



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



15016-S



Distr. LIMITADA

ID/WG.448/1
18 septiembre 1985

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial

ESPAÑOL
Original: INGLÉS

Tercera Consulta sobre la Industria Petroquímica
Viena (Austria), 2 a 6 de diciembre de 1985

TEMA N° 3

LA INVESTIGACION Y EL DESARROLLO EN LA INDUSTRIA
PETROQUIMICA DE LOS PAISES EN DESARROLLO

Documento de debate*

Preparado por la
Secretaría de la ONUDI

135

* El presente documento es traducción de un texto que no ha pasado por los servicios de edición de la Secretaría de la ONUDI.

V.85-31013 0974p

INDICE

| | <u>Página</u> |
|--|---------------|
| I. ANTECEDENTES | 3 |
| II. INTRODUCCION | 4 |
| III. ORGANIZACION DE LA INVESTIGACION Y EL DESARROLLO | 6 |
| IV. ESTRUCTURA DE LA PROPIEDAD Y PAUTAS DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGIA PETROQUIMICA | 8 |
| V. REORIENTACION DE LAS ESTRATEGIAS DE INVESTIGACION Y DESARROLLO DE LAS EMPRESAS EN LA INDUSTRIA QUIMICA | 10 |
| VI. IMPORTANCIA DE LA AUTONOMIA TECNOLOGICA DEL TERCER MUNDO EN EL SECTOR DE LA PETROQUIMICA | 12 |
| VII. LAS TECNOLOGIAS PETROQUIMICAS UTILIZADAS EN LOS PAISES EN DESARROLLO Y SUS INCONVENIENTES | 14 |
| VIII. OPCIONES DE I Y D EN EL SECTOR PETROQUIMICO DE LOS PAISES EN DESARROLLO | 17 |
| IX. LAS CUESTIONES EN JUEGO | 20 |

I. ANTECEDENTES

1. Si bien la investigación y el desarrollo (I y D) se han discutido en diversos contextos junto con otras cuestiones, no se han considerado como tema aparte en las Consultas anteriores sobre la industria petroquímica. Entre otras cosas, se han mencionado dentro del marco de los acuerdos a largo plazo concertados en la industria petroquímica 1/ al tratar del acceso a la tecnología y a sus perfeccionamientos.

2. El seminario conjunto OPEP/ONUUDI/Fondo de la OPEP sobre cooperación entre los países en desarrollo en las industrias petroquímicas, celebrado en marzo de 1983, recomendó que la ONUUDI promoviese activamente la cooperación entre los centros de I y D de los países en desarrollo facilitando sus contactos e intercambios de experiencia. También estimó que los acuerdos viables de cooperación podrían basarse, entre otras cosas, en la adquisición de conocimientos técnicos sobre una base regional para proyectar y construir plantas petroquímicas que de otro modo no se obtendrían a causa de los costos prohibitivos. En una segunda fase, el objetivo consistiría en alcanzar una capacidad de I y D para promover la tecnología autónoma 2/.

3. En la primera reunión del grupo asesor en industria petroquímica, celebrada en octubre de 1983, se consideró brevemente la investigación y el desarrollo de la industria petroquímica, y se llegó a la conclusión de que esta esfera representa para la mayoría de los países en desarrollo un territorio esencialmente inexplorado. Se lamentó asimismo que la I y D empresarial correspondiente a la tecnología adquirida, incluso los servicios postventa, fueran a menudo objeto de cláusulas que imponían el secreto como parte de los acuerdos de transferencia 3/.

4. En las reuniones segunda y tercera del grupo asesor en industria petroquímica, celebradas en septiembre de 1984 y en junio de 1985 respectivamente, se volvió a examinar esta cuestión en líneas generales. En ellas se expresó preocupación por la insuficiencia de la capacidad de investigación aplicada y desarrollo en los países antes mencionados, sin lo cual no se podría alcanzar la viabilidad operacional a largo plazo de las industrias petroquímicas de tales países 4/.

5. En la reunión sobre cooperación entre los países en desarrollo del Oriente Medio y la región norteafricana en industria petroquímica, celebrada en Aliaga (Turquía) en octubre de 1984, también se discutieron las actividades de I y D en algunos de los países respectivos. Entre otras cosas, se recomendó que se celebrara una reunión especial sobre I y D en la industria petroquímica 5/.

1/ ID/WG.336/7/Rev.1, párrs. 40 y 43.

2/ Informe del seminario OPEP/ONUUDI/Fondo de la OPEP sobre cooperación entre países en desarrollo en la industria petroquímica.

3/ ONUDI/PC.82.

4/ Informes sobre la segunda y la tercera reuniones del grupo asesor en industria petroquímica.

5/ Informe de la reunión sobre cooperación entre los países en desarrollo del Oriente Medio y la región norteafricana en la industria petroquímica, Aliaga (Turquía), octubre de 1984.

II. INTRODUCCION

6. El valor del consumo mundial de productos químicos se aproximará a los 900.000 millones de dólares EE.UU. en 1985, de cuya cantidad más de la mitad corresponderá a los productos petroquímicos ^{6/}. El rendimiento del sector petroquímico ha superado invariablemente la tasa global de producción de la mayoría de las economías nacionales. Por ejemplo, el crecimiento de la industria en 1984, que alcanzó la cifra sin precedentes del 9% aproximadamente, y la expansión continua en el año actual, que sería del orden del 4% al 5%, contrastan marcadamente con el rendimiento considerablemente menor que ha caracterizado a la economía en general durante el mismo período.

