

TECNOLOGIAS MODERNAS EN LA UTILIZACION DE FUENTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA.

Si algo debe caracterizar al siglo 20, indudablemente que los historiadores del futuro lo llamarán "El Siglo del Petróleo". Cual un moderno monstruo de ficción, el hombre lo liberó desde las profundidades de la tierra y lo puso a su servicio. Pero, de pronto, el monstruo escapó de su control y sumió a la humanidad en la incertidumbre. Sinónimo de energía, el petróleo permitió acuñar la frase "crisis energética". Y en medio de esta crisis, el hombre se pregunta perplejo si regresará a las tinieblas.

Sin embargo, la ciencia y tecnología actuales tienen varias respuestas a estas inquietudes y en esta búsqueda incesante, la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, a través de su Comisión de Energía, organizó un curso de "Tecnologías Modernas en la Utilización de Fuentes Alternativas de Energía", el que se realizó entre el 17 y el 20 de mayo último en el Auditorium del Idiem.

El curso contó con un panel de distinguidos expositores de nuestra Facultad y científicos y expertos de los Estados Unidos, Gran Bretaña, Canadá, Alemania Federal y Naciones Unidas.

Los expositores se refirieron a tres fuentes alternativas del petróleo: Biomasa, Carbón y Energía Solar.

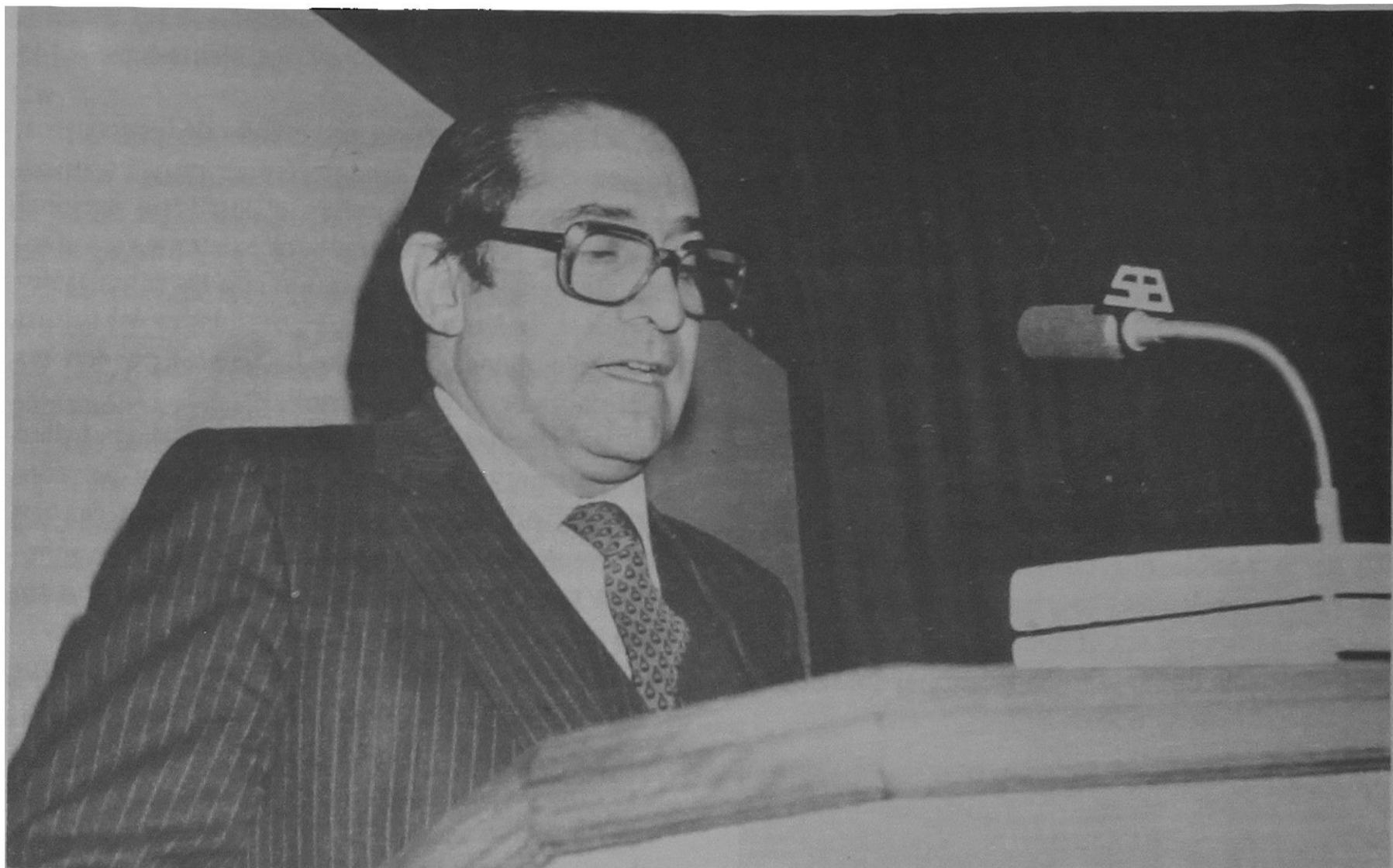
La sesión inaugural fue abierta por el Decano Claudio Anguita, quien dio la bienvenida a los participantes. En seguida, el profesor Sergio Alvarado, presidente de la Comisión de Energía de la Facultad, hizo la introducción al curso.

Los participantes extranjeros: E.J. Campobenedetto, de la empresa norteamericana Babcock and Wilcox Co.; J. Coombs, consultor de la Comisión de Energía de la Comunidad Europea; R. Guard, vicepresidente de la Omnifuel Gasification System Ltda. de Canadá; Heinz Kubitzka, de Alemania Federal; y L. Soto Krebs, asesor de Desarrollo Industrial de las Naciones Unidas.

EL PETROLEO

El profesor Sergio Alvarado hizo la introducción al curso; trazó el perfil energético de Chile; analizó el rol de la universidad en esta coyuntura y, finalmente, explicó por qué el curso se centró en las tres alternativas de carbón, biomasa y energía solar. El profesor Alvarado dijo:

"Si bien durante los últimos meses el tema de la energía pareciera haber perdido prioridad como resultado de una sobreoferta de petróleo en los mer-



El Decano Claudio Anguita, en el discurso de la sesión inaugural, destaca la importancia de la investigación energética.

cados mundiales y la consiguiente declinación en los precios, es claro que la preocupación por el tema debe seguir vigente, tanto por consideraciones de corto como de largo plazo”.

