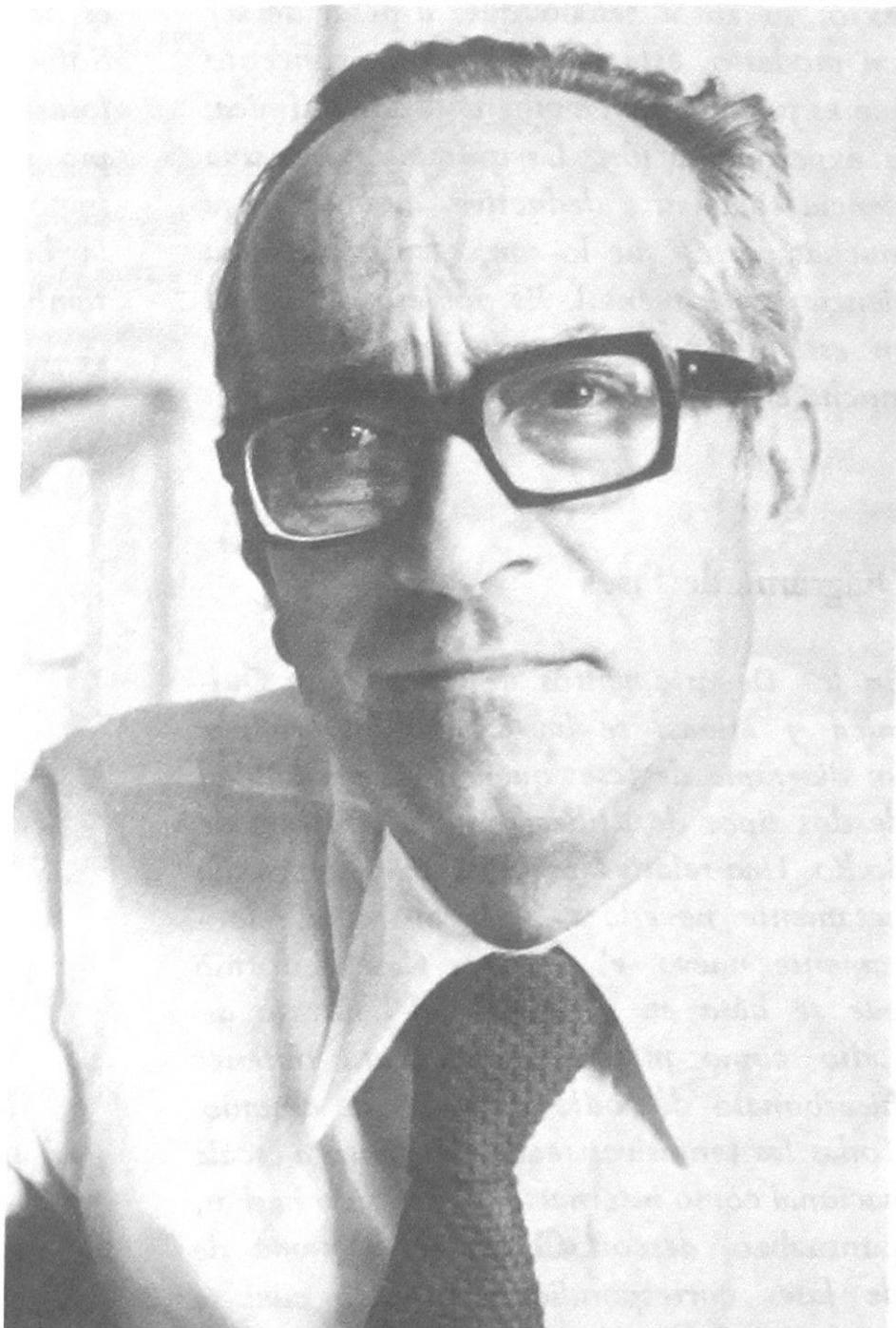


## ES FACTIBLE LA UTILIZACION DE ENERGIA SOLAR Y LA APLICACION DE NUEVOS USOS DEL NITRATO DE SODIO EN CHILE

Investigaciones de gran relevancia para el desarrollo de la industria y de la economía del país efectúa el Departamento de Minas de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Ellas están relacionadas con la utilización de la Energía Solar aplicada a la minería del cobre y al empleo del Nitrato de Sodio en nuevos usos. Estas investigaciones permitirían a Chile, en caso de ser puesta en práctica, ahorro de divisas las que podrían ser destinadas a nuevos programas de desarrollo.