7. Más significativo aún es el hecho de que este logro tenga como trasfondo fuerzas poderosas que han sido perjudiciales para el ambiente operacional de la industria durante el decenio precedente, a saber:

- 1) la sextuplicación de los costos de la energía y las materias primas para la fabricación de productos químicos;
- 2) los gastos de control de la contaminación considerablemente más elevados resultantes de la legislación relativa al medio ambiente, que en el caso de los Estados Unidos, por ejemplo, han duplicado los costos reales;
- 3) la cuasi saturación de los sectores dominantes del mercado de productos químicos a granel y el estancamiento de la demanda de productos químicos básicos para usos finales;
- 4) la maduración de las principales tecnologías de elaboración.

8. En general se reconoce que el factor esencial que explica la resistencia y adaptabilidad notables de la industria petroquímica a las nuevas circunstancias es la tecnología, y la investigación y desarrollo, que son su requisito. En el cuadro 1 figuran los gastos en I y D de las industrias químicas de los Estados Unidos de América y la República Federal de Alemania, en relación con los desembolsos totales de capital.

Cuadro 1

Gastos en miles de millones de dólares EE.UU. (a precios corrientes)

| | 1975 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985* |
|--------------------------------------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Estados Unidos de América | | | | | | | |
| Gastos en I y D | 1,1 | 2,0 | 2,3 | 2,6 | 2,8 | 3,1 | 3,4 |
| Gastos de capital | 5,0 | 7,2 | 7,3 | 6,4 | 5,1 | 5,4 | 6,1 |
| I y D/capital (%) | 22 | 28 | 32 | 41 | 55 | 57 | 56 |
| República Federal de Alemania | | | | | | | |
| Gastos en I y D | 0,6 | 1,6 | 1,75 | 1,9 | 2,0 | 2,2 | n.d. |
| Gastos de capital | 1,8 | 2,2 | 2,35 | 2,3 | 2,3 | 2,3 | n.d. |
| I y D/capital (%) | 33 | 73 | 74 | 83 | 87 | 98 | n.d. |

* previstos

Fuente: Chemical Week, junio de 1985.
Chemical and Engineering News, junio de 1985.

^{6/} Chemical Economy and Engineering Review, diciembre de 1984.

9. Los cuantiosos gastos en I y D de los últimos años empiezan a dar progresivamente sus frutos. Los adelantos tecnológicos resultantes han generado ya un nuevo vigor y restablecido la rentabilidad de la industria petroquímica al posibilitar:

- 1) Un estrecho control de los costos, especialmente mediante el ahorro de energía;
- 2) La innovación en materia de productos y procesos tradicionales;
- 3) El desarrollo de nuevas aplicaciones para los productos;
- 4) El aumento de la eficiencia en la producción y de la productividad.

10. El paso de los productos petroquímicos primarios de alto volumen -como el etileno, el propileno, las sustancias aromáticas y sus primeros derivados- a productos especializados y funcionales de mayor valor agregado es la manifestación directa del provecho que entraña la ventaja tecnológica de los productores que basan sus actividades en la investigación.

11. En pocas palabras, la actual transición tecnológica se caracteriza esencialmente por el progreso logrado en dos sentidos, al acrecentar la capacidad de un determinado proceso en lo que hace a la gama de productos técnicos, por un lado, y al potencial de abastecimiento de productos de diversas calidades, por el otro.

12. Lo interesante es que el paso a las altas tecnologías, con la fragmentación y la especialización consiguientes, ha ocasionado también un replanteamiento de la estrategia de muchas empresas, que han pasado de la manufactura pura y simple a una creciente dedicación a la prestación de servicios. Este hecho tiene su origen en el concepto de "producto cabal", en cuya virtud componentes de mayor valor agregado basados en el potencial de I y D aumentan la manufactura básica destinada a prestar al cliente servicios de definición amplia. Consecuencia inevitable de la investigación que actualmente se lleva a cabo para acrecentar la comercialización de tecnología, es que el tradicional predominio de las miras nacionales o regionales está perdiendo terreno en favor de una planificación estratégica dentro de un marco más universal. Sea como fuere, este proceso de integración geográfica ya está en marcha al influjo de la búsqueda simultánea de materias primas a precios ventajosos y de mercados inmaduros y en expansión.

III. ORGANIZACION DE LA INVESTIGACION Y EL DESARROLLO

13. Las actividades de I y D pueden clasificarse en las cuatro categorías siguientes:

- 1) Investigación básica;
- 2) Know-how de procesos;
- 3) Know-how de productos;
- 4) Perfeccionamiento técnico.

14. La investigación que se aplica al equipo y otras instalaciones, o al logro de perfeccionamientos una vez desplegada la tecnología, suele denominarse genéricamente investigación aplicada. La investigación y el desarrollo incluyen muchos elementos, sobre todo cuando se consideran aspectos específicos. Por las razones que hemos indicado, la Secretaría de la ONUDI ha procurado exponer la cuestión en forma general y con arreglo a una definición amplia, en que tengan cabida todos los esfuerzos que puedan desplegarse en esta materia, cualquiera sea la forma que adopten, en vez de aceptar conceptos y formulaciones de definición restringida.

15. La investigación básica, también llamada pura o fundamental, estudia principalmente la naturaleza de los productos químicos y su reactividad, las propiedades de los elementos, los procesos químicos y los compuestos híbridos que pueden obtenerse. Esta investigación se realiza por lo general en universidades e institutos técnicos, o en laboratorios de investigación especializada. Por otra parte, las grandes compañías químicas o petroleras pueden mantener instalaciones propias.

