular, dado que la aplicabilidad de la genética depende de una variedad de factores. Las estimaciones aproximadas de las consecuencias financieras previstas se elevan a miles de millones de dólares anuales para docenas de productos químicos en los próximos veinte años. 40/

95. Con respecto a los fertilizantes sintéticos, se considera que hay pocas posibilidades de que en los próximos veinte años se produzcan cambios radicales en las formas de producción. 41/ En cuanto a las materias primas, sin embargo, el petróleo bruto y el gas natural podrían reemplazarse en gran medida por el carbón, lo que aumentaría considerablemente los costos de producción del fertilizante de nitrogenados. Sin embargo, es posible que se produzca una relativa disminución de la demanda de fertilizantes debido a ciertas tendencias existentes, como el aumento del rendimiento de los fertilizantes en el suelo y a la reducción de las pérdidas, el desarrollo de cultivos de bulbos y plantas leguminosas que requieren un mínimo de insumos externos; y los adelantos de la ingeniería genética mediante los cuales se puede llegar a obtener plantas con capacidad propia de nitrogenación.

96. La electrónica tendrá repercusiones en el mejoramiento de procesos y del control de calidad, incluyendo el máximo rendimiento continuo y el control de la contaminación adecuado. Los adelantos en la esfera de los materiales deben observarse de cerca dado que los termoplásticos, el caucho, etc., son materiales importantes que se prestan a la sustitución.

97. Debido a la abundancia de biomasa en muchos países en desarrollo, el sector químico puede ser uno de los sectores en que esos países deben determinar nuevas formas de desarrollo exclusivamente apropiadas a sus condiciones, incluidos los sistemas descentralizados de producción de diversos productos químicos.

98. Productos minerales no metálicos (CIIU: 3600)

La repercusión de los nuevos materiales y de la tecnología de materiales será importante. La industria de la cerámica adquirirá una orientación completamente nueva. ^{42/} La industria del vidrio y la manufactura de productos compuestos en general serán también esferas en las que se produzcan cambios tecnológicos. La tecnología del silicio ha cobrado importancia. La industria del cemento quizá no resulte especialmente afectada, aunque las aplicaciones de la microelectrónica podrían mejorar el control de procesos y favorecer el máximo rendimiento.

99. Industrias metálicas (CIIU: 3700)

No cabe duda de que las cambiantes tendencias en la utilización de materiales resultarán importantes. Por otra parte, en cuanto al hierro y al acero, ^{43/} aunque es posible que durante el decenio de 1980 no se produzcan adelantos tecnológicos similares al procedimiento Bessemer, la acería al oxígeno LD y el laminado continuo de banda ancha, el procedimiento de reducción directa adquirirá mayor importancia y la fabricación directa de laminados a partir de lingotes metálicos podría entrar en una etapa industrial significativa para 1990.

100. Las aplicaciones de la microelectrónica resultarán provechosas en lo que concierne al control y supervisión de procesos a distancia de ambientes expuestos y podría permitir las economías de energía y de materiales.

101. Fabricación de productos metálicos (CIIU: 3800)

Cabe suponer que la microelectrónica acarreará cambios en la producción y en los procesos de producción. La maquinaria y productos mecánicos de diferente tipo contendrán cada vez más componentes microelectrónicos. La propia industria electrónica, al igual que la industria de las computadoras y la de las telecomunicaciones está experimentando cambios radicalmente. La introducción de la microelectrónica exigirá reexaminar enteramente la industria de fabricación de instrumentos.

102. Las técnicas de diseño con ayuda de computadoras y de fabricación con ayuda de computadoras, así como la automatización y la tecnología de los robots podrían cambiar de manera significativa las pautas de producción de productos mecánicos y de bienes de capital, por ejemplo, mediante sistemas flexibles de fabricación. La producción de equipo de transporte puede cambiar de manera significativa. En lo que concierne a los componentes tales como los circuitos integrados o las células solares, la capacidad para construir sistemas está adquiriendo creciente importancia como forma de crear nuevos productos y como medio de incrementar el valor agregado.

103. La industria de bienes de capital también es la impulsora y la beneficiaria de los materiales de alta precisión. Los cambios en los bienes de capital también podrían tener repercusiones en los bienes de consumo final como resultado del carácter de la tecnología, la escala de producción, etc. Por consiguiente, se trata de un sector en que las repercusiones de la microelectrónica se deben estudiar a fondo.

104. Otras industrias manufactureras (CIIU: 3900)

La industria electrónica está creando un nuevo conjunto de artículos decorativos y de fantasía, juguetes, etc., y se ha determinado que en la fabricación de artículos de atletismo y de deportes se practica la sustitución de materiales.

105. Electricidad, gas, vapor (CIIU: 4100)

Ya se están utilizando dispositivos microelectrónicos con objeto de conservar energía. Los adelantos relacionados con la energía biomásica y las células fotovoltaicas solares resultan de interés para este sector.

106. Obras hidráulicas y suministro de agua (CIIU: 4200)

De importancia para este sector son los nuevos materiales y compuestos, así como los adelantos en ingeniería genética y biotecnología pertinentes desde el punto de vista de la purificación y reutilización del agua.

107. Construcción (CIIU: 5000)

La fabricación de materiales nuevos y las posibilidades de sustitución que éstos ofrecen, tienen gran significación para la industria de la construcción.

108. Sector de servicios (CIIU: 6000)

Este sector abarca el comercio al por mayor y al detalle, los hoteles, los restaurantes, los transportes, el almacenamiento, los servicios de comunicación, la financiación, los seguros, etc., así como los servicios para la comunidad y los servicios sociales y personales.

109. Se prevé que el efecto conjunto de la microelectrónica y de las telecomunicaciones afectará de manera significativa al sector de servicios. Se presume que la introducción de nuevas tecnologías en esta esfera reducirá o limitará el número de empleos de oficina. Por otra parte, en sectores como el de los transportes, varias funciones podrían optimizarse mediante la microelectrónica, lo que se traduciría en importantes economías y en el aumento del rendimiento que repercutiría en otros sectores. También se podrían establecer nuevas actividades, por ejemplo, en la importante esfera de las dotaciones lógicas.

110. En las economías en desarrollo, menos del 20% de la fuerza de trabajo corresponde al sector de servicios, mientras que en las economías desarrolladas el promedio es de aproximadamente el 55%. ^{44/} La aplicación selectiva de la tecnología de la información en el sector de servicios en los países en desarrollo podría ser de gran utilidad ya que se trata de la tecnología en que se apoyan las actividades que se realizan en dicho sector. Hay posibilidades obvias pero importantes en lo que respecta a las operaciones de las compañías de electricidad, las instalaciones petroleras, las operaciones portuarias, la rotación de los vagones de ferrocarril, la regulación de la circulación en las grandes ciudades, la supervisión de instalaciones de suministro y almacenaje de alimentos, la meteorología, los sistemas de alerta contra inundaciones, etc. En las esferas de la educación, la atención sanitaria y de los servicios para la comunidad hay posibilidades más prometedoras. No obstante, en los países en desarrollo su aprovechamiento se ve obstaculizado por la falta de servicios de telecomunicaciones, mano de obra especializada y, en general, por la falta de "conciencia" en materia de información.