“En el corto plazo no cabe descartar la posibilidad de una tercera crisis del petróleo, en virtud de la inestabilidad política del Medio Oriente y en particular del conflicto en curso que afecta a Irán e Irak. Por otra parte, es preciso no olvidar que la OPEP abastece todavía más del 60% de los requerimientos de petróleo crudo de los países occidentales y que un solo país, Arabia Saudita, aun bajando su producción desde 8,5 a 6 millones de barriles diarios, representa el 12% de tales requerimientos”.

“En el largo plazo resulta inevitable, por agotamiento del recurso, la transformación de la base energética de la humanidad, hoy dominada por el petróleo. Y lo más probable es que, a diferencia de otras épocas en que siempre surgió con preminencia una sola fuente primaria de energía que desplazó a todas las demás a un lugar secundario, en el futuro

el desarrollo energético será más equilibrado y diversificado entre diferentes opciones técnicas”.

“El alivio derivado de una drástica reducción del consumo de petróleo en los países occidentales desde 56 mbpd en 1979 a 50 mbpd en 1981 y probablemente 48 mbpd en 1982 es considerado por muchos analistas un fenómeno transiente, que tenderá a desaparecer una vez que se reactive la economía de los países industrializados”.

“En todo caso, el fenómeno actual está permitiendo justamente examinar con mayor tranquilidad las diferentes alternativas técnicas sin tener que centrar la atención en soluciones de emergencia como alguna vez ocurriera en el pasado”.

Luego de este análisis del problema petrolero, el profesor Alvarado trazó el perfil energético en Chile:

“Aunque el perfil energético del país es bastante conocido, vale la pena recordar en esta oportunidad algunas de sus características más relevantes”.

NOTICIAS

“Los consumos históricos de energía están marcados por una importancia creciente de los hidrocarburos en el abastecimiento (del orden de un 30% en 1960 y 60% en 1980) y una declinación sostenida del carbón y las llamadas energías no comerciales (leña y residuos vegetales)”.

“Históricamente también se ha observado un aumento considerable en nuestra dependencia energética del exterior (las importaciones de petróleo crudo representaron en 1960 un 35% y en 1979 un 82% de las necesidades nacionales)”.

“Esta última tendencia se ha invertido en los dos años anteriores gracias principalmente al aumento de la producción nacional, pero está dentro de lo posible que tal situación varíe y el país vuelva a la tendencia histórica, a no mediar circunstancias técnicas y económicas que impliquen una apertura hacia un mayor pluralismo tecnológico en el desarrollo energético”.

Al referirse el profesor Alvarado a los recursos nacionales, esboza un panorama alentador cuando señala:

“El perfil energético, por el lado de los recursos, presenta en cambio características muy positivas. A diferencia de otros países, el territorio nacional cuenta con recursos energéticos existentes y potenciales considerables en relación con las actuales necesidades de energía y a las necesidades del futuro previsible, buena parte de los cuales pueden ser explotados económicamente”.

“Si bien hasta ahora las reservas de petróleo aparecen muy limitadas y el gas natural presenta serias dificultades para su transporte a los centros de consumo, el país dispone de otras fuentes renovables y no renovables, susceptibles de sustituir total o parcialmente a los derivados del petróleo”.

“En cuanto a energía hidromecánica, uno de los recursos mejor evaluados, hay un potencial técni-

Sergio Alvarado, profesor del Departamento de Ingeniería Mecánica, da la bienvenida a los participantes del curso.



camente aprovechable equivalente a 18.000 Mw, de los cuales se están explotando tan sólo 1.800 Mw.”.

“La biomasa está parcialmente evaluada. Los recursos existentes y potenciales de origen forestal en las regiones central y centro-sur representan 1,4 Mtpa/año”.

“La energía solar muestra intensidades del orden de 1.500 a 2.000 KWh/m²/año entre las latitudes 18° y 30° S, donde se concentra el 82% de la población del país”.

“Las estimaciones de reservas de carbón varían según los autores, pero parece existir consenso en que ellas superan los 5.000 millones de toneladas, pudiendo desarrollarse dentro del corto plazo una nueva minería del orden de los 5 Mton/año”.

“Hay todavía otros recursos que aquí no se han mencionado, porque los antecedentes sobre su magnitud son menos completos y fidedignos”.

Para el profesor Alvarado, el problema de la energía es un fenómeno que debe ser encarado desde varios frentes, uno de los cuales es la universidad, constituyendo un trinomio junto a los poderes públicos y las empresas estatales y privadas. En este esfuerzo nacional, el profesor Alvarado enfoca el papel que debe cumplir la comunidad científico-tecnológica:

“La Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, por su larga experiencia y significativos aportes al quehacer docente, técnico y científico ha querido sumarse a dicho esfuerzo intensificando en los últimos años sus actividades en el área de la energía, para cuya promoción y coordinación creó una Comisión integrada por académicos de diversos departamentos de la propia Facultad y que se encuentran trabajando en proyectos relacionados con diversos aspectos de la energía”.

“Por cierto que las contribuciones de nuestra Facultad al desarrollo energético del país, se confunden con su propia historia. Sin alejarse demasiado en el tiempo, han sido profesionales formados en nuestras aulas los que iniciaron y dieron impulso a partir de la década del 40 a la prospección y utilización de importantes recursos energéticos como el petróleo y la hidroelectricidad”.

“Hoy día son alrededor de 60 los académicos de jornada completa, además de unos 100 memoristas y numerosos profesores de jornada parcial



Perforación en busca de petróleo, Magallanes.

los que están promoviendo y ejecutando diversos proyectos en el área de la energía, destinados a elevar el nivel de conocimientos básicos, a desarrollar e incorporar nuevas tecnologías y a prestar servicios requeridos externamente”.

Más adelante, el profesor Alvarado explicó que en 1981 se programó un curso breve sobre **Tecnologías Modernas en la Utilización de Fuentes Alternativas de Energía**, destinado a dar a conocer y discutir la materia, sobre tecnologías ya desarrolladas para utilizar carbón, biomasa y energía solar.

Señaló que la elección de las tres fuentes señaladas obedece al hecho de que desde el punto de vista de la magnitud de los recursos existentes, presenta un enorme atractivo. Ello no significa -agregó- desconocer la existencia de otras opciones del país.



*Vista
panorámica
de Planta
ENAP.
Punta
Arenas.*

Luego de reseñar brevemente las ventajas y posibilidades de las tres fuentes bajo estudio, aclaró que la transferencia de las tecnologías recientemente desarrolladas, presenta algunos obstáculos importantes. De partida, dijo, por ser de reciente aparición, hay un problema de confiabilidad en los usuarios. En seguida, las dificultades financieras para adquirir los bienes de capital necesarios para implementarlas y, finalmente, la escasa información que se tiene sobre tales tecnologías, motivada por el secreto industrial.