16. Muchas compañías no estiman conveniente dedicar recursos a la investigación pura, debido a que los beneficios obtenidos sobre el capital invertido son poco seguros o escasos. Por lo común las empresas químicas dedican a la investigación básica una parte relativamente pequeña de los fondos globales asignados a I y D, y a menudo patrocinan a las instituciones académicas y de investigación y cooperan con ellas. Sin embargo, recientemente se ha visto que en muchos casos las tecnologías utilizadas son anticuadas, consumen demasiada energía, contaminan el ambiente y no tienen suficientemente en cuenta la calidad. Hay un hecho importante, y es que todo lo que se ha venido considerando inmutable e inevitable en las tecnologías tradicionales es ahora objeto de minucioso escrutinio y perfeccionamiento, incluso cuando se trata de equipo, servicios públicos, catalizadores, reacciones convencionales, materiales, etc. Esta evolución ha dado por resultado nuevos procesos, productos y tecnologías. De hecho, dada la competencia mundial por los mercados de la industria petroquímica, ha llegado a ser necesario crear una modalidad competitiva de I y D dentro de la investigación básica, a fin de prestar apoyo a otras funciones de I y D.

17. La investigación y el desarrollo de procesos constituye una de las actividades importantes de I y D de las compañías químicas que concentran sus esfuerzos en la concepción de nuevos y mejores procesos para reducir considerablemente los costos y mejorar la calidad de los productos. Buen ejemplo de ello son los procesos UNIPOL para la obtención de polietileno y polipropileno basados en la tecnología de lecho fluidificado.

18. En muchas aplicaciones de producto final el proceso en sí no desempeña necesariamente el papel más importante, y la competitividad depende más bien de factores tales como la formulación de los productos y de sistemas de productos basados en una tecnología determinada o en una composición dada en materias primas.

El objetivo es elaborar un sistema único que incorpore tecnologías novedosas que se traduzcan en calidad y respondan a exigencias muy específicas del consumidor. Buen ejemplo de tal sistema de productos es la creación de grandes tubos de polietileno de alta densidad que se fabrican por extrusión a partir de polietileno de alta densidad, que puede obtenerse fácilmente de fuentes diversas. El sistema no sólo se aplica a los tubos, sino también a los accesorios, la tecnología de soldadura, etc. Las compañías que utilizan esta clase de I y D suelen ser de mediana o pequeña envergadura. Por consiguiente, necesitan el respaldo de instituciones de I y D especializadas, oficinas gubernamentales, etc.

19. Los perfeccionamientos técnicos se utilizan ampliamente en las industrias de elaboración como elementos comunes para mejorar un proceso, hacerlo más seguro, controlar las emisiones, reducir los costos, mejorar los sistemas de catalizadores, las instalaciones de separación, etc. En el esfuerzo que se despliega para que un producto mantenga su competitividad en el mercado intervienen todas las instalaciones físicas y los sistemas de servicios accesorios. Este campo, que era tradicionalmente estable y tranquilo, ha cobrado dinamismo a partir de la década de 1970. Actualmente produce a menudo innovaciones patentadas, como el sistema de destilación HIGEE, nuevo proceso de separación que forma parte de una planta de elaboración comercial. Se desconoce el número de perfeccionamientos no patentados que implican principalmente modificaciones en todo un equipo. El sector de los perfeccionamientos técnicos puede considerarse como una parte de la tecnología que reviste importancia inmediata para los complejos petroquímicos que funcionan en los países en desarrollo.

IV. ESTRUCTURA DE LA PROPIEDAD Y PAUTAS DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGIA PETROQUIMICA

20. Los recursos actuales en tecnología de los hidrocarburos se concentran en las empresas privadas y -en menor grado- públicas de un reducido número de países industrializados de economía de mercado, principalmente los Estados Unidos, el Reino Unido y la República Federal de Alemania, con algunas recientes penetraciones de otros países. La orientación tecnológica de la industria hasta mediados del decenio de 1970 se vio condicionada e influida en gran parte por los siguientes factores:

- 1) La disponibilidad de productos del refinado del petróleo y de las industrias energéticas, como la nafta en Europa y el gas natural en los Estados Unidos;
- 2) La penetración de empresas petroleras con abundantes recursos en la esfera de los derivados petroquímicos de primera generación, en contraste con una escasa "integración regresiva" correspondiente de las empresas químicas;
- 3) La diversificación tecnológica debida a variaciones geográficas de las fuerzas del mercado y de la composición sectorial;
- 4) Las grandes posibilidades de sustituir materiales tradicionales por termoplásticos, fibras sintéticas y elastómeros;
- 5) El predominio de las empresas de ingeniería en la innovación tecnológica, sobre todo en la esfera de las tecnologías de las industrias de cabecera y de productos intermedios;
- 6) La concentración geográfica de la industria en las zonas inmediatamente próximas a los principales mercados, con una ausencia prácticamente total de centros de producción ubicados cerca de las fuentes de abastecimiento de materias primas;
- 7) Un grado poco importante de dispersión en las pautas de propiedad establecidas en la industria.

