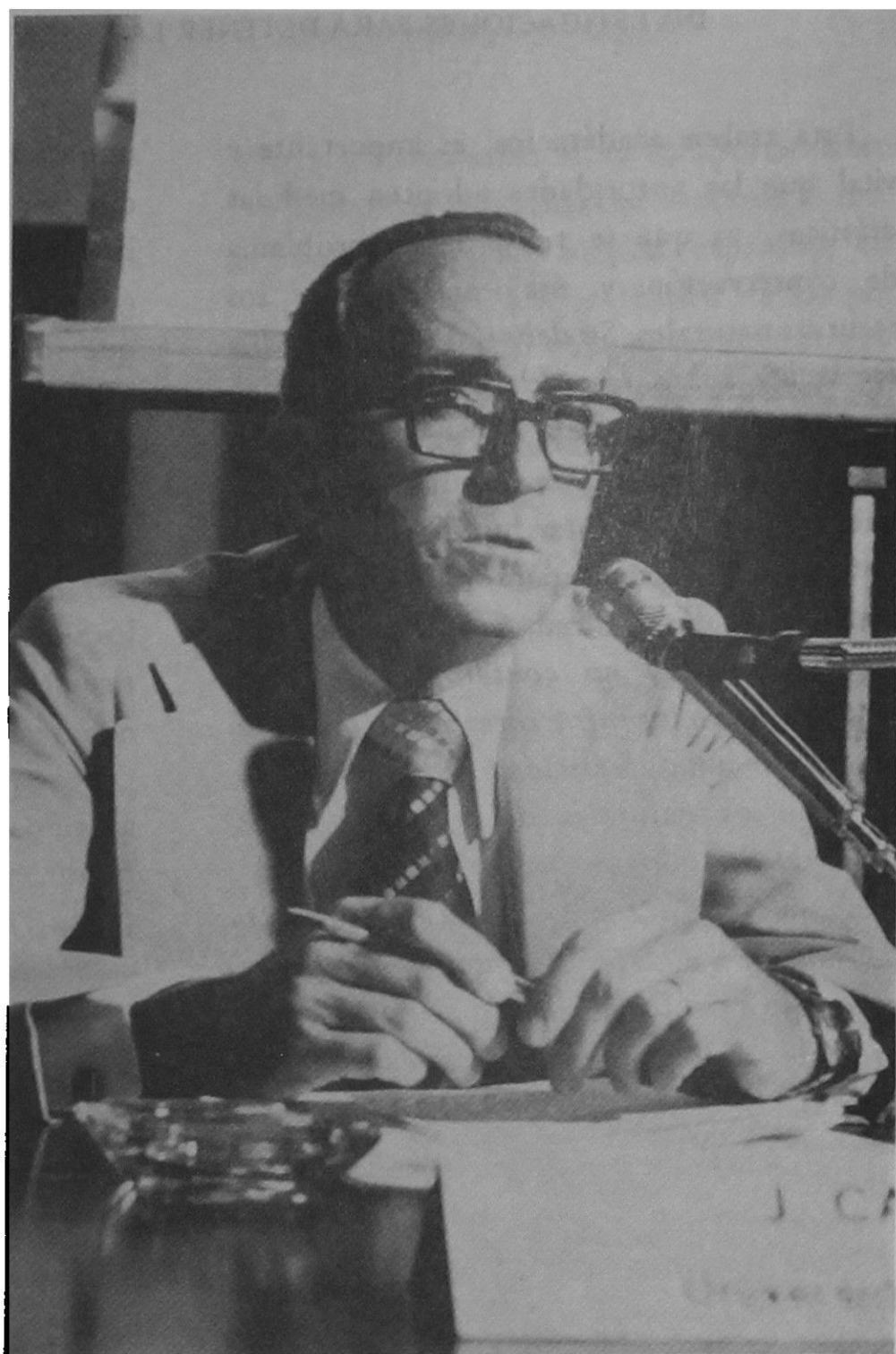


## LA CRISIS MUNDIAL DE ENERGIA Y EL CASO CHILENO



Jaime Cases, académico del Departamento de Minas, moderador de la Mesa Redonda sobre energía.