Jaime Cases, catedrático del Departamento de Minas está consciente que los investigadores de nuestra Facultad deben realizar investigaciones que vayan en directo beneficio del desarrollo del país, por cuanto él, Jaime Cases, Investigador del Departamento de Minas.

proporcionará bienestar y progreso a sus habitantes. Pero no sólo los programas de investigación que se desarrollan aquí, ocupan la atención del catedrático, quien se ha dedicado a escribir un texto sobre Termodinámica Química, él que será editado en breves días más. *Es una obra modesta, dijo, dedicada en el prólogo a todos los químicos, vale decir a cualquier persona que estudie química. Este libro no pretende, añadió, en ninguna forma llegar a profundidades, solamente, se desea entregar los conceptos fundamentales a fin de que cualquier persona interesada en la Termodinámica química pueda estudiarla por sí sola. Entregando mayores antecedentes sobre este texto, su autor señaló que, a pesar de ser tan modesto, está basado en otro concepto que es fundamental e inherente a la química, la experimentación. La química no es una ciencia solamente deductiva, aunque tenga muchas partes que lo son, es más bien una ciencia experimental. Es por eso, dijo, que en este libro de Termodinámica se insiste mucho en la parte experimental.*

## Diagrama de fases

*En los Departamentos de Tecnología Química y Minas, se ha logrado determinar un diagrama de fases que abre la posibilidad de dos tipos de utilizaciones del nitrato de Sodio. Una relativamente nueva y la segunda netamente novedosa. Respecto a la relativamente nueva, el profesor Cases informó que se basa en el empleo del nitrato de sodio como materia prima para obtener bicarbonato de sodio y nitrato de amonio. Todas las tentativas realizadas tanto a escala nacional como internacional han sido hechas, puntualizó, desconociendo el diagrama de de fases correspondiente, por lo cual se ha fracasado en el intento. El diagrama de fases es un diagrama por medio del cual un químico puede determinar cuales son las fases que están en equilibrio en un momento dado, o bajo ciertas condiciones, explicó. En definitiva, el diagrama de fases*

*tiene la misma importancia que tiene el módulo de elasticidad para que un ingeniero civil calcule una viga. El diagrama de fase, prosiguió tiene igual importancia para que un ingeniero químico calcule una planta en la cual intervenga un proceso de la llamada química de fase. Indico que ellos, han logrado determinar este diagrama de fase y creen conocer las condiciones para obtener los dos productos. Se excusó de no proporcionar mayores detalles por cuanto estas investigaciones y sus resultados son motivo de una patente precautoria. Lo que si puede decir, afirmó es que en Chile, existe una producción insatisfecha de alcalis, ya que el consumo nuestro a nivel nacional es del orden de unas setenta mil toneladas. Sólo producen alcalis las empresas de celulosas y petroquímicas lo hacen para su propio uso. El nitrato de amonio agregó lo importamos totalmente y como se sabe es la base de explosivos para la minería y también para la defensa.*



Equipos para determinar Diagramas de Fases.

Refiriéndose a la otra posibilidad, que es nueva para la obtención de los productos mencionados, señaló que éste está basado en un estudio que data del año 1953 y que recién ha finalizado. Se trata de la termo-hidrólisis, que es la descompresión térmica por vapor de agua del nitrato de sodio.

En las condiciones que nosotros hemos hecho este estudio se ha logrado rendimientos por encima del 75% en ácido nítrico e hidróxido de sodio. Este estudio será continuado ahora en el Departamento de Minas en un horno rotatorio, el que ha sido facilitado por la Sociedad Química Minera de Chile. Esto con miras a obtener los datos para un escalamiento a planta industrial. Relacionado siempre con este proceso, Jaime Cases agregó que hay una memorista, María Teresa Prat, que está estudiando el Diagrama de Fases, Nitrato de Sodio - Hidróxido de Sodio - Agua, con miras a separar estos dos componentes. La empresa salitrera podría utilizar este procedimiento, una vez que conozcamos los parámetros de escalamiento, puntualizó el investigador. Todos estos logros no tendrían ningún valor si no hubiesemos contado con este Laboratorio de Química Inorgánica y del Salitre como se llama y que se instaló el año 1960 en la Facultad, reconoció el catedrático.