21. La cuadruplicación de los precios del petróleo en el período 1973/74 tuvo consecuencias trascendentales para las operaciones de las empresas químicas. El segundo aumento de los costos de la energía y demás insumos en 1979 vino a acentuar aún más las consiguientes repercusiones tecnológicas. La necesaria reevaluación de las prioridades de las empresas para adaptarse a un nuevo clima y sobrevivir en él han contribuido, entre otros factores, a producir los siguientes efectos:

- 1) Un mayor empeño de las empresas químicas por lograr la integración de las industrias de cabecera mediante fusiones y compras, sobre todo en los Estados Unidos;
- 2) La búsqueda de otras posibles tecnologías de insumos, como la tecnología de productos sintéticos del gas para productos químicos, obtenidos a partir de residuos pesados, y la tecnología de la biomasa;
- 3) Una mayor flexibilidad estructural en relación con las variaciones de insumos;
- 4) Una mayor participación del Estado en la reestructuración de la industria, directamente o por conducto del sector público, sobre todo en Europa y el Japón;
- 5) Una mayor diversificación internacional de la producción y la comercialización;
- 6) Importantes gastos adicionales en I y D a fin de acrecentar la eficacia de los materiales y los procesos tradicionales en función de la energía y de las materias primas;

- 7) La racionalización del sector de productos a granel y la aparición incipiente de productos no intercambiables de aplicación específica en los compuestos, los plásticos industriales, etc.;
- 8) Una doble ampliación de los presupuestos básicos en I y D de las empresas, que da lugar a importantes avances tecnológicos, especialmente en la esfera de la química de superficies y de los catalizadores de alta selectividad, lo cual permite reducir el tamaño de las plantas;
- 9) La proliferación de tecnologías en competencia, sobre todo en lo que respecta a la manufactura de productos intermedios;
- 10) La insistencia en actividades multidisciplinarias de I y D con cierto sesgo hacia la física y la biología, en vez de la química pura;
- 11) Una tasa acelerada de obsolescencia tecnológica;
- 12) Una sincronización más estrecha entre la información sobre el mercado y la respuesta tecnológica;
- 13) Una diversificación tecnológica merced a un enfoque dual consistente en el aumento de la financiación de las actividades de I y D y en la compra de tecnología;
- 14) Una cierta resistencia a la penetración en el mercado de bienes de nuevos productores.

V. REORIENTACION DE LAS ESTRATEGIAS DE INVESTIGACION Y DESARROLLO DE LAS EMPRESAS EN LA INDUSTRIA QUIMICA

22. Aunque subsisten importantes disparidades entre las diversas empresas, su estrategia de I y D está experimentando una importante transición. En todos los casos, el elemento medular del cambio entraña una integración más estrecha entre las actividades de investigación, producción y comercialización de la empresa. A este respecto habría que establecer una distinción dentro de la fragmentación de los esfuerzos de I y D en la industria petroquímica, que resulta evidente. Las industrias de cabecera se concentran en actividades de investigación de procesos, las cuales exigen un sólido respaldo de conocimientos básicos y esenciales de química e ingeniería, en tanto que las operaciones de las industrias de transformación dependen en grado sumo de la investigación aplicada y de los servicios técnicos. El criterio tradicional de "orientación en función de los productos", en que la investigación y el desarrollo constituía la fase inicial de la creación de un producto que luego se intentaba comercializar, está casi totalmente superado. El nuevo criterio estriba en producir líneas de productos que satisfagan necesidades concretas y claramente definidas del cliente. De ahí que en muchas empresas petroquímicas se esté produciendo un cambio, de "la investigación y desarrollo de procesos" a "la investigación y desarrollo de producto", lo que a su vez se traduce en mayores gastos en servicios técnicos. La propia naturaleza de la investigación y desarrollo de procesos ha experimentado transformaciones cualitativas en función de la búsqueda de vías más sencillas y menos costosas, con instalaciones que entrañen un menor consumo de recursos. La distribución del presupuesto de I y D de las empresas por sectores de productos, que refleja claramente el desplazamiento progresivo hacia productos tecnológicamente complejos y con mayor valor agregado, sobre todo de especialidades industriales, pone de manifiesto un importante efecto de esa reorientación de la política. Las cifras de una importante empresa química correspondientes a I y D, que figuran en el cuadro 2, reflejan claramente esa tendencia.

Cuadro 2

Distribución de los fondos de I y D en una empresa química tipo
(en porcentajes)

| | 1982 | 1983 | 1984 |
|----------------------------------|------|------|------|
| <u>Por sectores de productos</u> | | | |
| Especialidades industriales | 31 | 33 | 40 |
| Especialidades de consumo | 32 | 34 | 33 |
| Productos químicos básicos | 23 | 29 | 18 |
| Productos plásticos básicos | 8 | 8 | 8 |
| Otros | 6 | 5 | 1 |
| <u>Por clases de I y D</u> | | | |
| Investigación de productos | 40 | 44 | 44 |
| Investigación de procesos | 29 | 23 | 22 |
| Servicio técnico y desarrollo | 31 | 33 | 34 |

Fuente: Chemical and Engineering News, marzo de 1985.

23. Los sectores prioritarios que absorben la mayor parte de la financiación corriente de las actividades de I y D son los de la tecnología molecular y la biotecnología, los compuestos, las cerámicas y las resinas especiales. Cabe pensar que la tendencia hacia nuevos productos sería aún más acusada de no ser por cierta inercia de la dedicación comercial tradicional de las grandes empresas a las tecnologías de procesos y a la expansión geográfica de sus operaciones en gran escala.

24. Como requisito previo a la concepción de nuevos sectores de aplicación y productos se requiere una información sobre el mercado detallada, cabal y esencialmente de nuevo cuño que utilice técnicas modernas. Las redes de venta y distribución que incorporan innovaciones técnicas se orientan a la prestación de una totalidad de servicios integrados. La búsqueda de nuevos usos para los productos ya existentes y la elaboración de otros productos se caracterizan por el hecho de que se llevan a cabo mediante contactos directos y estrechos con el cliente, lo cual ha exigido una revisión completa de las necesidades de capacitación y de la aptitud técnica del personal de comercialización y ventas.