TECNOLOGIAS PARA LA CONVERSION DEL CARBON

Bajo el título del epígrafe, el doctor Ricardo Badilla, del Departamento de Ingeniería Química de la Facultad, presentó un completo trabajo so-

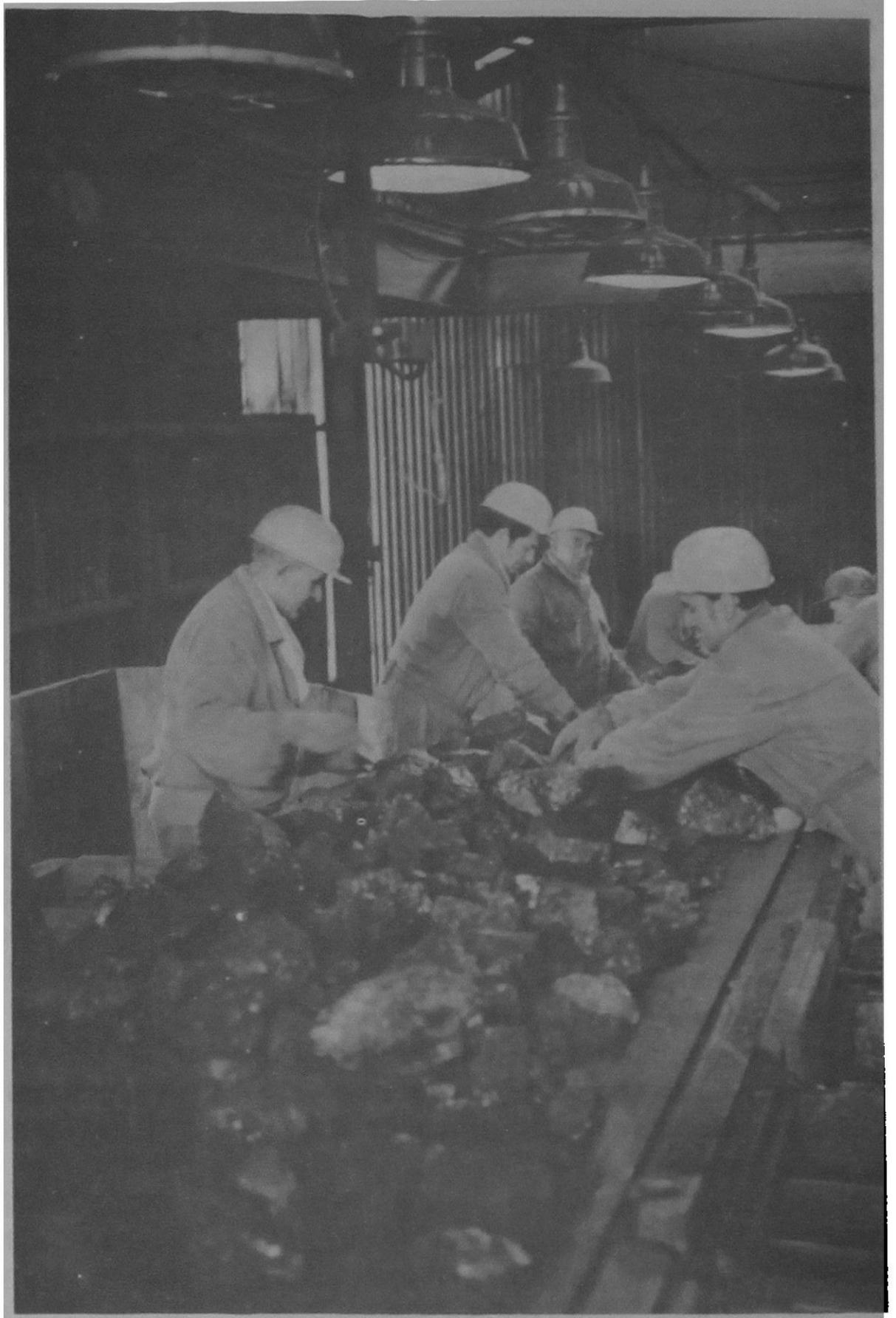
bre esta fuente de energía, a la que calificó como "la principal fuente alternativa de energía primaria prácticamente en todos los países del mundo".

"Señaló que existen tecnologías para la conversión del carbón a combustibles líquidos desde hace mucho tiempo, pero que se siguen realizando investigaciones para hacerlas más eficientes y disminuir el impacto de su utilización en el medio ambiente.

Advirtió luego que la elección de una determinada tecnología debe considerar las características del carbón, eficiencia técnica, rentabilidad privada y social y el impacto sobre el medio ambiente.

Uno de los principales usos del carbón, como recurso alternativo, es el reemplazo de los petróleos combustibles para generar calor y electricidad y, además, su conversión a gas de síntesis para la industria química.

La licuefacción del carbón --señaló-- es una alternativa interesante para producir combustibles para



*Clasificación
del carbón.
(Mina de
Carbón,
Lota).*

motores y combustibles líquidos para la generación de calor.

Refiriéndose a la gasificación, dijo que es altamente conveniente por su facilidad de manejo y transporte y el bajo impacto sobre el medio ambiente. La gasificación, agregó, puede producir gases de bajo poder calorífico para generación eléctrica; gas reductor para la industria del hierro y el acero; gas de síntesis para la industria química, y gas de relativamente alto poder calorífico para uso residencial e industrial.

Calificó esta tecnología como versátil y de la cual existen varios métodos. Resulta interesante para países sin grandes redes de distribución de gases.

Otro proceso, señaló el doctor Badilla, es la carbonización, en la cual el producto principal es un coke resultante de la descomposición térmica del carbón. En este proceso -advirtió- la pirolisis del carbón produce también gases y líquidos (aceites y alquitranes). Sin embargo, desde el punto de vista de producción de gases, los procesos tradicionales

NOTICIAS

de carbonización a bajas temperaturas (400–750°) no son competitivos. La razón es que solamente algunos carbones son adecuados; la infraestructura para el aprovechamiento de los subproductos es costosa, y los requerimientos referentes a tecnologías y know-how para los procesos de carbonización son altos, similares a la gasificación completa.

Un tercer proceso es la gasificación autotérmica. Aquí, el carbón es gasificado a monóxido de carbono y H₂ mediante aire u oxígeno y vapor de agua. Las reacciones ocurren en el rango de 900 a 1.500°C, y el calor necesario para el proceso de gasificación (fundamentalmente reacciones endotérmicas) es producido por la combustión de una parte del carbón, que se pierde desde el punto de vista de la producción de gas.