111. Si se ha de extraer una conclusión acerca de la repercusión conjunta de los adelantos tecnológicos a título de primera aproximación con objeto de ayudar a los encargados de formular las políticas, ésta es que:

- a) Si se utiliza cuidadosamente, la tecnología de la información ofrece grandes posibilidades, especialmente en el sector de los servicios;
- b) La microelectrónica tendrá repercusiones decisivas en la industria mecánica y en la de bienes de capital (así como en la fabricación de ropa confeccionada y calzado a medida y la industria editorial), a la vez que brindará la oportunidad de lograr mejoras escalonadas en una amplia gama de industrias;
- b) La biotecnología tendrá repercusiones decisivas en las industrias química, de elaboración de alimentos y de la energía.

Si se consideran conjuntamente, numerosos sectores industriales pueden resultar afectados en mayor o menor medida.

112. En el Cuadro I del anexo figura información sobre la importancia de cada sector industrial en el conjunto de las actividades manufactureras de los países en desarrollo. Esa información proporciona una idea aproximada del gran número de actividades económicas que seguramente experimentarán los efectos de los adelantos tecnológicos. En un sentido amplio y a título de aproximación muy preliminar, por lo menos el 65% de la producción industrial (en función de su valor) de los países en desarrollo resultará directamente afectada por las repercusiones de los avances tecnológicos. No obstante, cabe señalar varios aspectos a este propósito. En primer lugar, el cuadro proporciona una idea de las tendencias pasadas, mientras que la intención de los países en desarrollo consiste en acelerar y diversificar aún más sus actividades manufactureras. En segundo lugar, el desglose por sectores puede ocultar los efectos sinérgicos causados por los avances tecnológicos. En tercer lugar, las repercusiones en cada sector han de estudiarse a fondo teniendo en cuenta los factores que influyen en la introducción de nuevas tecnologías o que la retrasan. Por último, las condiciones imperantes en los países en desarrollo varían y un aspecto que quizá no se advierta de manera significativa en una visión de conjunto puede ser extremadamente importante para un país determinado o para una categoría de países.

C. Cambios en las estructuras del mercado internacional de tecnología

113. La interacción entre los adelantos tecnológicos y su repercusión conjunta sobre los sectores industriales influyen en la estructura del mercado internacional de tecnología, la cual, a su vez, ejerce influencia en la innovación tecnológica. A continuación, se examinan algunas de las tendencias recientes al respecto.

114. Una investigación ^{45/} basada en el examen de 1.000 patentes y de la actividad de 572 empresas, puso de relieve la existencia de importantes diferencias nacionales en cuanto a la aplicación práctica de la biotecnología: en un país, por ejemplo, el acento se pone en los productos farmacéuticos y en otro en la producción de piensos. Aunque el capital de las empresas especializadas en biotecnología se estima en alrededor de 1.000 milles de dólares,

esas empresas posiblemente no hayan de ser los consorcios industriales de producción en serie del futuro. En los dos últimos años las empresas pequeñas del sector han solido experimentar dificultades para encontrar fuentes de financiación, aunque en general, la biotecnología continúa atrayendo recursos financieros de las sociedades comerciales y otras fuentes de capital de riesgo. En la actualidad son cada vez más los casos en que empresas transnacionales adquieren participaciones importantes en el capital social de pequeñas empresas del sector de la biotecnología. Otra tendencia que se advierte es la financiación por parte de las empresas transnacionales de grandes proyectos de investigación en las universidades. Cabe prever otros cambios en la estructura de la industria de la biotecnología, a medida que aumente la cantidad de productos que están listos para su producción comercial.

115. En el sector de la microelectrónica, la tendencia del decenio de 1970, cuando las empresas innovadoras pequeñas y medianas dominaban el mercado, ha sido sustituida por la presencia de grandes firmas integradas verticalmente que dominan el mercado mundial, en tanto que las pequeñas empresas innovadoras explotan reductos muy especializados. La complejidad de la fabricación y de la tecnología y las necesidades de capital han llevado a los fabricantes de componentes a dedicarse a la producción de sistemas, y a los fabricantes de sistemas a adquirir empresas productoras de componentes o a crear instalaciones cuya producción se aseguran en exclusividad. Este proceso de integración vertical ha dado por resultado la inversión de la tendencia a realizar las tareas de montaje en el extranjero y, hasta cierto punto, ha llevado a la concentración industrial. Dado que las grandes empresas tienen mejor acceso a los capitales y a los grandes mercados internacionales (para las economías de escala ambos requisitos son necesarios) y que también tienen experiencia en las operaciones internacionales, las pequeñas empresas encuentran útil -cuando no necesaria- la participación en su activo social de las grandes empresas, mientras que las grandes empresas procuran adquirir las pequeñas para satisfacer sus crecientes necesidades de acceso a la tecnología.

116. Merecen también mencionarse las tendencias tecnológicas en la industria del tratamiento de la información. Los gobiernos de varios países desarrollados han procurado, como principio de política, promover dicha industria, pues la consideran como un sector de crecimiento dentro de una economía en general estancada. Hay una creciente superposición de actividades de las empresas

de telecomunicaciones, computadoras y semiconductores. Por lo menos a corto plazo, esta circunstancia parecería atenuar el predominio de ciertas empresas de telecomunicaciones y de computadoras en sus respectivas esferas e introducirse un factor de competencia. La tendencia a largo plazo posiblemente no sea la misma. Otra característica de la actual situación es que varias empresas incluso las pequeñas, al parecer controlan diversos segmentos especializados de la misma industria.

117. En el caso de la energía obtenida a partir de la biomasa, la tecnología pertinente es objeto del interés de las empresas químicas, incluidas las que producen enzimas industriales, de las empresas de diseño técnico y consultoría, las empresas de alimentos y bebidas, las empresas petroleras y otras empresas especializadas en esta esfera. Cabe prever, no obstante, que en la etapa de la comercialización las empresas de diseño técnico y de consultoría tengan un importante papel que desempeñar.

118. En cuanto a la industria de las células solares fotovoltaicas, unas 450 empresas de todo el mundo participan en diversos sectores de la misma. La mayor parte de ellas están concentradas en los países de la OCDE. Menos del 10% intervienen activamente en la producción comercial de células. Sin embargo, cerca del doble se preparan actualmente para iniciar la producción de materias primas o la fabricación de células o se dedican fundamentalmente a trabajos de investigación y desarrollo, que pueden conducirlos a la comercialización en algún momento en el futuro. Un gran número de empresas suministra los demás componentes de los sistemas. Aunque la competencia es fuerte y se supone que continuará así en el futuro en lo que se refiere a los demás componentes de los sistemas, las grandes inversiones de capital requeridas y la necesidad de producir para la exportación ha dado por resultado que grandes empresas internacionales sólidamente establecidas ocupen una posición ventajosa en el sector de las células fotovoltaicas, pues cuentan con la necesaria capacidad técnica, financiera, de gestión y de comercialización.