25. Otro aspecto de la diversificación hacia nuevos mercados y productos se refleja en el gran impulso que ha cobrado la compra de tecnología, sobre todo en los casos en que ésta es sinérgica con las actividades en curso de la empresa. La tendencia a comprar tecnología en vez de recurrir a actividades de I y D -procedimiento menos seguro y que requiere más tiempo- para fortalecer la competitividad de las empresas, adquirirá un ritmo aún mayor a medida que aumente la penetración de los mercados de productos por los países ricos en recursos. El fenómeno cuadra enteramente con nuevos datos que revelan cierta descentralización hacia actividades de I y D adaptadas a los productos, y una expansión del interés por los medios y centros científicos extranjeros, dentro de los límites prácticos impuestos a las actividades de I y D respectivas por las exigencias del volumen crítico o de la escala mínima de eficacia inherentes a la industria química. En los principales países industrializados una parte importante de la investigación química básica se realiza en instituciones académicas. Sin embargo, en los últimos años las fluctuaciones del volumen de apoyo público y las incertidumbres de la financiación han dado lugar a cierta discontinuidad en los programas institucionales de investigación.

VI. IMPORTANCIA DE LA AUTONOMIA TECNOLOGICA DEL TERCER MUNDO EN EL SECTOR DE LA PETROQUIMICA

26. Las distintas opciones para producir etileno, el elemento primario de elaboración de productos petroquímicos, pueden servir de base para optar entre diversas tecnologías en función de la disponibilidad de insumos y de otros factores técnicos. Por ejemplo, en los Estados Unidos el etileno se obtiene sobre todo a partir del gas natural, mientras que en Europa su producción se basa fundamentalmente en la nafta. Por otra parte, a pesar de tratarse de un gas, su idoneidad para ser transportado por vía marítima y por oleoductos, ha aumentado recientemente en gran medida gracias a la tecnología, por lo que el intercambio internacional de este producto ya no se efectúa solamente entre países vecinos, como ocurría en el decenio de 1970. No obstante, la mayoría de los productores de etileno prefieren transformarlo en productos derivados, en el lugar de producción, en vez de transportarlo como producto petroquímico intermedio.

27. Las economías de escala, impuestas por las tecnologías tradicionales al tamaño de las plantas, desempeñan también una función capital en las decisiones de inversión de nuevas capacidades. En consecuencia, para organizar un proceso de producción de etileno económicamente eficiente hay que tener en cuenta muchos aspectos concretos en relación con las características del emplazamiento de las materias primas, la infraestructura, los cauces de comercialización, etc.

28. La producción mundial de etileno fue en 1984 de unos 38 millones de toneladas aproximadamente, de las cuales correspondió, en concepto de insumos, el 54% a la nafta, el 22% al etano, el 15% al gas licuado de petróleo y el 9% al gasoil y a otros productos. En la actualidad se está produciendo una transformación estructural de la configuración internacional del suministro de etileno debido a las incipientes exportaciones de este producto y sus derivados de las nuevas regiones de producción petroquímica, como la Arabia Saudita y el Canadá. A escala mundial, se prevé que la utilización del etano como insumo para la producción de etileno aumente el próximo decenio hasta el 30% aproximadamente, tendencia que responde esencialmente a factores económicos. Sin embargo, para los países que cuentan con abundantes materiales de fermentación pero disponen de escasos hidrocarburos, como Turquía, la India, el Pakistán y varios países de la América Latina, las tecnologías que utilizan esos otros insumos revisten una evidente importancia económica y social. En 1975 el Brasil emprendió un ambicioso esfuerzo de investigación y desarrollo, en el marco del programa "Proalcohol", tanto en lo que respecta a las tecnologías de utilización y producción de combustibles a partir del alcohol como a otras posibles fuentes de energía. El programa sigue constituyendo la mayor de las alternativas operativas del mundo para la utilización de otros combustibles. En la actualidad el país produce por ese procedimiento unos 130.000 barriles diarios de etanol. Utilizando el etanol así obtenido, Petrobras, la empresa nacional del petróleo, ha introducido en Cempéz, su centro de investigación, un proceso de transformación del etanol en etileno. El proceso adiabático, en contraste con las plantas isotérmicas tradicionales, tiene una elevada tasa de transformación, que se sitúa en torno al 99% y, lo que es más importante, los gastos de capital de una instalación productiva representan sólo una parte de los que supone una planta tradicional, debido a la disminución a tres del número de recipientes de seguridad del reactor (en comparación con los ocho necesarios en el sistema de reacción isotérmica).

29. El proceso de Cenpés, independientemente de sus ventajas en lo que respecta a los gastos de capital y a los insumos, de importancia decisiva, entraña otras características positivas; entre ellas, la sencillez y flexibilidad del funcionamiento, la regeneración catalítica poco común, la mayor pureza y la selectividad revisten especial interés para el medio operativo de los países en desarrollo. La primera planta en funcionamiento que utiliza esa tecnología produce en la actualidad 90.000 toneladas anuales de etileno.

30. El sistema brasileño de producción de etileno es una muestra de la viabilidad de una respuesta tecnológica selectiva y racional, mediante I y D, a la situación predominante en los países en desarrollo.

31. Como cabía esperar, esa tecnología ha suscitado gran interés fuera del Brasil, y muy especialmente entre los países en desarrollo, debido a sus evidentes ventajas. Actualmente se hallan en curso negociaciones para la concesión de licencias de esa tecnología a varios países en desarrollo, entre ellos Filipinas, Indonesia, Kenya, Perú, etc. Se ha informado de que la India ha adquirido ya el know-how de procesos para aplicarlo a un proyecto preliminar ya en marcha para producir 5.000 toneladas al año. Aunque la aparición de esa tecnología especial no afectará fundamentalmente al panorama mundial que hemos descrito en relación con el etileno, puede tener repercusiones decisivas sobre la viabilidad de proyectos concretos para elaborar, en muchos países en desarrollo, bicloruro de etileno y otros productos derivados a partir de insumos autóctonos.