Agregó el doctor Badilla que actualmente se trabaja en la investigación y desarrollo de la gasificación, especialmente en Estados Unidos, Gran Bretaña y la República Federal Alemana. Asimismo, India y Polonia realizan importante actividad en este campo y existen alrededor de 35 procesos de gasificación en lecho fijo, lecho fluidizado y lecho transportado.

Hizo hincapié en que los gasificadores más antiguos de carbón son los de parrilla a presión atmosférica. Los gasificadores de parrilla rotatoria han recobrado interés debido a su relativamente simple funcionamiento y diseño y por la confiabilidad de su operación. Para la producción de gases de bajo poder calorífico se utiliza aire y vapor de agua, no requiriéndose una planta de oxígeno.

En los procesos discontinuos –agregó–, los que producen el llamado gas de agua, el lecho se calienta primeramente mediante la combustión parcial con aire, para luego alimentar vapor (interrumpiendo el aire) para producir las reacciones endotérmicas de gasificación enfriándose el lecho, reestableciéndose la temperatura mediante otro ciclo de combustión con aire. Los sistemas discontinuos fueron extensamente utilizados en el pasado, pero son todavía muy competitivos e interesantes en casos en que se requieren producciones pequeñas (de 30.000 a 135.000 m³/día). La Compañía de Gas de Concepción ha anunciado recientemente la firma de un contrato con la Compañía Gas Integral de Francia para la instalación de un gasificador de este tipo.

Más adelante, el doctor Badilla se refirió a otros

sistemas de gasificación, como el proceso con calor externo, por ejemplo, aprovechando los gases calientes de un reactor nuclear, lo que evita la combustión parcial del carbón, ahorrándose un 40% del carbón alimentado. Este sistema –dijo– produce 1.000 m³ de gas con 1,1 tonelada de carbón, en comparación de la 1,8 tonelada que requiere el proceso autotérmico.

Finalmente, pasó revista al llamado proceso de gasificación in-situ, que sólo se aplica a depósitos de alta potencia, con mantos de carbones altamente reactivos y situados cerca de la superficie. Los problemas principales de este sistema, finalizó, son el control del proceso y el uso de grandes superficies de mantos.

LICUEFACCION DEL CARBON

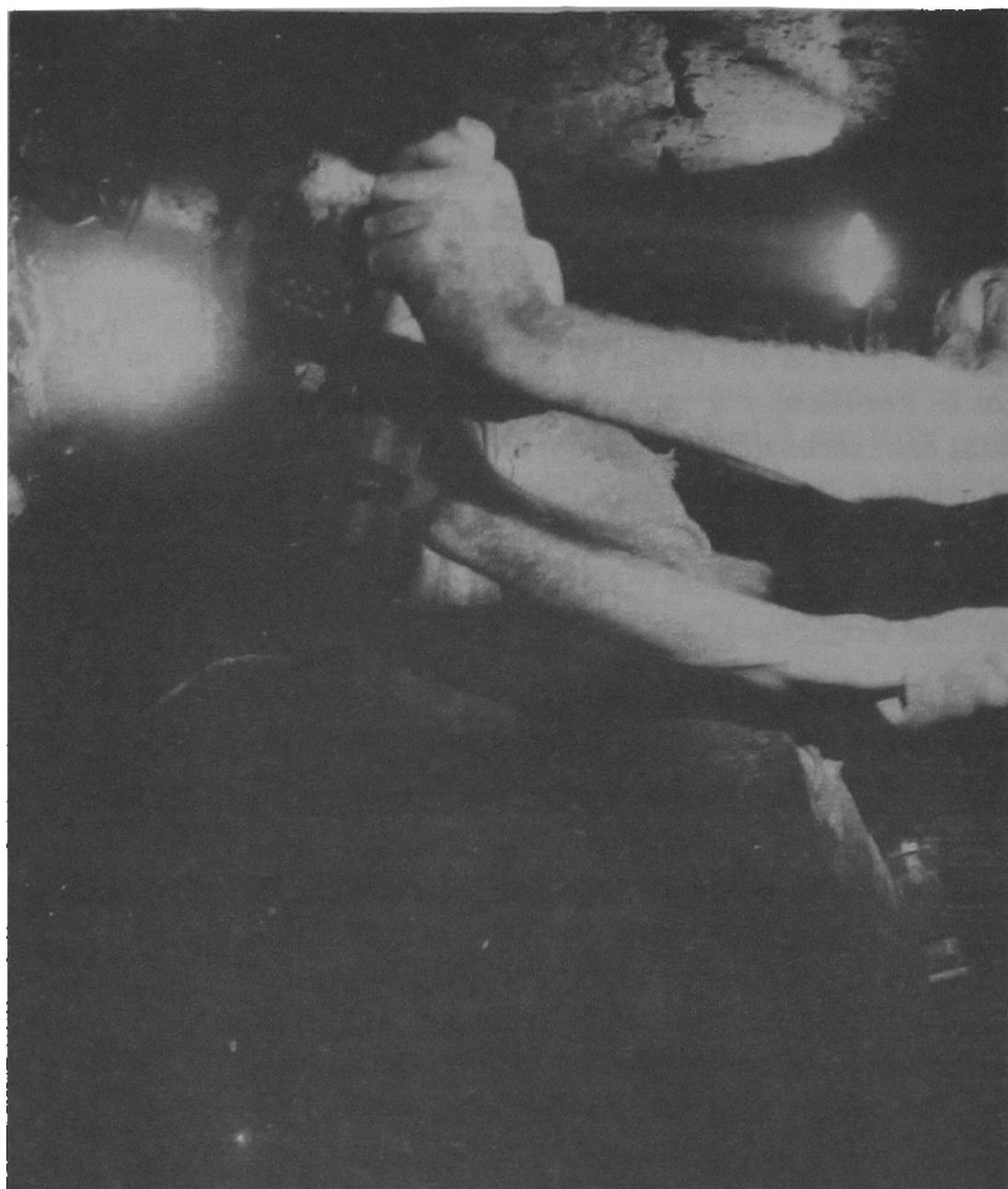
La exposición del doctor Badilla se centró en gran parte en este sistema, que convierte el carbón en combustible líquido, permitiéndole reemplazar al petróleo y sus derivados en el sector transporte. Respecto a esto dijo:

“Existen tres métodos principales para la conversión del carbón a combustibles líquidos:

- métodos de extracción degradativa
- métodos de hidrogenación
- síntesis de hidrocarburos por el método de Fischer-Tropsch.

Estas tecnologías se basan en los procesos Pott-Broche, Bergius-Pier y Fischer-Tropsch respectivamente y fueron desarrollados a comienzos de este siglo”.