119. El cuadro siguiente proporciona una indicación muy esquemática y general de los tipos de empresas que participan en los adelantos tecnológicos.

Esfera de actividad
de las empresas

Tecnologías

	Tele- comu- nica- ciones	Compu- ta- doras	Micro- electró- nica	Ingeniería genética y Biotecno- logía	Energía solar	Energía obtenida a partir de la biomasa	Petro- química
Computadoras	X	X	X				
Semiconductores		X	X		X		
Telecomunicaciones	X	X	X				
Productos químicos				X		X	X
Productos farma- céuticos				X			
Elaboración de alimentos				X			
Petróleo				X	X	X	X

120. El cuadro muestra que, en términos generales, hay una nueva concentración de tecnologías en cierto tipo de empresas. Las empresas de computadoras, semiconductores y, en cierta medida, las de telecomunicaciones, controlan las esferas de microelectrónica, computadoras y tecnología de la información en general. En los campos de la ingeniería genética y de la biotecnología, han mostrado considerable interés las empresas químicas y farmacéuticas, las de elaboración de alimentos y las petroleras. Estas últimas se han interesado asimismo en las tecnologías de obtención de energía solar y a partir de la biomasa. El resultado neto es la aparición de un nuevo ordenamiento en el mercado internacional de la tecnología. Es preciso señalar que el nuevo desarrollo de la ingeniería genética y la biotecnología puede ser, por regla general, controlado por las empresas transnacionales, que podrían considerar las nuevas tecnologías como una opción a utilizar o no en función de sus estrategias globales. Así, aunque algunas de estas tecnologías podrían tener una importancia particular para los países en desarrollo, es posible que las estrategias de las empresas transnacionales no faciliten a dichos países el acceso a tales tecnologías.

121. En este sentido, podrían hacerse algunas observaciones acerca de la estructura del mercado de la alta tecnología. El costo del desarrollo tiende a ser elevado, las incertidumbres en el período inicial son considerables, la

la producción debe hacerse en gran escala y, por tanto, son grandes los mercados que deben conquistarse. El resultado es que sólo las grandes empresas con suficiente capital y experiencia en las operaciones internacionales están en situación de comercializar las tecnologías, aunque las empresas pequeñas y medianas hayan dado el impulso inicial en materia de innovación. En una conferencia sobre política industrial e innovación, celebrada en el Reino Unido en 1980, se señaló, en el caso de la microelectrónica, que en relación con gran parte de la tecnología de base, la Gran Bretaña tendría que reajustarse no a un sistema competitivo de muchas empresas científicas pequeñas, sino al mundo de mañana en el que habría un nuevo oligopolio internacional basado en la microplaqueta de silicio. ^{46/} Esta observación es válida para los países en desarrollo, lo mismo que para varias de las nuevas tecnologías.

122. A este respecto, los países en desarrollo pueden considerar algunos derroteros de acción. En primer lugar, en la esfera de la nueva tecnología posiblemente tengan que abrirse paso por sí solos en sectores especiales del mercado, donde podrían tratar de lograr ventajas comparativas. En segundo lugar, para tener acceso a la tecnología de base y utilizarla para aplicaciones prácticas peculiares de los países en desarrollo, las empresas de estos países podrían examinar la posibilidad de adquirir acciones en las empresas pequeñas y medianas de tecnología avanzada de los países desarrollados. En tercer lugar, los países en desarrollo tienen que consolidar su capacidad de negociación.

III. NECESIDAD DE ADOPTAR POSICIONES DE POLITICA DEFINIDAS

A. Posiciones de política actuales

123. las crecientes manifestaciones de actividades de innovación tecnológica, especialmente en los países desarrollados, 47/ pueden ejemplificar y hacer más evidente aún la necesidad de adoptar posiciones de políticas definidas, así como el carácter que éstas deberían tener. A los efectos del tema en examen, la posición que han asumido los gobiernos o grupos de gobiernos en materia de políticas, puede clasificarse en tres grandes categorías:

- a) Intentos por enfocar el futuro en el contexto del desarrollo en su conjunto;
- b) Posiciones de política basadas en enfoques institucionalizados o integrados del cambio tecnológico; y
- c) Posiciones de política frente a determinados adelantos.

124. Se han hecho diversos intentos por evaluar las tendencias futuras del desarrollo. En el plano nacional cabe hacer referencia a The Global 2000, informe preparado por encargo del Presidente de los Estados Unidos; 48/ a un estudio sobre el futuro de Quebec; 49/ y a un estudio sobre España en el decenio de 1980. 50/ A nivel de grupo puede citarse como ejemplo el estudio Interfutures de la OCDE. No obstante, todos estos intentos se han caracterizado por el hecho de que la tecnología o bien no se ha tomado en cuenta en absoluto o ha sido considerada como uno de varios factores determinantes del futuro.

125. Se podrían citar numerosos ejemplos de utilización de enfoques integrados de la tecnología en el plano nacional. En Australia, un comité encargado de estudiar el cambio tecnológico en el país presentó un informe al Primer Ministro con objeto de suministrar una base para la formulación de políticas. 52/ En México se ha establecido un sistema nacional de perspectivas tecnológicas destinado a suministrar antecedentes para la formulación de políticas y estrategias nacionales y para la adopción de decisiones en materia de inversiones en proyectos estratégicos de gran envergadura. En la Unión Soviética, dos años antes de cada plan quinquenal se elabora un amplio programa de veinte años en materia de progreso científico y tecnológico. 53/ A nivel de grupo, cabe mencionar el ejemplo del Programa FAST (Previsión y Evaluación en el campo de la Ciencia y la Tecnología) de la Comisión de las Comunidades Europeas.

126. Por lo que se refiere a avances tecnológicos específicos, en particular a la microelectrónica y a la ingeniería genética y la biotecnología, ya se han producido diversas reacciones en la esfera de las políticas.

127. En materia de ingeniería genética y biotecnología varios países desarrollados asignan prioridad a las cuestiones siguientes:

- a) Educación en ciencias básicas y capacitación en aptitudes especializadas específicas;
- b) Fomento de las iniciativas industriales mediante la prestación de apoyo financiero;
- c) Mejoramiento de los canales de comunicación entre las instituciones pertinentes (industria, organizaciones de investigación, universidades y gobiernos);
- d) Apoyo financiero a la investigación;
- e) En el caso del Reino Unido, el establecimiento de una empresa financiada por el Gobierno.

En lo que concierne a los países en desarrollo, cabe indicar que se están estableciendo centros nacionales de biotecnología en el Brasil, la India, México y el Pakistán.