VII. LAS TECNOLOGIAS PETROQUIMICAS UTILIZADAS EN LOS PAISES EN DESARROLLO Y SUS INCONVENIENTES

32. La creación de complejos petroquímicos en los países en desarrollo ha solidado plantear graves problemas. Los estudiosos de la industria y las tribunas internacionales, entre ellas el Sistema de Consultas de la ONUDI, han investigado y siguen investigando muy de cerca los diversos aspectos de los obstáculos que se plantean. En todo el mundo se han reconocido y se han sometido al examen de los técnicos los problemas vinculados con la definición, dentro de su contexto, de proyectos, limitaciones infraestructurales y de recursos, transferencia de tecnología, comercialización y gestión, explotación técnica y mantenimiento, educación y capacitación del personal, cooperación internacional, etc.

33. Sin embargo, hay que subrayar una vez más que el crecimiento espectacular de la industria petroquímica en el período de posguerra se debió en gran parte a avances tecnológicos importantes en la producción de materiales sintéticos. De ello se derivó la aparición de tecnologías de procesos para la transformación de esos productos derivados en una gran cantidad de productos, para ser utilizados fundamentalmente en sectores como la agricultura, la construcción, la industria textil, la producción de bienes industriales y, lo que es más importante, de bienes de consumo. Esas tecnologías se introdujeron en su totalidad en los países industrializados en el marco de una estrategia concertada de investigación y desarrollo basada, entre otras cosas, en las disponibilidades de recursos y de insumos y en las características predominantes del mercado. A este respecto un importante ejemplo fue la obtención en Europa, en los decenios de 1950 y 1960, de una nafta de precio competitivo, como derivado de la refinación, lo que propició la aparición de innovaciones tecnológicas en el sector de los productos sintéticos. De forma análoga, tras las escaladas de los precios de los insumos y la energía en el decenio de 1970 se han producido la mayor parte de los recientes avances tecnológicos que han venido a reducir, en los procesos petroquímicos, el consumo de hidrocarburos, tanto en su carácter de materia prima como de combustible.

34. Por lo general, los países en desarrollo han dependido fundamentalmente de la tecnología extranjera para la manufactura de elementos básicos de la petroquímica, así como en lo que respecta a las instalaciones de conversión y de las industrias de transformación. Sin embargo, esa tecnología, concebida y aplicada en las condiciones propias de los países extranjeros y, desde luego, no como vía de salida del subdesarrollo, no siempre responde a las necesidades y prioridades concretas de los países en desarrollo, lo que convierte además su absorción y asimilación técnica en una tarea onerosa. En algunos casos, la adaptabilidad de esos procesos petroquímicos, especialmente en lo que se refiere a los productos básicos, entraña serias limitaciones incluso cuando es posible. Además, el problema puede complicarse debido a la falta de apoyo técnico de los licenciadores o contratistas para una explotación eficiente, segura y adaptada a las condiciones concretas de las plantas petroquímicas en las condiciones generales de los países en desarrollo. Cabe decir otro tanto en lo que se refiere a la construcción, el montaje y el establecimiento de las fábricas dentro de límites seriales, y ello contribuye a que los gastos de capital sean mucho mayores que los de proyectos análogos ejecutados en países industrializados.

35. En definitiva, la escalada de los costos de construcción y las deficiencias de explotación pueden atribuirse, entre otras cosas, a la falta de un examen, en la etapa de I y D, de los parámetros locales y su diferencia

con el medio industrial del país poseedor de la tecnología. El escaso grado de capacidad tecnológica actual de los países en desarrollo agrava muchísimo las dificultades con que éstos tropiezan y perpetúa una dependencia insatisfactoria en el frente industrial de su desarrollo económico.

Los efectos multiplicadores de la tecnología petroquímica sobre otros sectores vitales de la economía, como la agricultura, la construcción y, lógicamente, las industrias de transformación, han sido sustanciales en las naciones industrializadas. En los países en desarrollo, los datos de que se dispone indican que esos efectos multiplicadores pueden ser aún más acusados en vista de su potencial de absorción de productos petroquímicos en muchos sectores.

36. Como hemos visto, la mayor parte de las tecnologías petroquímicas disponibles ha sido introducida en unos pocos países industrializados por las empresas como resultado de su evaluación política de una multitud de factores que afectan a la industria. Esos factores, no necesariamente económicos en su totalidad, seguirán determinando la orientación de los cambios tecnológicos en la industria. Ese proceso de cambio, al cobrar ahora mayor ritmo y alcance, entrañará repercusiones profundas que excederán los límites tradicionales de la industria petroquímica.

37. Desde la perspectiva de los países en desarrollo, la tecnología extranjera que se les ofrece incorpora en todos los casos algunas incoherencias y elementos exóticos en lo que atañe a:

- 1) la utilización óptima de las materias primas y los recursos energéticos autóctonos;
- 2) la estructura de la tecnología en gastos de capital;
- 3) las características de funcionamiento, mantenimiento y apoyo técnico;
- 4) la sensibilidad a las posibilidades del mercado local;
- 5) la admisibilidad y adaptabilidad socio-cultural;
- 6) la cadena de continuidad tecnológica;
- 7) las reales circunstancias industriales e infraestructurales;
- 8) la integración sectorial en el conjunto de la economía;
- 9) las limitaciones a una verdadera transferencia del know-how incorporado en la tecnología; y
- 10) la necesidad de capacitación y perfeccionamiento del personal y sus efectos.