“Hidrogenación. La producción de gasolinas es el principal objetivo del proceso de hidrogenación del carbón desarrollado por Bergius y Pier. La hidrogenación se realiza en dos etapas: la hidrogenación en fase líquida (hidrolicuefacción) y la subsecuente hidrogenación de los productos en fase gaseosa. De acuerdo con la presión de hidrógeno y el tipo de catalizador que se utilice, se obtiene un rango de productos que varía desde los petróleos combustibles pesados hasta gasolinas. En 1944 existían en Alemania 12 plantas de hidrogenación de carbón que producían aproximadamente 4 millones de toneladas al año de combustible para motores”.



*Interior
mina
de carbón,
Lota.*

“Extracción degradativa. Los procesos de extracción degradativa del carbón, al igual que los procesos de hidrogenación, se basan en la hidrolícuación del carbón, pero no se utiliza hidrógeno molecular sino más bien hidrógeno transferido mediante un solvente dador de hidrógeno, y por lo tanto operan a baja presión. Estos procesos producen un “extracto”, de características físicas similares a las de un crudo pesado. El objetivo principal de estos procesos es la producción de líquidos combustibles, los que se obtienen de separar por filtración el carbón no reaccionado y las cenizas de los productos del reactor”.

“Síntesis de gasolinas. En el período de 1935 a 1945, 14 plantas operaron principalmente en Alemania alrededor de 1 millón de toneladas por año de hidrocarburos a partir de gas de síntesis derivado del carbón. Los productos obtenidos por estos procesos son predominantemente alifáticos, y de acuerdo con las condiciones de operación se puede

obtener un vasto rango de pesos moleculares. Desde el punto de vista de la conversión del carbón a hidrocarburos, ésta es la única tecnología que opera hoy en día a gran escala a nivel industrial, en las plantas de la South African Coal, Oil and Gas Corporation Ltd. (Sasol), con una capacidad de producción cercana a los 2,4 millones de toneladas (Sasol I y Sasol II). Con la puesta en marcha de la planta Sasol III (en 1983/84) se espera alcanzar los 4,4 millones de toneladas por año y ya existen planes para la construcción de la planta Sasol IV”.

“El proceso Mobil representa un avance nuevo para la síntesis de gasolinas. En este proceso, el gas de síntesis se transforma a metanol en una primera etapa, el que se convierte en una segunda etapa de hidrocarburos utilizando un catalizador de zeolitas. El proceso es altamente selectivo produciendo tanto parafinas como aromáticos, y tienen un rendimiento de aproximadamente 5,2 toneladas de gasolina por 12 toneladas de metanol. No existe

NOTICIAS

actualmente experiencia para la operación de esta tecnología a gran escala y el desarrollo está todavía a escala de planta piloto”.

“La principal ventaja del proceso Mobil, en comparación al proceso de síntesis de gasolina mediante Fischer-Tropsch, es la mayor selectividad y la ausencia de subproductos. Sin embargo, la síntesis se realiza en dos etapas, lo que aumenta los costos de inversión, y la conversión de metanol a gasolinas debe ser analizada cuidadosamente por cuanto el metanol puede ser utilizado directamente como combustible en motores o puede reemplazar parcialmente a la gasolina mediante su utilización en mezclas alcohol-gasolina”.

Si bien este trabajo -advierte el doctor Badilla- se refiere a las alternativas tecnológicas, no se pueden dejar de lado ciertas consideraciones económicas.

“Los costos actuales del petróleo (alrededor de US\$ 34–38 el barril) son superiores hoy en día al del carbón, por unidad energética. Pero los costos de operación (descontando el valor del carbón) de los procesos de conversión del carbón son superiores a los costos de operación del petróleo y del gas natural, y por ejemplo, el costo de operación de la conversión de carbón a gasolina es aproximadamente 4,5 veces superiores a los costos de operación para convertir los crudos naturales en gasolina. Este factor representa, en términos generales, la principal desventaja de los procesos de conversión del carbón en comparación con los procesos del petróleo y gas natural.

“Otro factor importante en la utilización del carbón son los costos de transporte. En el caso de Chile, los carbones de Lota deben ser transportados a Ventanas y eventualmente a Tocopilla, distancias que serán mayores para los carbones de Magallanes, y mucho mayor para el caso de los carbones importados. Por lo tanto, las ventajas de los bajos costos de extracción del carbón tienden a ser disminuidas al considerar el costo del transporte”.

“Finalmente, al analizar el actual desarrollo de las tecnologías de conversión del carbón resulta evidente que en las actuales circunstancias, la utilización directa del carbón como combustible es la alternativa más conveniente. Sin embargo, la conversión del carbón, en el mediano y largo plazo, es la alternativa más factible y grandes esfuerzos se

realizan en este sentido en muchos países del mundo”.

LA BIOMASA

Para la profesora María Pieber, del Departamento de Física de la Facultad, los países en desarrollo deben alcanzar, antes que los países desarrollados, una fuente alternativa de energía, puesto que la escasez de petróleo se hará sentir antes que en las naciones industrializadas.

Considera que el alto y creciente costo de los hidrocarburos y los problemas financieros, técnicos y ambientales que van asociados a los combustibles fósiles, son razones más que suficientes para impulsar el desarrollo y el uso eficiente de fuentes de energía renovables. De allí que la Biomasa tenga una gran importancia entre las alternativas que se estudian para reemplazar el petróleo. Así define a esta promesa energética:

“El término Biomasa se emplea para designar a todos los cultivos vegetales, residuos vegetales y orgánicos en general que sean susceptibles de ser utilizados directamente como combustibles o como materia prima para la producción de éstos. La Biomasa, junto con la energía solar, eólica, oceánica, geotérmica y otras constituyen las denominadas fuentes de energía renovables. La Biomasa de vegetales se considera renovable, puesto que las plantas a través del proceso fotosintético utilizan energía solar. Sin embargo, estrictamente hablando, la Biomasa vegetal es sólo parcialmente renovable, ya que su biosíntesis estará condicionada a la disponibilidad de materias vitales y minerales. En la medida que estos materiales puedan ser devueltos al medio ambiente, la generación de Biomasa será un proceso de constante renovación. Recordemos que la fotosíntesis es el proceso biológico por medio del cual los vegetales convierten la luz solar, H_2O y CO_2 en carbohidratos y oxígeno”.

“Estos carbohidratos sirven de fuentes de energía a la planta para llevar a cabo las reacciones metabólicas que llevan a la síntesis de todos sus compuestos orgánicos. La energía solar almacenada en forma de estos compuestos orgánicos puede ser convertida posteriormente en una variedad de combustible. Se pueden obtener combustibles sólidos

dos (madera, carbón de leña), líquidos (alcoholes y aceites) y gases (metano, hidrógeno) o bien ser convertidos en electricidad”.