128. Las actitudes que han asumido los países desarrollados respecto de la microelectrónica se caracterizan por la adopción de una o más de las medidas siguientes:

- a) Campañas de toma de conciencia;
- b) Programas concentrados de enseñanza y capacitación;
- c) Apoyo directo a la industria, incluido el apoyo a la fabricación de componentes electrónicos y a la utilización de la microelectrónica en fábricas y oficinas;
- d) Toma de conciencia y capacitación a nivel industrial, estudios de viabilidad y apoyo mediante servicios de consultoría;
- e) Políticas de adquisiciones del Estado;
- f) Apoyo a la investigación y el desarrollo tecnológico mediante subsidios, contratos de investigación y préstamos a bajo tipo de interés; subvenciones, subsidios y transferencias de capital con fines de inversión;
- g) Protección arancelaria y no arancelaria;
- h) Fomento del cambio estructural en los diferentes sectores de la producción, por ejemplo, mediante la fusión de empresas, la creación de nuevas empresas, la nacionalización y la planificación de las esferas de actividad de empresas individuales.

129. Algunos países en desarrollo, como el Brasil, México, la India y Singapur, también han adoptado políticas y programas. Los pasos dados en Singapur están especialmente orientados a fortalecer las capacidades tecnológicas. En el Brasil y México se ha hecho hincapié en los diferentes aspectos de la informática, con inclusión de la adopción de políticas relativas a la adquisición de computadoras por el Gobierno. En la India y el Brasil también se han elaborado planes para desarrollar la microelectrónica, que incluyen el establecimiento

de instituciones, la aplicación de políticas de promoción para la industria, etc. En México se ha elaborado un programa de desarrollo para la fabricación de sistemas de computadoras, de sus módulos principales y equipos auxiliares. Estos ejemplos, aunque se han descrito de manera extremadamente concisa, ponen de manifiesto la necesidad de que un mayor número de países en desarrollo adopte políticas amplias en esta esfera.

130. A nivel de grupo, cabe hacer referencia a las actividades que realiza la Comunidad Económica Europea con objeto de fomentar proyectos de investigación en sectores clave.

B. Hacia un enfoque propio de los países en desarrollo

131. Los países en desarrollo se dan cuenta de que la forma como se aplique la tecnología ejerce una influencia decisiva sobre el proceso de desarrollo. Esta percepción adquiere todavía más importancia, cuando se toman en cuenta los nuevos adelantos tecnológicos. En los esfuerzos que dedican al progreso todos los países en desarrollo, una característica común debería ser el reconocimiento de que es imposible, e incluso peligroso, desatender las cuestiones científicas y tecnológicas en la formulación de una estrategia para el desarrollo. Como se señaló en la Reunión de expertos celebrada en Moscú en diciembre de 1982, un país que valore la autonomía en la elección de los objetivos y en la capacidad para alcanzarlos, necesita imperativamente disponer de un nivel mínimo de capacidad tecnológica en los sectores decisivos y en las esferas que son importantes para la estrategia del desarrollo. 54/

132. La incorporación de los adelantos tecnológicos a las estrategias de desarrollo entraña a la vez medidas defensivas y enfoques positivos. Las medidas defensivas comprenderán la evaluación de las repercusiones socioeconómicas, la cuidadosa selección de las tecnologías y el equipo que deben importarse, el fortalecimiento de la capacidad de negociación para su adquisición. Los enfoques positivos requieren medidas a corto y a largo plazo y esfuerzos imaginativos para promover la innovación tecnológica en un contexto nacional. Tomadas en conjunto, estas respuestas deben considerarse como una estrategia que, en caso necesario, incluirá cambios estructurales en el desarrollo industrial y económico del país. Dada la capacidad de penetración de las nuevas tecnologías, una posición en materia de políticas no puede formularse sobre la base de consideraciones exclusivamente tecnológicas, sino como parte de un conjunto más amplio de directrices estructurales. En ese sentido, la tecnología en general y los adelantos tecnológicos en particular, deben tomarse como

elementos esenciales en la planificación del desarrollo. La aparición de algunos adelantos tecnológicos parecería, en efecto, ofrecer una oportunidad conveniente, si no necesaria, de examinar las estrategias de desarrollo y los medios a utilizar en el futuro para alcanzar las metas de desarrollo.

133. Las técnicas avanzadas no pueden considerarse, sin embargo, como una vía de escape a los problemas del subdesarrollo, ni los países en desarrollo pueden seguir ciegamente respecto de dichas técnicas el sendero abierto por los países industrializados. Debe adoptarse un criterio selectivo y diferenciado, que ha de variar de acuerdo con las condiciones y la dotación de recursos de cada país así como con cada adelanto tecnológico, que puede requerir diferentes tipos de respuesta. Algunos adelantos tecnológicos tales como la microelectrónica, la ingeniería genética y la biotecnología exigen una acción política global, mientras que otros, como los adelantos que se realizan en una diversidad de materiales y de tecnologías conexas, se prestan sólo a una acción limitada. Aunque las medidas de política nacional han sido sugeridas en el capítulo I, al analizar cada adelanto tecnológico, esas respuestas específicas deben integrarse en una estrategia global, dadas sus interacciones y repercusiones conjuntas.

134. Es indispensable que los países en desarrollo sigan de cerca las tendencias tecnológicas, especialmente los nuevos adelantos tecnológicos, y realicen evaluaciones socioeconómicas nacionales de sus posibilidades y repercusiones sobre el desarrollo. Dicha evaluación habrá de ser un importante aporte a la planificación del desarrollo, especialmente del desarrollo industrial, a la formulación de políticas industriales, tecnológicas, comerciales y fiscales y la adopción de decisiones sobre importantes proyectos industriales o de otra naturaleza. Esa información debería también utilizarse para determinar en qué medida pueden usarse las nuevas tecnologías para revitalizar el proceso del desarrollo en sectores críticos.

135. Toda política referida a los adelantos tecnológicos debe necesariamente integrarse a la política tecnológica global del país, al igual que a sus políticas de desarrollo económico e industrial. Las posiciones de política adoptadas deberán reflejarse en los mecanismos institucionales y en la estructura productiva en general. Al considerar este proceso de integración, debe recordarse que los países en desarrollo padecen de deficiencias y limitaciones en relación con la transferencia y el desarrollo de tecnología. Esta circunstancia exige el examen de la situación existente en lo tocante a las capacidades tecnológicas y las reorientaciones de los mecanismos institucionales y de otra

índole para adaptarlos al cambio tecnológico. La reorientación, y a veces la revisión fundamental, de una amplia gama de políticas como las relativas a la educación y la capacitación, puede ser indispensable incluso en lo que respecta a la elevación general del nivel de conocimientos tecnológicos de la población. Los programas de educación y capacitación adaptados a las exigencias de la asimilación de los adelantos tecnológicos, revisten particular importancia para poder aprovechar a la larga las ventajas de estos últimos.