38. Aun cuando hasta la fecha la práctica habitual ha consistido en obtener tecnología extranjera para establecer complejos petroquímicos en los países en desarrollo, en ocasiones esa práctica ha provocado innumerables problemas por mal acoplamiento. Pero el hecho cierto es que la adquisición y transferencia de tecnología extranjera, a pesar de sus deficiencias, ha constituido tradicionalmente el único mecanismo para convertir en realidad las aspiraciones industriales de los países en desarrollo. Ahora bien, es preciso reconocer que el costo de ese proceso se ha incrementado innecesariamente debido a la falta de preparación tecnológica de los receptores para adaptarse a las exigencias que el proceso entraña. Sin duda, las causas profundas de

esa deficiencia de capacidad tecnológica son variadas, y están siendo estudiadas por los técnicos en otra parte de las Consultas sobre la industria petroquímica. Con toda seguridad, uno de los principales factores en presencia es la insuficiencia de apoyo de las actividades de investigación y desarrollo autóctonas y de la interacción requerida en el proceso de absorción y adaptación de tecnología extranjera. Sin capacidad tecnológica suficientemente desarrollada basada en actividades de I y D propias de los países no puede producirse realmente la necesaria asimilación.

VIII. OPCIONES DE I Y D EN EL SECTOR PETROQUIMICO DE LOS PAISES EN DESARROLLO

39. Si bien la investigación y el desarrollo son una cuestión de capital importancia dado que desempeñan una función indispensable para dotar de una base sólida a la industria petroquímica de los países en desarrollo, serios obstáculos han impedido la formación de las capacidades tecnológicas adecuadas. Para que la investigación y el desarrollo tengan sentido a nivel nacional, evidentemente es necesario movilizar considerables recursos, tanto en lo que se refiere a la asignación de fuerza de trabajo como la inversión de capital, que por otra parte sólo son eficaces si se conjugan con una infraestructura científica y una organización técnica firmemente establecidas. El número necesario de científicos ingenieros y personal de gestión altamente calificados, respaldados con los medios y el equipo adecuados, escapa sin duda a las posibilidades de los países en desarrollo, salvo unos pocos. Otro elemento esencial es la existencia e interconexión de canales adecuados para establecer una interacción continua y sustancial de la comunidad de investigadores con las industrias petroquímicas. Esta cooperación ha resultado sumamente difícil, incluso en los países industrializados, en los casos en que se ha tratado de utilizar servicios de investigación ajenos a las empresas. Con excepción de algunos países en desarrollo, en las políticas industriales no parece haberse prestado apoyo público con carácter altamente prioritario a la investigación y al desarrollo en petroquímica. Los conceptos de la adaptación tecnológica tampoco han permitido mejorar los bajos niveles de la productividad en I y D de esos países. En tales países el gobierno desempeña una función trascendental en el sector de I y D, dado que muchas compañías petroquímicas no están en condiciones de establecer laboratorios dotados de los últimos adelantos para los servicios analíticos y técnicos, plantas experimentales, laboratorios de ensayo, etc. En estos casos, la organización de los servicios y sistemas de apoyo sólo puede patrocinarla el Estado, e incluso esos medios a veces deben ser de propiedad estatal.

Para apreciar mejor la magnitud de los esfuerzos de I y D requeridos dentro de un contexto global cabe mencionar las siguientes cifras:

Por vez primera, los gastos de I y D en los Estados Unidos sobrepasarán en 1985 la cifra de 100.000 millones de dólares, suma que representa el 2,7% del producto nacional bruto previsto y un aumento del 11% respecto del año anterior. A la industria de productos químicos y afines le corresponderá un 12% de todos los gastos de I y D de la industria estadounidense. Análogamente, otros países industrializados asignan a I y D una parte comparable de sus ingresos totales, mientras que los fondos previstos en presupuestos correspondientes de la mayoría de los países en desarrollo siguen siendo insignificantes no sólo en valor absoluto sino también, lo que es peor aún, en relación con el volumen de su economía nacional.

40. Consciente del apremio de las necesidades, la ONUDI ha establecido, en relación con las actividades de I y D, una red de consultas semanales continuas sobre las industrias petroquímica y de polímeros, en las que intervienen organizaciones regionales y representantes de compañías de los países desarrollados, que presentan monografías sobre cuestiones de actualidad en la materia. A este respecto se han celebrado seminarios, por ejemplo sobre fibras artificiales en Bombay (India) en abril de 1982, sobre productos petroquímicos y polímeros en Porto Alegre (Brasil) en mayo del mismo año, y sobre el desarrollo regional de la industria petroquímica en Bahía Blanca (Argentina) en agosto de 1983, así como sobre las industrias de elaboración de

plásticos en Jubail (Arabia Saudita) en octubre de 1984, y se ha previsto otro sobre fibras sintéticas en China para noviembre de 1985.

41. En los recientes acuerdos internacionales de cooperación a largo plazo concertados en este sector, especialmente los relativos a la organización de empresas petroquímicas conjuntas, se han incorporado como cuestión de norma disposiciones sobre las actividades de investigación y desarrollo que han de emprender conjuntamente los asociados. Sin embargo, en realidad la labor de I y D suelen dictarla las estrategias empresariales de los asociados extranjeros y se lleva a cabo en sus propias instalaciones, dando escaso relieve a la capacidad autónoma de investigación de las entidades petroquímicas del país en desarrollo. En vista de estas limitaciones, que son inherentes a un criterio puramente nacional de las actividades de I y D en el sector petroquímico, y de las reconocidas deficiencias de que adolece la adquisición de tecnología extranjera, los esfuerzos que puedan desplegarse sobre una base bilateral, regional o internacional representan alternativas viables para los países en desarrollo. El esfuerzo conjunto en I y D, opción desaprovechada en gran parte hasta la fecha, puede abarcar evidentemente un gran espectro de diferentes modalidades y mecanismos operativos, que varían desde la copatrocinación de determinadas iniciativas tecnológicas en instalaciones de investigación de los países industrializados hasta la creación de centros tecnológicos regionales, planes coordinados de importación de tecnología, consorcios de desarrollo, órganos consultivos e incluso "centros de excelencia" con participación de los tecnólogos y científicos más destacados del mundo.