“Existen esencialmente dos tipos de procesos diferentes que permiten la conversión de la Biomasa en combustibles. Por una parte están los procesos termoquímicos, y por otra, los biológicos o bioquímicos. Los primeros involucran el empleo de calor, y los segundos, el uso de un organismo o enzimas”.

“Los métodos termoquímicos comprenden la combustión, la gasificación y la pirólisis, que se diferencian entre sí por la cantidad de aire/oxígeno utilizados en el proceso de conversión. Así en la combustión directa, la Biomasa es quemada en presencia de suficiente aire/oxígeno. Este proceso de conversión sirve para la producción de vapor, calor o electricidad a partir de residuos forestales y agrícolas. La gasificación es un proceso térmico que utiliza una razón limitada de aire/oxígeno. Sirve especialmente para convertir desechos forestales y agrícolas en gases combustibles de fácil manejo, tal como gas BTU de bajo y mediano poder calorífico. Los productos de la gasificación incluyen monóxido de carbono e hidrocarburos simples y complejos, e hidrógeno. Por procesos de síntesis posteriores, la gasificación puede ser utilizada también para producir metanol”.

“La pirólisis es la descomposición de la materia orgánica a alta temperatura a presión atmosférica en ausencia de oxígeno. Los productos de la pirólisis incluyen hidrocarburos, aceites pirolíticos, tan, chan y carbón”.

“La pirólisis es adecuada para convertir estiércoles, desechos agrícolas, residuos de madera y municipales. A igual que en la gasificación también es posible llegar a la obtención de metanol por procesos de síntesis posteriores. Los rendimientos de metanol estimados a partir de madera son de 120 galones por tonelada seca de madera, y 80–100 galones por tonelada seca de plantas”.

“Los procesos biológicos o bioquímicos involucran la interacción de la Biomasa con bacterias, hongos o enzimas. Mediante el proceso de digestión anaeróbica, estiércoles y otros desechos orgánicos pueden ser convertidos bajo condiciones controladas en una mezcla de metano/anhidrido carbónico llamada biogás”.

“Por otra parte, mediante el proceso de fermentación anaeróbica se puede convertir Biomasa que contenga azúcares o almidones, en alcohol. Como el azúcar y el almidón son sustratos caros y escasos, actualmente se están realizando grandes esfuerzos a fin de poder aprovechar fuentes celulósicas para este fin. Si bien mediante los procesos de fermentación alcohólica a partir de azúcar o almidón se ha logrado en la práctica alcanzar los rendimientos teóricos, la obtención de alcohol a partir de residuos celulósicos resulta aún ineficiente y requiere de una elaboración científica profunda. Al respecto, la hidrólisis química controlada y la hidrólisis enzimática (enzimas celulósicas) ofrecen grandes posibilidades”.

“En síntesis, actualmente existen tecnologías adecuadas y prácticas que permiten la conversión de cualquier tipo de Biomasa. Sin embargo, el estado actual de las investigaciones en el área Biomasa-Energía es aún incompleto como para llegar a establecer de antemano todos los prerequisites que llevan a un diseño a manejo óptimo de un proyecto Biomasa-Energía, dadas las diferentes condiciones socio-económicas y ambientales de un país”.

“En Chile, la disponibilidad de desechos y residuos es tal que los desechos municipales representan la contribución más importante en cuanto a localización se refiere, ya que éstos se encuentran mayoritariamente acumulados en áreas pequeñas dentro de la zona urbana de las ciudades”.

“Santiago es la que contribuye con mayor cantidad de desechos domésticos. Dado que la basura doméstica de la capital (2.100 ton/día) está constituida por un porcentaje elevado de material orgánico degradable, es un sustrato óptimo para la digestión anaeróbica y la producción de biogás. La producción de biogás aparece actualmente muy adecuada, dado que el lugar de disposición de desperdicios final, La FERIA, queda ubicado en un sector que puede ser conectado a los actuales gasómetros de Gasco. No es el caso del sector cerro Renca en que no existen gasómetros. Posiblemente el desarrollo de un área industrializada a su alrededor que permitiera usar el gas producido ya sea como calor o electricidad, representa una buena solución para aprovechar la Biomasa de basuras y mejorar las condiciones sanitarias en su alrededor. Una vez que la producción de gas se agote, los terrenos quedan fertilizados, puesto que los residuos remanen-

NOTICIAS

tes contienen abundantes sales minerales, fosfatos y material nitrogenado. Este habilitaría a tales terrenos para una vegetación abundante”.

“Otro tipo de proyectos que resultaría importante realizar, tanto a nivel de laboratorio, piloto y a mayor escala, son aquéllos destinados a procesar estiércoles de vacuno, pollos y ovejas. Sin embargo, para ello es necesario valorar primero la distribución geográfica de éstos, que es heterogénea. Los estiércoles de animales en Chile suman aproximadamente 26 millones de toneladas anuales”.

“Al sur de Manila, en las Filipinas, existe un complejo de procesamiento del estiércol de 17 mil chanchos, que produce 46 mil pies³ de gas al día. Este gas es almacenado y utilizado para generar electricidad con la que funciona el matadero, una conservería y para uso doméstico de los trabajadores residentes. El residuo que queda después de la digestión anaeróbica, es aireado y secado convenientemente y posteriormente mezclado en una proporción del 10% con el alimento que se les da a los porcinos, constituyendo una valiosa fuente proteica, que reduce el período de crecimiento de los animales. Finalmente, el sobrenadante que resulta después de la digestión anaeróbica es vertido en pequeñas lagunas, donde se deja para una digestión aeróbica. Este líquido rico en proteínas, sirve para alimentar algas que, a su vez, servirán de alimento para peces y patos. Este ejemplo muestra un aprovechamiento integral de la Biomasa.

ENERGIA SOLAR

La energía solar es una fuente alternativa de energía que deberá jugar un rol significativo en el mediano y, sobre todo, en el largo plazo. De ahí que sea preocupación de universidades y centros de investigación.

Ya existen tecnologías aprobadas y comercialmente disponibles, de costos todavía elevados. En ciertas aplicaciones, esos costos son competitivos e inferiores a los de las tecnologías tradicionales (ejemplos en Chile: pozos de evaporación solar de Soquimich; plantas de secado de concentrado de cobre de Codelco; deshidratación de productos agrícolas; calentamiento de agua residencial; telecomunicaciones, etc.).