*La Universidad está consciente de que sus egresados han sido capacitados durante su formación para comprender, actuar y manejar el impacto que tendrá en Chile, la restricción de acceso a las fuentes de energía. Sobre ello y la forma de hacerlo la Universidad se reserva el derecho de emitir su posición. La Universidad ha considerado, sin embargo, comenzar por auscultar y promover en la ciudadanía la preocupación por este aspecto energético que como se ha indicado, es vital.*

Estas palabras corresponden al académico del Departamento de Minas, Jaime Cases, al iniciarse una mesa redonda sobre *La Crisis Mundial de Energía y el caso Chileno*, organizada por la Vicerrectoría de Extensión y Comunicación y la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile. En el evento participaron profesores e investigadores, expertos en energía tanto convencional como no tradicional y se efectuó en la Sala Amanda Labarca, el día 17 de octubre.

Jaime Cases, señaló que dada la gravedad del problema energético que encara el mundo y por supuesto también Chile, se hacía necesario abordar con seriedad y con difusión este problema. Así nació esta mesa redonda, dirigida especialmente al público en general, no tan sólo a estudiantes o profesionales. Nos pareció que era conveniente imprimirle a este enfoque no un recuento de

guarismo sobre consumo, demanda, etc, sino más bien, entregar en una forma llana al ciudadano común por qué en este momento se habla demasiado de energía.

La sesión comenzó con las palabras del moderador, Jaime Cases, quien señaló que la energía es un concepto bien conocido de los físicos y termodinamicistas. El movimiento requiere de energía. Todo en el Universo se mueve, luego a lo largo del tiempo la energía se transforma. Si se fija un nivel de uso, entonces se puede decir que los estados energéticos por encima de ese nivel pueden proporcionar energía al alcanzar niveles por debajo del nivel de uso. Se llama a esto, consumo de energía.

La energía para quien la consume significa un gasto; un costo. De aquí que los economistas vean la energía sólo como una cifra, un costo expresado como flujo de dinero por unidad de energía.

La energía todavía puede adoptar formas cuya utilización no signifique necesariamente una transferencia de energía tangible. Así cuando se utilizan solventes orgánicos derivados del petróleo para extraer especies metálicas de soluciones o simplemente manchas de la ropa, se está haciendo uso de un compuesto que puede generar energía, a través de una transformación. Igual cosa sucede en industrias de transformación. La producción de neumáticos, entre otros generadores obvios de energía, utiliza negro de humo, que no es otra cosa que carbón finamente dividido.

El hombre ha consumido energía, almacenada en la tierra, en forma desordenada e irresponsable.

Se ha gastado una reserva finita de carbón y petróleo sin procurarse de hacer crecer esa reserva. El depósito se está agotando. En una primera etapa, el hombre utilizó leña para pasar a carbón. El siglo pasado recién vio la segunda transición, petróleo en lugar de carbón. El embargo petrolero está abriendo paso a la tercera

transición. Durante siglos el calor del sol llegó a una fracción tremendamente pequeña sobre la minúscula pantalla que es la superficie terrestre. Los organismos vivos acumularon esta energía metabólica en enlaces químicos. Recibida a niveles no superiores a 40°C, la energía almacenada en estos enlaces puede por el fenómeno de combustión ser recuperada a temperaturas variables entre el ambiente y 1.800 a 2.000°C.

Sin duda el uso, manejo, almacenamiento, distribución y posesión de la energía es complejo.

Para promover esta inquietud en la ciudadanía, sobre el problema energético, en este foro — señaló Jaime Cases — se ha planteado una idea central sobre el origen y la magnitud del recurso. La presentación puede ser aceptada o rebatida en cuanto a su origen y también puede ser optimista o pesimista en cuanto a la magnitud del recurso.

Posteriormente correspondió al profesor Juan Sebastián Bernstein de la Facultad pronunciarse sobre la Energía en General, y en particular sobre el catastro de los rubros energía. Llamó la atención el hecho que el 14% del consumo chileno proviene de la madera.

Prosiguió luego, el ingeniero civil de la Universidad Católica y Gerente de Ventas de ENACAR, Sergio Icaza, quien se refirió al carbón como puente necesario entre el esquema actual y futuro de las necesidades energéticas actual del mundo y a las transformaciones del carbón en combustibles líquidos y gaseosos.