42. Sin embargo, un requisito de tal cooperación es la evaluación detallada de las necesidades y prioridades tecnológicas del sector, basada en un análisis cuantitativo y cualitativo de la participación actual de los países en desarrollo en la labor de I y D en petroquímica. Es evidente que las iniciativas de I y D en el plano nacional deberán ser reflejo de las prioridades de la industria para poder encuadrarlas en un marco coherente y selectivo. En vista de la complejidad del tema y de los gastos sumamente cuantiosos que implica, para el éxito de esas iniciativas revisten especial importancia la subvención estatal directa y los planes de estímulo indirecto tales como los incentivos fiscales y de otra índole.

43. Las cuestiones que se plantean al tratar de formular planes de cooperación en esta esfera son en extremo variadas, pero hasta ahora ni la comunidad petroquímica ni los organismos multilaterales han hecho gran cosa para llegar a entender mejor las complejidades del caso antes de considerar la posibilidad de adoptar medidas de solución parcial. Sobre todo, la conjugación de recursos exige conocer a fondo las actividades de I y D de los países interesados en lo que respecta a fuerza de trabajo, instalaciones, equipo, programas y proyectos. Esto podría constituir un primer paso práctico en el esfuerzo de coordinación, en el que cabe concebir que la ONUDI desempeñase una función catalizadora esencial en el proceso de intercambio de información y de inventariado colectivo. Dentro del mismo contexto, podría iniciarse un estudio para cerciorarse del alcance y posibles modalidades de la cooperación técnica entre países en desarrollo en el campo de la tecnología petroquímica. Los países en desarrollo ricos en recursos, que recientemente han emprendido la implantación de grandes complejos petroquímicos con la consiguiente transferencia masiva de know-how y tecnología, están en buena situación para contribuir sustancialmente a esos esfuerzos. Cabe señalar que gran parte de las iniciativas de I y D podrían tomarlas las organizaciones operativas existentes mediante la coordinación de proyectos y, en particular, en muchas esferas de las aplicaciones de los productos de las industrias de transformación.

44. Análogamente, varios países latinoamericanos y del Asia sudoriental y algunos otros poseen ya un considerable dominio de la tecnología petroquímica que les permite atender a las necesidades de I y D del grupo de países en desarrollo que está menos al día al respecto. Sólo merced a la cooperación internacional podrán determinarse las prioridades en las esferas importantes de I y D de la industria petroquímica que interesan a los países en desarrollo. En una segunda fase, la experiencia así adquirida serviría de base para acometer una acción conjunta y concreta con miras a promover el desarrollo y la difusión de nuevas tecnologías petroquímicas entre los países en desarrollo.

IX. LAS CUESTIONES EN JUEGO

En el presente documento se ha procurado demostrar la función trascendentalísima que desempeñan la investigación y el desarrollo y las tecnologías consiguientes en la industria petroquímica. Los costos, el período de gestación y los recursos de organización que entraña este proceso son tan vastos y diversos que los verdaderos objetivos de las actividades de I y D superan las posibilidades de la mayoría de las empresas que operan en los países en desarrollo, e incluso la capacidad colectiva de esos países. Pese a estas limitaciones, sin embargo, en algunos países en desarrollo se han dado recientemente algunos casos de I y D notables por su éxito. Puesto que las actuales actividades de I y D responden a las condiciones y necesidades de los países industrializados, resulta imperativo que los países en desarrollo desplieguen esfuerzos especiales para acrecentar su acción autónoma en esta esfera vital. Huelga decir que esta actividad no sería tan prohibitiva si se organizara cooperativamente, repartiendo la pesada carga entre varios países. Como hemos dicho, la cooperación puede adoptar muchas formas y realizarse en diversos niveles, y por su parte la ONUDI podría contribuir promoviendo esa acción cooperativa. Se propone que las siguientes cuestiones se consideren como posibles temas de futuras deliberaciones y de investigación más minuciosa en la Consulta:

- 1) Establecimiento de redes regionales de I y D, con especial referencia a los siguientes aspectos:
 - a. Intercambio de información y creación de actividades conjuntas de I y D relativas a la aplicación de productos;
 - b. Intercambio de información y acometimiento de iniciativas conjuntas de desarrollo y/o perfeccionamiento de procesos;
 - c. Intercambio de experiencia y aplicación de planes coordinados respecto de la importación de tecnología y de la negociación sobre transferencias de tecnología;
- 2) Encuestas para evaluar las necesidades y prioridades tecnológicas de los países en desarrollo en el sector de la industria petroquímica;
- 3) Investigación sobre la factibilidad de la creación de mecanismos apropiados, tales como centros tecnológicos regionales, consorcios de desarrollo, órganos consultivos, centros de excelencia, etc.;
- 4) Determinación de las oportunidades de cooperación económica entre países en desarrollo en el campo de la tecnología petroquímica;
- 5) Desarrollo de políticas, directrices y planes de investigación y desarrollo nacionales en petroquímica.