### Instalación de un calorímetro

Uno de los conceptos fundamentales de la termodinámica química, explicó el investigador es el de calor específico, unido a él está el de la entalpía y es por ello y por todo el tipo de información que se puede extraer de la entalpía y del calor específico que hemos empezado a montar un calorímetro. Este mide solamente entalpía, vale decir, el calor a presión constante como dicen los termodinámicos. Tienen algunas características que son importantes: es un calorímetro nuevo en cuanto a que es automático, es tradicional ya que es un aparato isotérmico. Estos calorímetros tienen apenas

unos 20 a 25 años de edad. La medida isotérmica se hace a una temperatura muy cercana a las condiciones standards, 26 grados y la temperatura extrema depende del tipo de horno que se use. Esto nos permitirá a nosotros, señaló, por un lado entrar de lleno a la formación de personal tanto a nivel de la Universidad de Chile como de las otras corporaciones chilenas, a fin de desarrollar la Termodinámica Experimental. Intimamente relacionado con la termodinámica experimental, está la evaluación de propiedades termodinámicas. Jaime Cases, acotó, que casi se podría decir justicia que cuando las propiedades Termodinámicas han sido evaluadas, es cuando uno mejor puede hacer uso de las tablas termodinámicas.

En cuanto a un segundo objetivo que se persigue con este calorímetro, es la formación de personal, tal vez a nivel latinoamericano. Es muy probable que una vez que este aparato sea puesto a punto, tengamos la posibilidad de realizar un curso de termodinámica experimental a nivel latinoamericano.

También, existe un tercer fin, añadió Jaime Cases y ese es otro que la prestación de servicios. Este aparato permite prestar servicios tanto dentro de las universidades como en el ámbito de la industria. El conocimiento de la entalpía en la producción, manipulación y tratamiento térmico de aleaciones es un dato de gran valor. Este tipo de acciones las calificó, como las realizaciones que hace el Departamento de Minas respecto a la docencia y a la investigación más bien fundamental, a pesar que también se puede calificar de aplicada al abordar un tema específico, termodinámica química.

El montaje y puesta a punto de este calorímetro está en manos de Eric Peter, como trabajo de título.