A continuación, Carlos Mardojovich, Ingeniero Civil de Minas de la Universidad de Chile y Jefe de Unidad de Contratos de Operación de ENAP, planteó la situación de producción y consumo en Chile.

El tema Apreciación del Futuro de la participación de la Electricidad en el Consumo Energético del País, estuvo a cargo del Gerente General de ENDESA, Mario Zente-



Los exponentes de la mesa redonda, realizada en la Sala Amanda Labarca.

no Carvalho, ingeniero civil de nuestra Universidad.

Dado el interés que ha despertado el tema, presentaremos algunos extractos de las materias abordadas por los participantes:

### Recursos naturales energéticos Uranio y Litio.

Este tema fue expuesto por el Comandante Rolando Soto Sobell, Ingeniero Politécnico Militar, Director de Materiales Nucleares de la Comisión Chilena de Energía Nuclear y profesor de la Universidad de Chile.

Durante el último tiempo se ha prestado considerablemente atención al problema de que la disponibilidad de recursos de uranio sea suficiente para satisfacer la demanda proyectada.

Por una parte se dispone de información sobre recursos razonablemente seguros del

orden de 2.200.000 ton. de uranio y de 2.100.000 de recursos adicionales estimados. Por la otra, la predicción de demanda oscila entre 50 mil y 70 mil ton/año en 1985 a entre 130.000 y 230.000 toneladas por año en el año 2.000.

Nuestro país a la fecha, sólo puede aportar unas 1.200 ton de recursos razonablemente seguros y 5.100 de recursos adicionales estimados.

En lo que dice relación con la energía termonuclear, producto de la fusión nuclear, la situación de reservas de litio está medianamente definida, no así cual será su demanda, la que sólo podrá cuantificarse una vez superados los problemas tecnológicos en estudio.

Se han evaluado reservas de 1.500.000 de ton. de litio en minerales y 4.500.000 de ton. de litio en salmueras. En este aspecto, nuestro país podría agregar 1.500.000 de ton. de litio que son reservas estimadas del Salar de Atacama. Existen fundados argu-

mentos que permiten predecir un notable incremento de estas reservas nacionales una vez evaluado el potencial de otros salares.

En resumen, la situación actual de nuestro país es alentadora en cuanto a este tipo de recursos, por cuanto a lo ya evaluado con diferentes grados de aproximación, deberá agregarse el producto del esfuerzo y prospección de ellos que se está realizando.

## Energía Geotérmica

El profesor Alfredo Lahsen resumió la utilización de la energía geotérmica a nivel internacional e hizo una apreciación del recurso a nivel nacional.

La energía geotérmica corresponde al calor natural de la tierra, cuyo flujo promedio es de  $1,5 \times 10^{-6}$  cal/cm<sup>2</sup> seg; esto equivale a 62,8 watt/m<sup>2</sup>. Este calor es aprovechable con las actuales tecnologías cuando:

- a) Excede en varias veces el flujo promedio terrestre,
- b) Se acumula en rocas y aguas subterráneas en cantidades suficientes para mantener una prolongada explotación industrial, y
- c) Cuando esta concentración anómala de calor puede ser extraída mediante sondajes desde profundidades económicamente accesibles (a menos de 3 km).

El agua (o vapor) transfiere el calor de las rocas, a través del pozo hasta la superficie donde, según su entalpía, puede transformarse en energía eléctrica empleada directamente en calefacción.

Actualmente las centrales geotermoeléctricas instaladas en diversos países del mundo totalizan 2.000 M.W. con una producción cercana a los  $15 \times 10^9$  kwh/año. Una cantidad mucho mayor de energía geotérmica se utiliza en países fríos en calefacción urbana y agro-industrial, en una

magnitud cercana a las 45.000 Tcal/año.

La energía geotérmica está generalmente asociada a la actividad volcánica, de ahí que la Cordillera de Los Andes, que se caracteriza por un intenso volcanismo, presenta grandes posibilidades en esta fuente de energía. Las exploraciones realizadas en las regiones de Tarapacá y Antofagasta han demostrado la existencia de recursos geotérmicos económica y técnicamente explotables para la generación de energía eléctrica. A la fecha los recursos disponibles en estas regiones alcanzan una cantidad equivalente a 330 M.W. de los cuales ya ha sido captado vapor suficiente para alimentar una central geotermoeléctrica de 30M.W. En el resto del país no se han realizado estudios, que permitan estimar las reservas de energía geotérmica existente.