136. En general, las opciones de la alta tecnología tienen que encuadrarse en el conjunto global de las alternativas tecnológicas disponibles, que abarcan desde las tecnologías tradicionales hasta las más avanzadas. Los países en desarrollo tendrán posiblemente que adoptar y utilizar un "pluralismo tecnológico" que resulte óptimo en función de los objetivos, posibilidades y limitaciones de cada país. A este respecto, los adelantos tecnológicos y sus posibilidades de aplicación en los países en desarrollo, guardan relación con el concepto de tecnología apropiada. Dicho concepto, tal como ha sido desarrollado por la Secretaría de la ONUDI al elaborar un programa de acción cooperativo en esta esfera, hace hincapié en que las diferentes tecnologías pueden resultar apropiadas para los países en desarrollo, según los objetivos de desarrollo, la dotación de recursos y las condiciones de aplicación en cada uno de dichos países.^{55/} En consecuencia, pueden resultar apropiadas una amplia gama de tecnologías, desde las modernas hasta las tradicionales. Puesto que la ciencia y la tecnología modernas pueden utilizarse para mejorar las actividades tradicionales, un aspecto general sería cómo aplicar las tecnologías modernas a las actividades industriales tradicionales y/o descentralizadas.^{56/} Tal aplicación podría reportar ventajas, como la eliminación del trabajo humano pesado y monótono, la perspectiva del aumento sustancial de la productividad, la descentralización de la producción y la comercialización y el aumento y la mejora del control de calidad normalizado. Sin embargo, deben tenerse en cuenta los factores costo-eficacia y desplazamientos de la mano de obra.

137. Es de suma importancia tener en cuenta los agentes del cambio tecnológico y de su aplicación, que pueden ser empresas, organismos del gobierno y una amplia gama de profesionales, como los trabajadores en programas de divulgación agrícola, el personal de salud pública, etc. A través de ellos tiene lugar realmente la difusión de los adelantos tecnológicos. La introducción de las nuevas tecnologías deberá regirse, en primer lugar, por consideraciones económicas, combinadas con varios factores tecnológicos y sociales que comprenden, entre otros, la aceptación de nuevos productos y tecnologías por parte de los productores y de los usuarios. Por ejemplo, las empresas que examinen la

posibilidad de introducir nuevas tecnologías deberán preocuparse por las inversiones necesarias, la conveniencia de reemplazar los equipos aún utilizables, y las cuestiones referentes a costos, competitividad y ventajas técnicas.

Similares consideraciones pueden aplicarse a los usuarios. Para éstos, la aplicación de las nuevas tecnologías deberá dar por resultado productos mejores que los existentes, en cuanto a eficacia y costo, y que sean apropiados para el medio en el que se utilizarán.

138. En general, el medio económico, el contexto social y educacional, el apoyo del gobierno y de la administración, serán factores que determinarán el ritmo de la introducción de nuevas tecnologías. En el marco de dichas consideraciones generales, deben analizarse a fondo los elementos específicos de cada adelanto tecnológico. Por ejemplo, la sustitución del equipo existente, que es a menudo una consideración importante, no se planteará al establecer nuevas industrias. Para los procesos biotecnológicos, los equipos de fermentación existentes pueden seguir siendo útiles. Varias de las nuevas tecnologías pueden requerir su adaptación a las condiciones locales. Las aplicaciones de la microelectrónica y de la biotecnología en un país dado, exigen en general un alto grado de adaptación a las condiciones locales y una estrecha interacción con los usuarios.

139. Las políticas gubernamentales pueden acelerar o retardar el ritmo de introducción de las nuevas tecnologías, mediante incentivos oportunos o restricciones. En cuanto a las empresas y a los servicios públicos, el gobierno puede tener que tomar una decisión de naturaleza política sobre la introducción de nuevas tecnologías. Las políticas relacionadas con el sector público y con las adquisiciones públicas son también importantes. El crecimiento de las empresas innovadoras, y de las innovaciones en general, debe ser fomentado en un contexto socioeconómico. Los gobiernos de los países en desarrollo deben prestar atención al proceso de introducción de los adelantos tecnológicos, puesto que, en última instancia, las posibilidades que ofrecen esos adelantos sólo pueden concretarse si su utilización pasa a formar parte de la estructura tecnológica y productiva de dichos países. Puesto que ya se ha advertido que algunos adelantos tecnológicos repercutirán forzosamente en una amplia gama de actividades industriales y económicas, habrá que examinar en un amplio frente las condiciones en que se introducen las innovaciones. Esto será especialmente importante para que se hagan efectivos los beneficios de los adelantos tecnológicos mediante aplicaciones adaptadas específicamente a los países en desarrollo.

140. La cuestión de los recursos financieros podría examinarse en tres partes: i) las inversiones requeridas para crear nuevas empresas o para adquirir nuevo equipo y para organizar la capacitación en las empresas existentes; ii) las inversiones sociales e infraestructurales necesarias, como las inversiones en educación y capacitación y iii) los gastos para actividades de apoyo en investigación y desarrollo tecnológico y para proporcionar incentivos o subsidios oficiales. Los recursos para las actividades indicadas en las partes ii) y iii) se sufragarán casi en su totalidad con cargo al capital y los recursos presupuestarios gubernamentales. Sin embargo, tales gastos no necesariamente representarán todos erogaciones adicionales, puesto que los gobiernos tendrán en todo caso que reexaminar las prioridades existentes en el contexto de la utilización de los adelantos tecnológicos. En lo que se refiere a la parte i), las inversiones tienen que provenir de las propias empresas, incluidas las de servicios públicos, que tendrán que competir por los recursos comunes para inversiones, pero aprovechando cualquier modificación de las prioridades que pueda decidir el gobierno basándose en consideraciones de política. Se ha señalado que las necesidades de inversión para la introducción de los adelantos tecnológicos no son necesariamente elevadas; cuando lo son, los países en desarrollo tienen que adoptar criterios de política, como lo hacen cuando deben enfrentarse, en otras esferas, a tecnologías de gran densidad de capital. En general, la cuestión de los recursos financieros debería ser considerada como parte de la cuestión más amplia de los recursos necesarios para el desarrollo y no como una restricción inherente a la introducción de nuevas tecnologías.

141. Los adelantos tecnológicos, al mismo tiempo que ofrecen nuevas posibilidades, también imponen responsabilidades adicionales a los países en desarrollo, en lo que se refiere a formular y aplicar nuevos enfoques y a evitar en el proceso del desarrollo tecnológico y de transferencia de tecnología los mismos escollos con que debieron enfrentarse en el pasado.

IV. OBSERVACIONES FINALES

142. En la Reunión de Expertos celebrada en Moscú en diciembre de 1982 se formularon a los países en desarrollo una serie de recomendaciones, tanto de naturaleza política general como concretamente relacionadas con algunos adelantos tecnológicos particulares. Las recomendaciones abarcaban medidas a nivel nacional y a nivel internacional, así como orientaciones para la labor ulterior de la ONUDI. El Foro quizá desee examinar y apoyar dichas recomendaciones. Las siguientes observaciones se hacen con el objeto de ayudar a formular recomendaciones adicionales y a destacar algunas de las principales vías de acción posibles.