### Programa de investigación

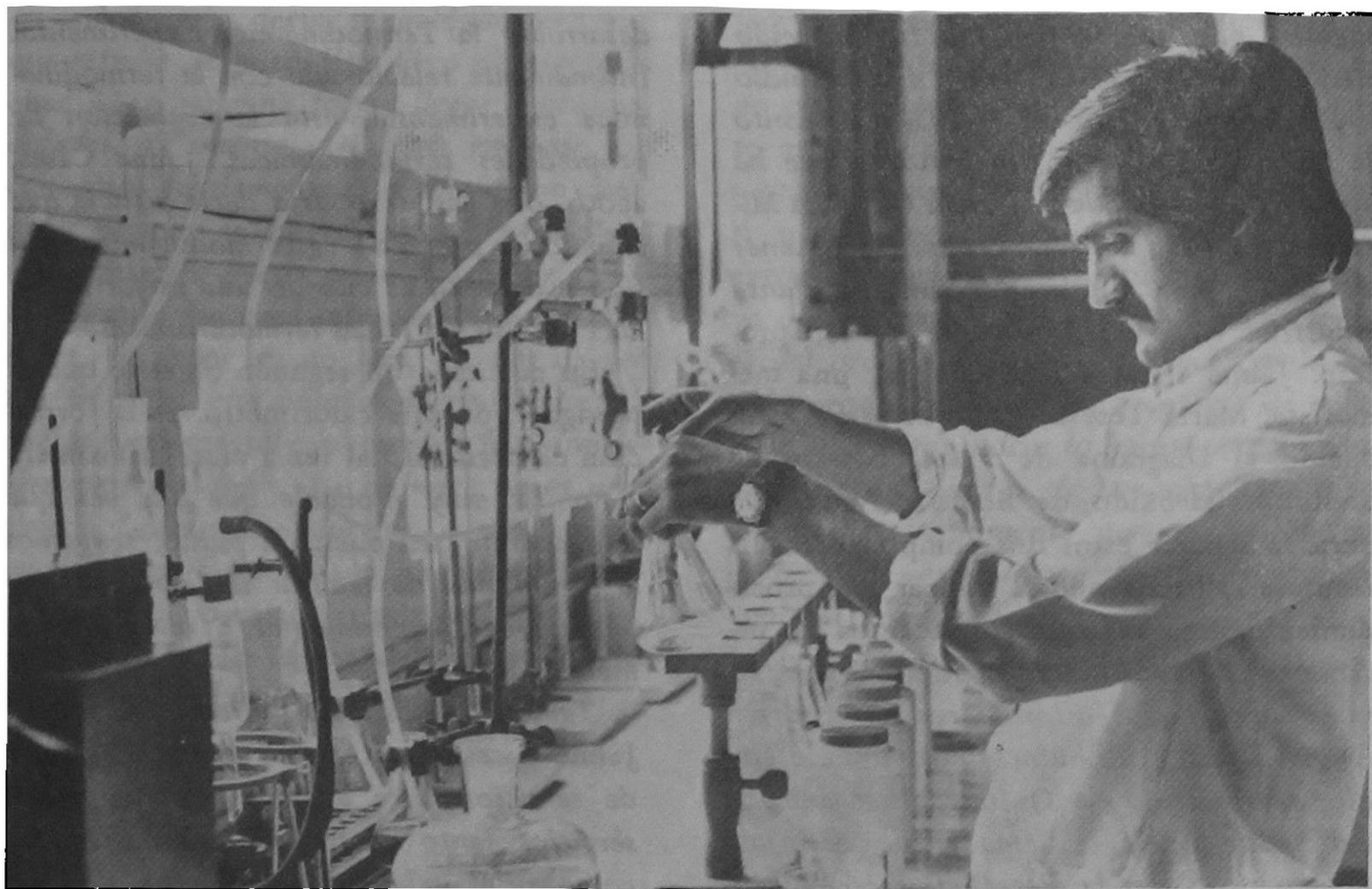
#### Nuevos usos del nitrato de sodio

El programa de investigación que se está realizando en el Departamento, tiene dos puntos principales: uno es la utilización del nitrato de sodio en nuevos usos y el empleo

de la energía solar aplicada a la minería del cobre.

Sobre los nuevos usos del nitrato de sodio, podríamos decir que todo ello está basado en 25 años de investigación continuada, basada sobre el nitrato de sodio y sus derivados. Estos trabajos fundamentales sobre este producto se extiende desde el

composición antes mencionada. Eso fue estudiado, dijo, por un sistema que podría denominarse indirecto, en el cual seguimos la cinética midiendo la presión de descomposición del nitrato de sodio. Esto nos permitió, aclaró, determinar el mecanismo de reacción y postulamos un proceso de germinación. Posteriormente, hicimos un estudio



Laboratorio Físico - Química.

estudio de la descomposición térmica tanto a nivel descriptivo como de la cinética del sistema, determinación de propiedades del nitrito de sodio, compuesto para el cual no se conocía la entalpía. Sólo en 1972 fue determinada la entalpía y el trabajo respectivo realizado por el catedrático Jaime Cases, fue publicado en la revista *Revue de Chemie Mineral*. Pero no fue lo único que se determinó, también el investigador chileno, logró determinar a este producto, el nitrito de sodio, el calor de solución a dilución infinita. El primer trabajo fue hecho en Berkeley (Universidad de California), y el segundo en el National Bureau of Standards (Gaithersburg). Anteriormente a ello, informó Jaime Cases se habían desarrollado trabajos tan fundamentales como la cinética de la des-