## Formas de energía no convencionales Energía solar

Correspondió a Sergio Alvarado, académico del Departamento de Mecánica, referirse a la factibilidad técnica-económica de la energía solar. Potencialidad y restricción del uso masivo.

La energía solar es ya una alternativa tecnológicamente factible. Su validez económica, para contribuir significativamente al balance energético nacional, se visualiza dentro del mediano y largo plazo.

En la actualidad hay aplicaciones rentables en el campo residencial, agrícola, industrial y minero. Por ejemplo, las pozas solares de SOQUIMICH, equivalentes a una instalación térmica de 60.000 KW.

Respecto a la potencialidad y las restricciones en los planos técnicos y económicos del uso masivo de la energía solar, Chile no ha evaluado exhaustivamente el recurso. La información disponible permite estimar que entre la I y VIII Regiones la potencia técnica

camente aprovechable alcanza a 150 millones de KW (a modo de comparación el potencial hidroeléctrico aprovechable es del orden de 20 millones de KW).

Hay que considerar también el concepto de conservación o ahorro de energía (no confundir con privación). Es generalmente más barato ahorrar que generar 1 KW.

Es necesario por último mantener un pluralismo tecnológico en el desarrollo energético. La civilización no puede depender de una sola forma de energía llámase carbón, petróleo o uranio.

### Bioenergía y biomasa: Recursos renovables

José Tohá, investigador del Departamento de Física, en su participación de la mesa redonda se refirió a la forma de almacenar la energía de bajo-nivel térmico a través de procesos fotosintéticos, a la producción de alimentos a través de fotosíntesis y utilización de energía no tradicional. Analizó las posibilidades de Chile en estos aspectos, particularmente en la zona norte para estas transformaciones a escala industrial.

La energía del fotón que se recibe como luz visible desde el sol es pequeña (1-2 EV). Sin embargo, a través de la fotosíntesis, los vegetales logran almacenarla en productos energéticos como sus lípidos, polisacáridos, hidrocarburos, etc. Por ejemplo, 1 gramo de lípido (grasa) proporciona al combustionarse 9 KCal. Por otra parte, no hay que olvidar que el petróleo es un bio-derivado.

La actividad foto-sintética permite además dirigir la energía captada del sol, a la síntesis de alimentos azúcares, grasas, proteínas, con una alta eficiencia, tomando el CO del ambiente y devolviendo el O que necesitamos para nuestra respiración.

Fotosíntesis  $CO_2 + H_2O \dots\dots (HCOH)_n + O_2$   
Respiración  $O_2 (HCOH) \dots\dots CO_2 H_2O$

De esta manera la síntesis de material energético por el mundo vegetal mejora las condiciones de nuestra atmósfera. También las algas microscópicas fotosintéticas permiten por competencia con los microorganismos limpiar las aguas contaminadas, configurando así a los vegetales como un sistema de utilización de energía renovable, que a la vez disminuye la polución.

La manera más eficiente de producir esta bio-mesa es a partir de cultivos de micro-algas (blue-green) que pueden manejarse en volúmenes grandes, utilizando energías no tradicionales (solar, eólica, mareas), para agitar dichos cultivos y empleando técnicas simples para su desarrollo (en medios salinos - agua de mar - más el agregado de nitratos, fosfatos, etc), así como para su recolección.