143. Es evidente que los adelantos tecnológicos que se están produciendo añadirán dimensiones sustancialmente nuevas al enfoque y las aspiraciones de los países en desarrollo en lo que respecta al desarrollo y la transferencia de tecnología y al propio concepto de dependencia tecnológica. También puede necesitarse un nuevo enfoque de los recursos humanos. Aparentemente, está surgiendo un nuevo tipo de capacidad tecnológica basada en el sinergismo de las tecnologías industriales y de la información. Por esta razón, es importante que los países en desarrollo tengan presente que sus políticas industriales y tecnológicas para el decenio de 1980 y para más adelante tendrán que concebirse y ejecutarse en el nuevo contexto de los adelantos tecnológicos emergentes. La formulación de tales políticas tiene que considerarse como una actividad estratégica y debe recibir la atención urgente que requiere.

144. De las observaciones anteriores se deduce que la observación de las tendencias tecnológicas y las evaluaciones socioeconómicas de sus consecuencias deben convertirse en componentes esenciales de la formulación de políticas y la adopción de decisiones en los países en desarrollo. Aunque las evaluaciones socioeconómicas deben hacerse en último término a nivel nacional, las actividades de observación de la evolución de la tecnología y las evaluaciones generales se prestarían a una acción colectiva de los países en desarrollo. Quizás esos países tengan también que estudiar a altos niveles políticos las respuestas colectivas a los nuevos adelantos tecnológicos.

145. La selección y adquisición de tecnología cobra mayor importancia en el contexto de los adelantos tecnológicos y la reestructuración de los mercados

internacionales de tecnología. La capacidad de los países en desarrollo en esta esfera deberá fortalecerse. A menos que se adopten medidas inmediatas a corto plazo con ese fin, podrían producirse desequilibrios básicos que a la larga resultarían difíciles de corregir. En este caso podría requerirse igualmente la acción colectiva y el intercambio de experiencia a través de, por ejemplo, los mecanismos del Sistema de Intercambio de Información Tecnológica de la ONUDI (SIIT).

146. El aprovechamiento de los adelantos tecnológicos para aplicaciones peculiares de los países en desarrollo será la esfera de acción que planteará un mayor desafío y, al mismo tiempo, ofrecerá más estímulos a los países en desarrollo. La atención que presten a este aspecto determinará a la larga si se beneficiarán o no de los adelantos tecnológicos. Cabe recordar la importancia que se asignó a este aspecto en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Se necesitan enfoques innovadores tanto a nivel nacional como a nivel colectivo. A este respecto, deben determinarse algunas esferas impulsoras a fin de obtener el mayor efecto. Quizá deban concebirse nuevos mecanismos de cooperación internacional, especialmente para la microelectrónica, la ingeniería genética y la biotecnología.

147. En el caso de la microelectrónica, por ejemplo, esas esferas impulsoras serán la capacidad para el diseño y el desarrollo técnico de microprocesadores y el aumento de la capacidad de elaboración de dotación lógica. Ambos aspectos se prestan a la cooperación internacional. En estas esferas podría prepararse un programa concreto de cooperación entre países en desarrollo. Al respecto, cabe recordar que la Reunión de Expertos ONUDI/CEPAL sobre las Consecuencias para América Latina de los Adelantos de la Microelectrónica recomendó un Programa Latinoamericano de Cooperación en Microelectrónica^{57/}, que las Secretarías de la ONUDI y la CEPAL están elaborando.

148. Sin embargo, se plantea el problema fundamental de cómo crear a nivel nacional capacidades básicas para el diseño y el desarrollo técnico de circuitos integrados. Este problema puede abordarse eficazmente mediante la promoción del establecimiento de centros de diseño y desarrollo técnico de microprocesadores a nivel nacional. Para ayudar a los países a establecer dichos centros y promover el desarrollo de aplicaciones especiales, la Secretaría de la ONUDI está preparando un plan para poner en marcha un mecanismo internacional

coherente que proporcione un conjunto de servicios tendientes a permitir la creación de la infraestructura humana e institucional en los países en desarrollo.

149. En el caso de la ingeniería genética y la biotecnología, la cuestión de la creación de la capacidad tecnológica básica se obviará mediante el Centro Internacional de Ingeniería Genética y Biotecnología (CIIGB) propuesto, cuyo establecimiento ya ha sido convenido por los países interesados. Una medida complementaria para adoptar a nivel nacional sería la formulación de una política de recursos biológicos. Para varios países en desarrollo es importante contar con una estrategia de industrialización basada en los recursos biológicos, especialmente, cuando la explotación descentralizada de los recursos nacionales ha cobrado mayor importancia a causa de la limitación de las divisas disponibles. La Secretaría está trabajando en la concepción de esa estrategia basada en los recursos biológicos.

150. Los estudios de la ONUDI han revelado que en varios países en desarrollo se están haciendo investigaciones y progresos en lo que respecta a la energía obtenida a partir de la biomasa y las células solares fotovoltaicas. Esos esfuerzos deben aunarse en forma eficaz, prestando la debida atención a la comercialización y a la capacidad de diseño y fabricación de sistemas.

151. Los países en desarrollo tropiezan con muchas limitaciones en su desarrollo económico e industrial y tienen a corto plazo múltiples problemas urgentes que deben abordar. Aunque esta situación no se modificará, en vista especialmente de la actual situación económica internacional, la atención que se preste a los problemas básicos de la capacidad industrial y tecnológica determinará el ritmo y la orientación de su desarrollo a largo plazo.

NOTAS

- 1/ En el Apéndice al Aide-Mémoire para el Foro figura una bibliografía de documentos publicados por la ONUDI.
- 2/ Informe de la Reunión de Expertos Preparatoria del Foro Internacional sobre Adelantos Tecnológicos y Desarrollo, ID/WG.384/16.
- 3/ "Reports of Working Groups", Reunión de Expertos Preparatoria del Foro Internacional sobre Adelantos Tecnológicos y Desarrollo, ID/WG.384/14, pág. 10.
- 4/ En el presente informe, la ingeniería genética se refiere a la tecnología del ADN recombinante que supone el aislamiento de un gene específico, su inserción en un portador biológico autoduplicante y su introducción en microorganismos para obtener numerosas duplicaciones del gene y productos de proteínas codificadas, por genes.
- 5/ Biotechnology: Report of a Joint Working Party, Her Majesty's Stationery Office, Reino Unido, pág. 7.
- 6/ Véase Impacts of Applied Genetics, Office of Technology Assessment, Estados Unidos de América, Apéndice I-B.
- 7/ "The potential impact of microbiology on developing countries", por Carl-Göran Hedén, UNIDO/IS.261, pág. 66.
- 8/ Véase, Establecimiento de un Centro Internacional de Ingeniería Genética y Biotecnología: Informe de un Grupo de Expertos (UNIDO/IS.254); e Informe de la Reunión de Alto Nivel sobre la la Creación del Centro Internacional de Ingeniería Genética y Biotecnología (ID/WG.382/7).
- 9/ Report on Exchange of views with experts on the Implications of Advances in Genetic Engineering for Developing Countries, UNIDO/IS.259, pag. 24.
- 10/ Microelectrónica: Sus impactos e implicaciones de política, por J.F. Rada, ID/WG.372/5
- 11/ Ibíd., págs. 12-26.
- 12/ En un sistema de producción en grupos basada en la tecnología se organizan las instalaciones de producción en grupos autónomos y autorreguladores, cada uno de los cuales se hace cargo de la fabricación completa de un sistema de componentes de configuraciones y características de manufactura similares.
- 13/ Informe sobre el intercambio de opiniones con expertos sobre las consecuencias de los adelantos tecnológicos en microelectrónica, para los países en desarrollo, UNIDO/IS.242/Rev.1