En el curso quedó demostrado que la tecnología solar está en rápida evolución y muchos países

destinan recursos humanos y financieros importantes en su desarrollo. Son los casos de Japón, Israel, Francia, Estados Unidos, Alemania Federal, Unión Soviética, India, Arabia Saudita, etc.

Como un ejemplo de la importancia que algunas naciones le conceden a la energía solar, los países miembros de la Agencia Internacional de Energía destinaron en 1980 alrededor de mil millones de dólares para tal fin. Los fondos fueron aportados entre los gobiernos y la industria privada.

En cuanto a Chile, presenta excelentes condiciones técnicas para el aprovechamiento de la energía solar. Entre los recursos renovables es el de mayor potencial técnicamente aprovechable, excediendo largamente a la energía hidromecánica y la Biomasa.

Sus ventajas son varias. Se presta para aplicaciones descentralizadas; el impacto ambiental es benigno; su tecnología es simple y al alcance de cualquier país y no depende de mercados políticamente inestables.

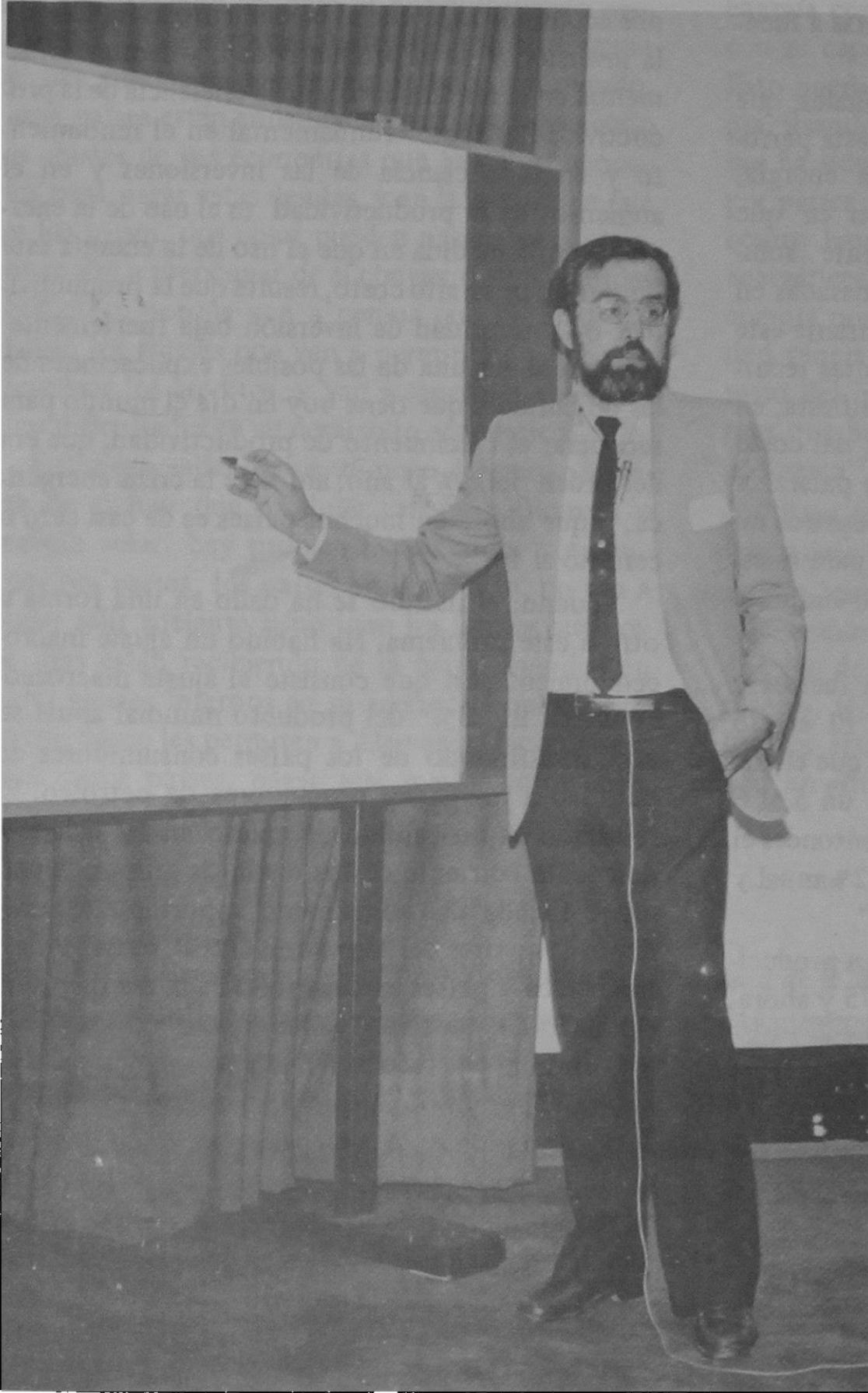
Sus desventajas se enumeran así; para muchas aplicaciones la tecnología no está madura; las tecnologías y el desarrollo son de alto costo; la disponibilidad es intermitente y aleatoria; es de baja densidad por metro cuadrado.

La Facultad ha considerado los trabajos sobre la energía solar como uno de los temas prioritarios en el área de energía. Aparte de ser incluida en los cursos regulares, varios departamentos realizan investigaciones sobre evaluación del recurso, sistemas pasivos y activos, aplicaciones residenciales, mineras y agrícolas.

10 AÑOS DE LA CRISIS ENERGETICA

El profesor Efraín Friedmann fue el encargado de realizar la exposición de clausura del curso. Lo hizo con un novedoso enfoque sobre la crisis energética:

“Se van a cumplir en octubre de este año diez años de la llamada Crisis Energética. Como vemos, el tiempo pasa con mucha rapidez. No se puede hablar ya de una crisis energética en su aspecto crítico, agudo; el mundo, en general, ha logrado adecuarse en cierta forma y con un gran costo. Lo que tenemos ahora es una larga y difícil transición de un sistema basado en el petróleo, que era un com-



*Roberto Román,
investigador del
Departamento
de Ingeniería
Mecánica en
su exposición
sobre energía
Solar.*

bustible barato y bastante limpio, a un nuevo sistema energético cuyas formas todavía están, en gran medida, en discusión, que va seguramente a pasar por una transición antes de llegar a su forma final”.