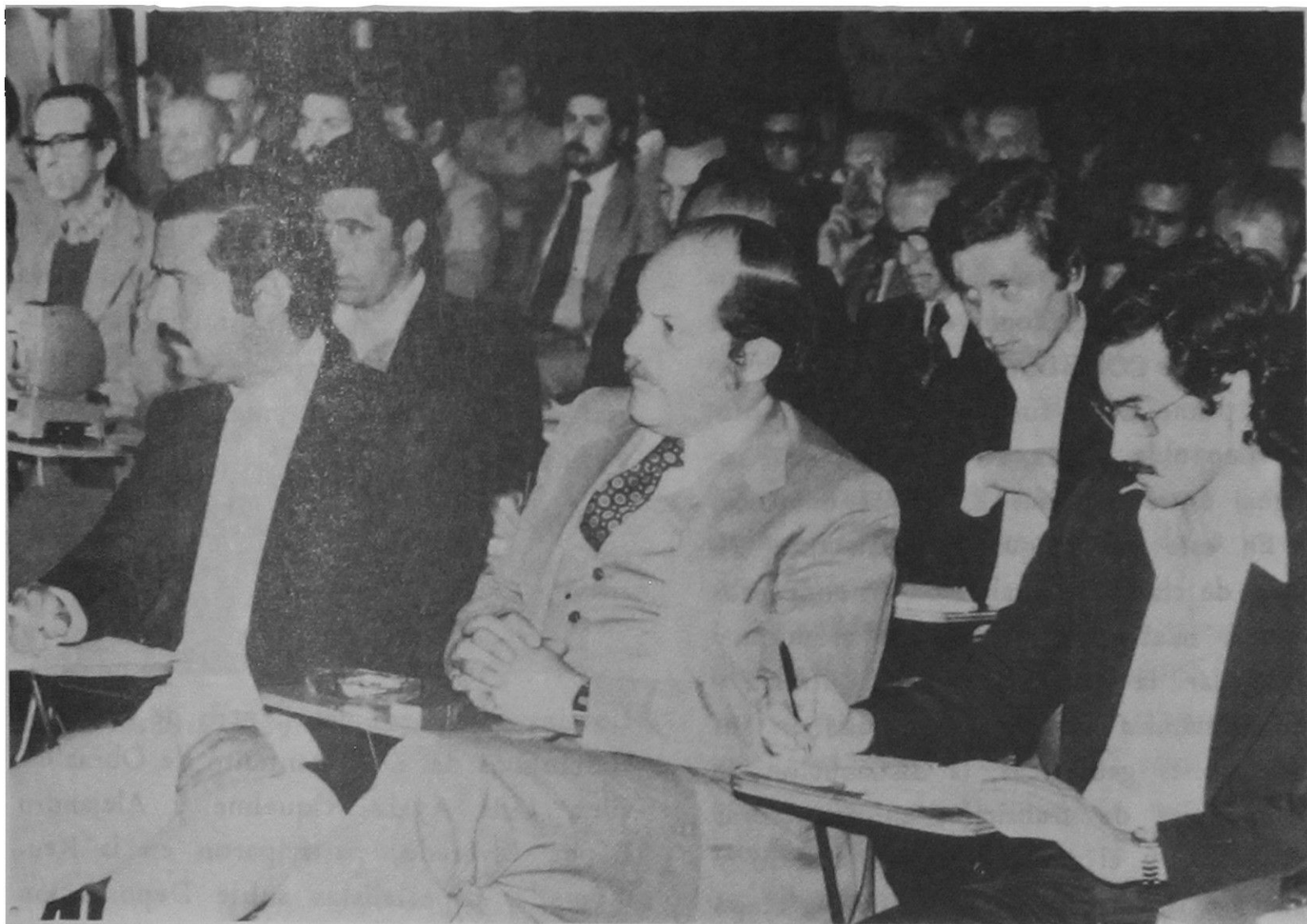
Otros micro-organismos como celulomonas y hongos permiten transformar residuos vegetales en alimentos proteicos y esta es otra manera de aprovechar indirectamente la energía solar.

Chile ofrece en su región norte condiciones muy favorables para el desarrollo de cultivos de micro-algas debido a sus condiciones de alta radiación solar, abundante fuerza eólica, existencia de nitratos y fosfatos.

Los residuos vegetales que abundan en la región sur (paja, coqueta, aserrín), deberían ser utilizados como subtratos para la producción de proteínas a partir de celulomonas y de micro-hongos.

La fermentación anaeróbica de microorganismos (levaduras, celulomonas, metanógenos) permite obtener combustibles de amplio uso como etanol o hidrocarburos gaseosos.

Finalmente la zona norte ofrece posibilidades de desarrollar especies vegetales capaces de generar hidrocarburos y lípidos, tales como la Hevea Braziliensis, el guayule y diferentes euforbias. El ricino nuestro es un buen ejemplo de este tipo de cultivos. Por otra parte se impone desarro-



Un aspecto de la conferencia sobre la crisis energética del mundo y la situación de Chile.

llar en nuestro extenso litoral cultivos marinos iniciados por un incremento dirigi-

do del fitoplancton (micro - algas).