- 14/ Perspectivas de la aplicación de la microelectrónica en el desarrollo tecnológico de procesos y productos en los países en desarrollo, por Michael Radnor, ID/WG.372/1.
- 15/ Informe de la Reunión de Expertos ONUDI/CEPAL sobre las repercusiones de la Microelectrónica en la región de la CEPAL, ID/WG.372/17
- 16/ En 1975, los bienes de capital y los productos de consumo duraderos representaron el 20%, o más, del total de exportaciones en la Argentina, el Brasil, Hong Kong, Malasia, la República de Corea y Singapur. Véase Cuadro IV. 12, ONUDI, "La Industrial Mundial desde 1980: Progresos y Perspectivas" (Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta S.79.II.B.3)
- 17/ ID/WG.372/17, pag.
- 18/ Véase, Microelectronics and Society: A report to the Club of Rome, (Eds. Gunter Friedrichs y Adam Schaff), Pergamon Press, 1982.
- 19/ ID/WG.372/17
- 20/ ID/WG.372/17
- 21/ Véase, "Licensing Computer Software", ID/WG.383/3.
- 22/ "Changing patterns of material use", por W.E. Duckworth en Materials in Engineering Applications, Vol.1, sept. 1979, págs. 267-279.
- 23/ Para algunos de los adelantos recientes, véase, "Implications of New Materials and Technology for Developing Countries": A Preliminary Approach", ID/WG.384.1, págs. 4-6. Los materiales examinados en ese documento fueron escogidos para un examen detenido por la Reunión de Expertos Preparatoria celebrada en Moscú, véase ID/WG.384/14 e ID/WG.384/16.
- 24/ Some Significant Advances in Materials Technology, por Edward Epreman, ID/WG.384/10, págs. 2-6.
- 25/ New Materials, New Technology, por N.S. Enikolopov y S.A. Volfson, ID/WG.384/11.
- 26/ Para una relación detallada, véase "Emerging Petrochemicals Technology: Implications for Developing Countries", por V.R.S. Arni, UNIDO/IS.350. Véase asimismo "Emerging Petrochemical Technologies and Options for Developing Countries", por V.R.S. Arni, ID/WG.389/2.
- 27/ Véase, "Implications of Biomass Energy Technology for Developing Countries", ID/WG.384/6/Rev.1.
- 28/ Para la preparación de un directorio de institutos de investigación que trabajan en la transformación industrial de la biomasa.

- 29/ "Emerging Photovoltaics Technologies: Implications for Developing Countries", ID/WG.384/2, págs. 1-4.
- 30/ "Information Technology and Society", por Klaus Lenk, en Microelectronics and Society, op. cit., págs. 273-310.
- 31/ UNIDO/IS.259, pag. 9.
- 32/ Impacts of Applied Genetics, op. cit., págs. 137-164.
- 33/ Véase Genetic Engineering and Biotechnology Monitor, ONUDI, N° 3, págs. 17-18 y "Microbiología de hidrocarburos, con especial referencia a la recuperación terciaria de los pozos", por Amanda Chakrabarty, ID/WG.382/2/Add.3.
- 34/ La ONUDI, en cooperación con la Science Policy Research Unit de la Universidad de Sussex, Reino Unido, ha encargado un estudio sobre este tema.
- 35/ Véase "Application of Biotechnology and Genetic Engineering to African Fermented Food Processes", por Keith H. Steinkraus, UNIDO/IS.336.
- 36/ Véase contribución de la Secretaría de la ONUDI a la Conferencia UNISPACE, "Potential Applications of Space-related Technologies to Developing Countries", por Mir Akbar Ali, A/CONF.101/BP/IGO/13.
- 37/ La Secretaría de la ONUDI ha encargado a Keith H. Steinkraus un breve estudio sobre la producción de edulcorantes naturales en Africa.
- 38/ Véase "Primer estudio a escala mundial sobre la industria de elaboración de alimentos", Primera Consulta sobre la Industria de Elaboración de Alimentos, La Haya (Países Bajos), 9-13 noviembre 1981, ID/WG.341/3/Rev.1.
- 39/ Véase "The Leather and Leather Products Industry up to 1985", UNIDO/ICIS.134.
- 40/ Véase "Impacts of Applied Genetics", op. cit., págs. 85-103.
- 41/ Véase "Second World-wide Study on the Fertilizer Industry: 1975-2000", UNIDO/ICIS.81.
- 42/ "Implications of New Materials and Technology for Developing Countries", ID/WG.384/1, págs. 5-6.
- 43/ Véase "1990 Scenarios for the Iron and Steel Industry: Addendum. 'the Dossiers'", ID/WG.374/2/Add.1.
- 44/ Véase "Consecuencias de la microelectrónica para los países en desarrollo: sinopsis preliminar de temas de discusión", UNIDO/IS.246/Rev.1

- 45/ Genetic Engineering and Biotechnology Monitor, N^o 2, pág. 8.
- 46/ Industrial Policy and Innovation; ed. Charles Carter (Heinemann, London), pag. 231.
- 47/ Para mayores detalles, véase "Policy to Technological Advances: Some Illustrative Cases", ID/WG.384/3/Rev.1.
- 48/ The Global 2000. Informe presentado al Presidente de los Estados Unidos de América (Pergamon Press, Nueva York, 1980).
- 49/ Le future du Québec au conditionnel (Gaetan Morin Editeur, 1982).
- 50/ Véase "Futures Research and Policy Formulation: The Spanish Experience", por Félix Alvarez de Miranda y Emilio Fontela, in Futures, Diciembre 1980.
- 51/ Facing the future: Mastering the Probable and Managing the Unpredictable (OFCD, 1979).
- 52/ Technological change in Australia, 4 vols. (Imprenta oficial de Australia, Canberra, 1980).
- 53/ "Methodological Problems of a Comprehensive Programme of Scientific and Technological Progress in the Soviet Union: A Preliminary Note", por el Académico J.M. Gvishiani, ID/WG.384/15, pag. 3.
- 54/ ID/WG.384/16, pág. 17.
- 55/ Véanse los documentos relativos al Foro Internacional sobre Tecnología Industrial Apropriada y, en particular, "Conceptual and Policy Framework for Appropriate Industrial Technology", ONUDI, Monografías sobre tecnología industrial apropiada, N^o 1, ID/232/1.
- 56/ Véase también a este respecto el informe del grupo especial de expertos del Comité Asesor sobre Ciencia y Tecnología para el Desarrollo sobre aplicación integrada de tecnologías nuevas y tradicionales para el desarrollo (A/CN.11/AC.1/III/2).
- 57/ ID/WG.372/17, págs. 6-7.