“Tenemos que pensar que la especie humana seguramente va a vivir por muchos millones de años en este planeta —el doctor Tohá tiene serias dudas; tema para otro panel (risas)— y las fuentes energéticas de mayor uso en este momento sólo pueden durar por décadas o tal vez por un par de siglos;

me refiero al petróleo, los hidrocarburos en general y el carbón; de manera que no cabe dudas de que en las próximas décadas se va a ir tendiendo a encontrar un sistema energético eterno o cuasi eterno que está aún por ser determinado; lo que podríamos llamar el problema energético de largo plazo. Por ahora tenemos las energías del presente, que van a servir para nosotros, nuestros hijos, y tal vez nuestros nietos, y lo que estamos discutiendo son estas fuentes hacia el futuro; el carbón, tal vez la Bioma-

NOTICIAS

sa; la energía solar es una de las candidatas a fuentes eternas para la especie humana”.

“Yo quería señalar, como palabras finales, que lo que hay que tratar de hacer durante este período de transición del problema de la energía, es salirse un poco del marco estrecho en que pudiera analizarse buscándole solamente soluciones de tipo tecnológico, soluciones basadas en los recursos. La verdad es que la crisis durante este período no es de recursos, hay abundantes recursos por mucho tiempo. La crisis se manifiesta, en primer lugar, en un aumento del precio, del costo de las importaciones de energía para los países. Y el efecto de la crisis no ha sido el que nosotros no tengamos electricidad, calor o gasolina para nuestros usos, sino que pagamos un poco o bastante más por ellos”.

“Pero hay otros efectos sumamente fuertes y más importantes que quiero recordar. El efecto más significativo de la crisis energética es que el crecimiento económico del mundo era de un 5 al 6 por ciento anual antes de 1973, y desde entonces el crecimiento se ha reducido alrededor del 2% anual y en muchos países el crecimiento es nulo”.

“Además, durante este período se han producido dos fuertes recesiones; en el año 1975 y ahora, que estamos pasando por otra, de duraciones variables, de dos o tres años, durante las cuales incluso en muchos países el producto ha caído. El efecto más fuerte para la economía chilena de la crisis energética es que estamos gastando más en importaciones de petróleo; estamos gastando un poco más que lo que se gastaba en 1973; el efecto más grande es que el precio del cobre y la demanda por el cobre en el mundo ha bajado significativamente, debido a la recesión económica causada por los problemas que el precio del petróleo pone para el crecimiento de la economía mundial”.

Todos estamos bastante confundidos sobre cuál es la relación entre el precio de la energía y el crecimiento económico que hace que el mundo no pueda salir del pantano en el cual cayó en 1973. Son muchas las investigaciones de los economistas que se están haciendo para explicar esto. El mundo ha encontrado sumamente difícil renovar su crecimiento y está muy pesimista respecto a las posibilidades y se teme que nunca más vuelva a crecer al ritmo del 5 al 6% anual debido al alto costo de la energía. Y eso puede deberse, en opinión de algu-

nos economistas, a que el crecimiento es función de la inversión y de la productividad, y factor fundamental en el rendimiento y en la eficiencia de la productividad, y factor fundamental en el rendimiento y en la eficiencia de las inversiones y en el aumento de la productividad es el uso de la energía, y en la medida en que el uso de la energía este limitado por su alto costo, resulta que la productividad o la necesidad de inversión baja fuertemente. Esa parece ser una de las posibles explicaciones de las dificultades que tiene hoy en día el mundo para recuperar el crecimiento de productividad, que era del orden del 3% al año, antes de la crisis energética, y que ahora en muchos países es de casi cero o cercano al 1%”.

“Bueno, el mundo se ha dado en una forma u otra a este problema. Ha habido un ajuste macroeconómico. ¿En que consiste el ajuste macroeconómico?. El 3% del producto mundial anual se está transfiriendo de los países consumidores de petróleo a los países productores de petróleo. El resultado es un cambio completo en las balanzas de cuenta corriente de los distintos grupos de países. Y sucede algo sumamente importante. Si dividimos los países del mundo en OPEP, países industrializados y países en desarrollo cada vez que sube el precio del petróleo, si los ingresos de la OPEP por un alza del precio del petróleo suben en cien mil millones de dólares —han subido en más de 300 mil millones— en el primer año, ochenta los pagan los países industrializados y veinte los países en desarrollo, pero a la vuelta de 2 ó 3 años, de estos cien millones de dólares, en realidad los países industrializados, vía la capacidad que tienen para producir todo tipo de bienes interesantes para OPEP y el resto del mundo, recuperan el balance y el equilibrio comercial”.

“Ustedes sabían que este año los países industrializados tienen un superávit comercial de 35 millones de dólares. Los países de la OPEP, que parten con cien mil millones de superávit, terminan a la vuelta de 3 años con 20 mil millones. El gran desequilibrio se produce en los países en desarrollo. Estructuralmente no pueden, aparentemente, encontrar la forma de pagar por esta energía a estos precios, y se encuentran con déficit comerciales que son en el año 81 de sesenta mil millones de dólares, y solamente se cubren por la vía del endeudamiento. El problema que hay, es que el mundo

está funcionando en base al endeudamiento progresivo de los países en desarrollo, que representan las tres cuartas partes de la población del mundo. Estos países están endeudados, pero están haciendo los ajustes de sus economías que van a ser necesarios para pagar estas deudas, y en la medida en que no los hagan, dos cosas pueden pasar: los banqueros se van a preocupar de si conviene o no seguirles prestando, porque van a pensar que no están haciendo los ajustes que van a permitirles a la banca recuperar los créditos, y van a tener entonces muchas dificultades en su desarrollo económico”.

Entonces, saliéndonos un poco del puro problema de si hay que producir carbón o Biomasa o energía solar, hay problemas de fondo, y es que nuestros países, los países en desarrollo, no van a poder salir adelante si no usan los fondos que hoy en días están recibiendo de la banca mundial en hacer ajustes internos en su economía que les permitan, como les permiten a Alemania, Japón y muchos otros países, pagar este mayor costo de la

energía con lo que ellos son capaces de producir, con su capacidad agrícola, industria y tecnológica. Esto puede ser por la vía de producir energía propia, usando los recursos propios, y puede ser, como ha sido hecho en forma ejemplarmente exitosa por países que no tienen ningún recurso energético, como Japón, Corea, Taiwán, y pocos recursos energéticos como Francia y Alemania, cambiando energía por otros productos, a través de su capacidad general para producir algo que le interese al resto del mundo. Nosotros, como chilenos, tenemos que buscar la manera también de resolver este problema”.

“Esto era lo más importante que quería decir; voy a dejar las otras cosas para otra oportunidad y quiero aprovechar que soy el último en hablar en este seminario, para agradecer nuevamente, por encargo de la Facultad, a los muy distinguidos profesores, técnicos y científicos que han venido de lugares muy lejanos a entregarnos lo que ellos saben, en estos días”.

Al centro, el Ingeniero Civil Efraín Friedman en la clausura de la Jornada sobre Energía.