óptico, y determinamos que realmente estos gérmenes nacían, crecían y se interferían en su crecimiento entre sí. Corroborando de esta forma, todo lo que se había postulado en base a las mediciones de la presión parcial del oxígeno. Añadió Jaime Cases que en este devenir de todas estas investigaciones se han recibido más de 25 ingenieros civiles químicos, industriales, licenciados en química en temas relacionados con el nitrato de sodio. Uno de los últimos que se reciben ahora, utilizó todos los conocimientos que acabamos de resumir y recibió como tema de memoria estudiar la acción del vapor de agua a alta temperatura. El resultado ha sido que la conversión a hidróxido de sodio y a ácido nítrico es lo suficientemente alta como para que el

proceso sea de interés para la industria nacional. Basta decir, afirmó el catedrático que una tonelada de hidróxido de sodio cuesta arriba de 200 dólares, una tonelada de ácido nítrico vale alrededor de los 500 y 600 dólares y una tonelada de nitrato de sodio cuesta tan solo cien dólares. Bastante diferencia ¿verdad?; la puesta en práctica de esta investigación a nivel industrial, permitiría al país lograr ganancias significativas, a la vez que ahorrar una gran cantidad de divisas.

Respecto al segundo estudio, señaló que éste ha sido tan solo un estudio fundamental y de gran interés para Chile. Este consiste en la determinación del diagrama de fases del par salino recíproco: nitrato de sodio, bicarbonato de amonio y el nitrato de sodio en bicarbonato de sodio y nitrato de amonio. El primero, el bicarbonato de sodio que mencionara antes el investigador da otra fuente de alternativa: el hidróxido de sodio para obtener carbonato de sodio, en tanto que el nitrato de amonio es un explosivo necesario tanto para la industria minera como para la defensa nacional.

Jaime Cases, hizo un paréntesis sobre estos puntos para referirse a un asunto que él considera de suma importancia, al manifestar que es necesario distinguir y comprender claramente que sí bien el país necesita tecnología, estas tecnologías deben ser desarrolladas y pueden ser realizadas por los chilenos, pero, para ello, es necesario dijo, que todos los chilenos que trabajamos en investigación comprendamos que la tecnología es una etapa final de una investigación básica, ambas por supuesto bien hechas. Sin investigación fundamental no hay aplicación, porque no se puede aplicar lo que se desconoce.

## Evaporación solar

El otro tipo de investigación que se está comenzando a realizar en el Departamento de Minas es sobre la evaporación solar. Para fijar ideas es conveniente, señaló Jaime

Cases, repetir algunas cifras que frecuentemente están en mi boca. La utilización de la energía solar en Chile, de mayor repercusión en este momento, son los 10 pozos de evaporación solar de la Sociedad Química y Minera de Chile en Coya Sur, II Región. Estos 10 pozos evaporan una cantidad de agua equivalente a ocho millones de dólares en petróleo. Dicho de otra forma, es que si no dispusimos del sol y quisieramos evaporar agua, lo que hacemos en un año en estos 10 pozos solares, debiéramos comprar petróleo equivalente a 8 millones de dólares. Hasta ahora, explicó el catedrático, uno de los subproductos de la industria del cobre, son los relaves de baja concentración y que han sido sometidos a procesos de intercambio iónico. Ha sido una buena solución, pero creemos también añadió, que el intercambio se vería favorecido si la solución tuviera una concentración mayor que la que actualmente tiene y dado que salvo las minas de El Teniente y La Africana, el resto de los yacimientos se encuentran todos en la zona de mayor radiación solar, creemos que esta sería otra aplicación de energía solar a la industria del cobre.

Es fácil construir pozos solares y es económico utilizar esta energía gratis para efectuar una primera concentración y, en seguida recuperar el cobre, ya sea como sulfato de cobre o bien, como una solución más concentrada a través de un proceso de extracción pro solventes, afirmó Jaime Cases, Yo creo que esto resume tal vez, no brevemente lo que pensamos hacer, lo que tenemos entre manos actualmente. No hay ninguna de estas cosas que no esté en ruta. Habría que agregar al punto anterior sobre el estudio fundamental que hicimos con vapor de agua que logramos conseguir con la Sociedad Química y Minera de Chile que nos facilite un horno rotatorio de atmósfera controlada. En el realizaremos las experiencias para obtener los datos de escalamiento. Finalizó señalando el investigador y catedrático del Departamento de Minas de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Jaime Cases.