ANEXO

CUADRO I

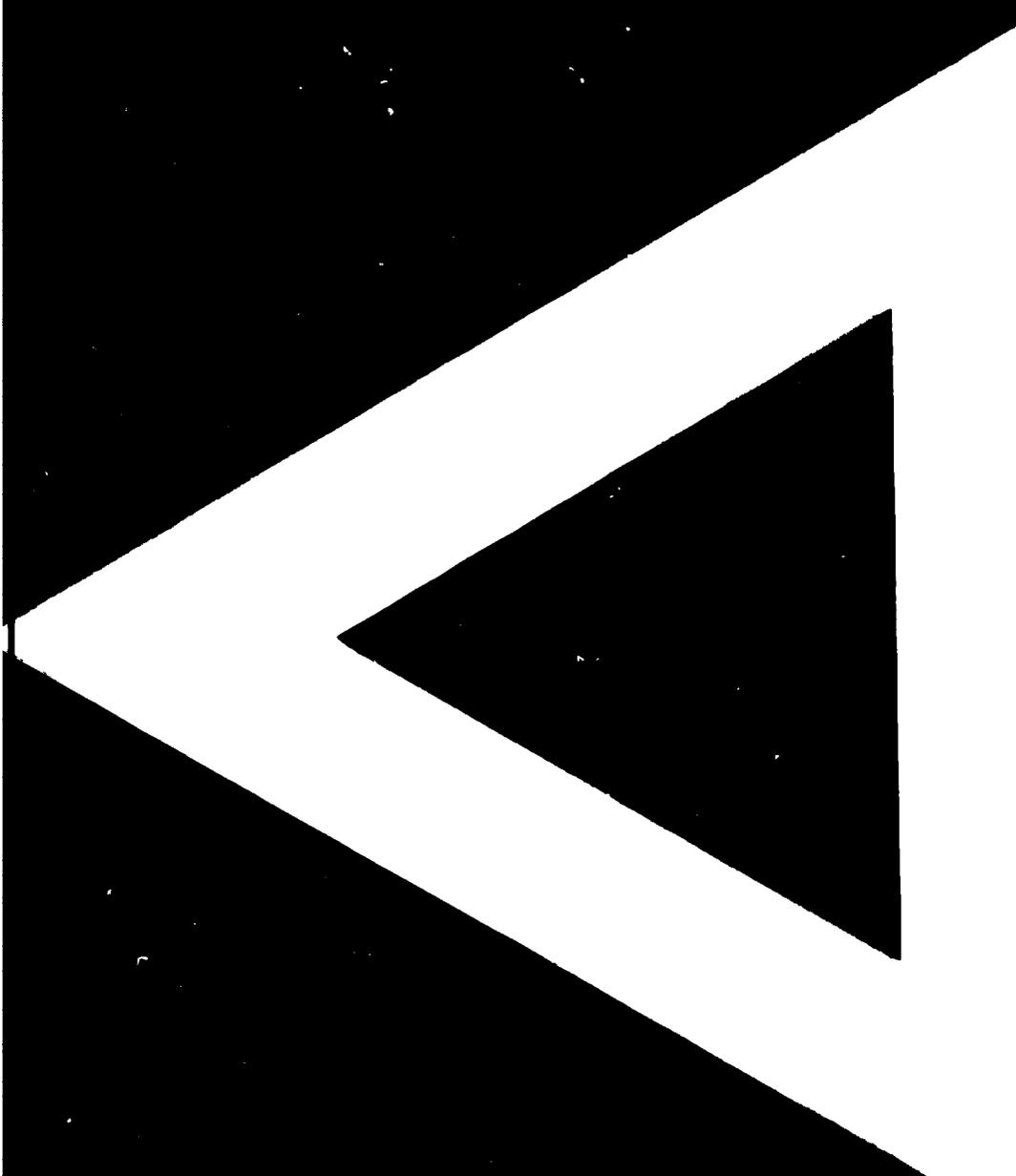
Estructura de la Producción Manufacturera de los Países en Desarrollo (Precios de 1975)

Principales divisiones y agrupaciones industriales	CIIU	(Porcentajes)		
		1963	1973	1979
Productos alimenticios, bebidas y tabaco	31	24,2	18,8	18,7
Productos alimenticios	311	17,7	13,7	13,1
Bebidas	313	3,1	2,7	3,3
Tabaco	314	3,4	2,4	2,3
Textiles	321	13,4	10,1	8,8
Prendas de vestir, cuero y calzado	322-324	5,5	3,9	3,6
Prendas de vestir	322	3,4	2,5	2,3
Cuero y artículos de piel	323	0,8	0,5	0,5
Calzado	324	1,3	0,9	0,8
Artículos de madera y muebles	33	3,9	3,2	2,9
Artículos de madera y corcho	331	2,5	2,1	2,0
Muebles y accesorios, excepto los metálicos	332	1,3	1,1	0,9
Papel, imprentas y editoriales	34	5,1	4,8	4,2
Papel	341	2,3	2,4	2,3
Imprentas y editoriales	342	2,8	2,4	1,9
Productos químicos, derivados del petróleo y plásticos	35	20,6	24,0	23,2
Productos químicos industriales	351	2,4	3,9	4,2
Otros productos químicos	352	4,8	5,9	6,5
Refinerías de petróleo	353	10,7	10,5	8,9
Productos diversos derivados del petróleo y el carbón	354	0,3	0,5	0,5
Productos de caucho	355	1,6	1,9	1,9
Productos de plástico	356	0,8	1,4	1,3
Productos minerales no metálicos	36	4,4	5,0	5,6
Cerámica, loza y artículos de alfarería	361	0,7	0,7	0,7
Vidrio	362	0,7	1,0	1,0
Otros productos minerales no metálicos	369	3,0	3,4	3,9
Industrias básicas del metal	37	6,1	6,8	7,6
Hierro y acero	371	4,3	4,9	5,6
Metales no ferrosos	372	1,8	1,9	2,0
Productos de metal, maquinaria y equipo	38	15,0	22,0	24,0
Productos de metal, excepto la maquinaria	381	4,0	4,5	5,0
Maquinaria no eléctrica	382	2,7	5,4	5,4
Maquinaria eléctrica	383	2,9	4,4	6,0

CUADRO I (Cont.)

Principales divisiones y agrupaciones industriales	CIIU	(Porcentajes)		
		1963	1973	1979
Equipo de transporte	384	5,0	7,2	7,2
Equipo profesional y científico, artículos fotográficos y de óptica	385	0,3	0,4	0,4
Otros artículos manufacturados	390	1,8	1,4	1,3

Fuente: Base de datos de la ONUDI y datos suministrados por la Oficina de Estadística de las Naciones Unidas.



—

==

—

—

—

—

—

—

—