

# Tierra sólo hay una: La vida amenazada por la erosión ambiental



**Modesto Montoya**

**Abril 2022**

## **Contenido**

### **Introducción**

#### **Agricultura: esperanza peruana**

*Diario La República, 7 de agosto de 1985*

#### **El saber y el poder**

*Diario La República, 14 de julio de 1985*

#### **Alimentos: conservación por irradiación**

*Diario La República, 11 de septiembre de 1985*

#### **Naturaleza: Cambio constante**

*Diario La República, 6 de enero de 1986*

#### **Invierno nuclear en el Hemisferio Sur**

*Diario La República, 23 de enero de 1986*

#### **Irradiación y contaminación nuclear**

*Diario La República, 15 de junio de 1986*

#### **Medicina: Basurero de medicamentos**

*Diario La República, 16 de agosto de 1986*

#### **Agricultura: Plantas regeneratrices**

*Diario La República, 8 de octubre de 1986*

#### **Ciencia: La vida en equilibrio inestable**

*Diario La República, 14 de noviembre de 1986*

#### **Bosques moribundos**

*Diario La República, 23 de noviembre de 1986*

#### **Sol: Fuente de vida y de la muerte**

*Diario La República, 28 de enero de 1987*

#### **Ciencia y Tecnología: Alerta roja ecológica**

*Diario La República, 9 de febrero de 1987*

#### **Minería: Las bacterias extractoras de metales**

*Diario La República, 23 de mayo de 1987*

### **Entre el temor y la necesidad**

*Diario La República, 9 de julio de 1987*

### **Reestructuración industrial: La cadena del frío**

*Diario La República, 13 de agosto de 1987*

### **¿Chernóbil versus Goiania?**

*Diario La República, 23 de octubre de 1987*

### **Los herbicidas fatales**

*Diario La República, 9 de julio de 1988*

### **Investigaciones sísmicas y mitigación de desastres**

*Diario La República, 5 de diciembre de 1988*

### **Tecnología y sociedad: Los ecologistas peruanos y el “peligro” nuclear**

*Diario La República, 9 de enero de 1989*

### **Educación Científica en Escuelas y Colegios**

*Diario La República, 3 de agosto de 1989*

### **Ciencia, Tecnología y Sociedad: Ecología y modernidad**

*Diario La República, 25 de febrero de 1990*

### **Leonor Méndez: Ejemplo de la Investigación peruana**

*Diario La República, 3 de noviembre de 1990*

### **Las bacterias acabarían con la humanidad**

*Diario La República, 22 de enero de 1991*

### **Bacterias sin guerra**

*Diario La República, 16 de febrero 1991*

### **Cóctel de virus y bacterias**

*Diario La República, 9 de abril de 1991*

### **Desinformación científica: Formas de vencerla**

*Diario La República, 15 de abril de 1991*

### **Economía Ecológica: Los desastres a mediano plazo**

*Diario La República, 5 de junio de 1991*

### **¿Hambre o veneno?**

*Diario La República, 12 de junio de 1991*

**Camino a la locura**

*Diario La República, 27 de junio de 1991*

**Más riesgos que lo pensado**

*Diario La República, 3 de julio de 1991*

**Trampa mortal**

*Diario La República, 9 de julio de 1988*

**Reactivación volcánica: ¿Reactivación del geofísico?**

*Diario La República, 9 de agosto de 1991*

**Patentes y medio ambiente**

*Diario La República, 17 de septiembre de 1991*

**Sobrevivientes de año huracanado**

*Diario La República, 8 de octubre de 1991*

**Guerra contra la polución**

*Diario La República, 30 de noviembre de 1991*

**Cajón de sastre: Ecologistas ahumados**

*Diario La República, 9 de diciembre de 1991*

**Instituto Geofísico: Renovación y Reactivación**

*Diario La República, 4 de abril de 1992*

**Ciencia y Agricultura: Supercereales**

*Diario La República, 30 de abril de 1992*

**Ciencias nucleares para rastrear el agua**

*Diario La República, 5 de mayo de 1992*

**Cumbre de la Tierra: Energía, Desarrollo y Ecología**

*Diario La República, 22 de junio de 1992*

**Energía Nuclear: Un recurso nacional**

*Diario La República, 19 de julio de 1992*

**Los Alamos: Viaje al futuro y a la naturaleza**

*Diario La República, 8 de agosto de 1992*

**Protejamos la Tierra**

*Diario El Peruano, 28 de abril de 1993*

### **Preocupaciones ambientalistas**

*Diario El Comercio, Opinión Nacional, 9 de septiembre de 1994*

### **Emergencias energéticas**

*Diario El Comercio, Opinión Nacional, 18 de octubre de 1994*

### **Cascada tecnológica y potencial humano**

*Diario El Comercio, Suplemento Dominical. Sección: Ciencia. 26 de junio de 1994*

### **Transporte de desechos**

*Diario El Comercio, Opinión Nacional, 26 de agosto de 1994.*

### **Energía solar en el Perú**

*Diario El Comercio, Suplemento Dominical. Sección: Ciencia. 24 de abril de 1994*

### **Creatividad Municipal**

*Diario El Comercio, Opinión Nacional, 22 de octubre de 1995*

### **Transporte y polución**

*Diario El Comercio, Opinión Nacional, 22 de noviembre 1995*

### **Agua: ¿problema eterno?**

*Diario El Comercio, Opinión Nacional, 13 de noviembre de 1995*

### **Biotecnologías en el Perú**

*Diario El Comercio, Opinión Nacional, 15 de mayo de 1995*

### **Minería moderna**

*Diario El Comercio, Opinión Nacional, 31 de marzo de 1995*

### **Agua para Lima**

*Diario El Comercio, Opinión Nacional. 6 de marzo de 1995*

### **Recursos naturales**

*Diario El Comercio, Opinión Nacional, 22 de enero 1995*

### **Física peruana en Antártida**

*Diario El Comercio, Opinión Nacional, 12 de febrero de 1995*

### **Agua y contaminación**

*Diario El Comercio, Opinión Nacional, 1 de diciembre de 1995*

**“El Niño”: ciencia y tecnología en pañales**

*Diario El Comercio, Opinión, 11 de marzo de 1998*

**Fusión nuclear: el control de la energía: el sol en la Tierra**

*Diario El Comercio, Opinión, 30 de junio del 2005*

## **Introducción**

Cincuenta siglos atrás, en lo que hoy conocemos como la ciudad sagrada de Caral, ya existían nociones de conservación y de ingeniería sostenible en el imaginario de este mítico pueblo. Allí, ya se planificaba el manejo ecosistémico de la tierra, el bosque y el río.

De la misma forma, hace 19 siglos, la cultura Nazca logró maximizar el almacenamiento de agua con sistemas de canales de riego y de andenes, observatorios solares para monitorear sus sistemas productivos. Construyeron un conjunto de obras de infraestructura, como los puquios, las amunas y los acueductos. Todo en absoluta armonía con los ecosistemas de alta montaña.

Los incas cuidaron celosamente el ambiente, siguiendo claras pautas ecológicas de conservación y manejo de los suelos y las aguas. Prueba de ello son las andenerías que se observan cuando recorremos el suelo peruano.

Este vínculo especial que el Tahuantinsuyo tuvo con la naturaleza, les sirvió para crecer, pero también para desarrollar una cosmovisión basada en el amor y respeto por el ambiente, en donde interpretaron al mundo como un todo vivo y al ser humano como parte indelible de la naturaleza.

Quizás por eso tuvieron la sabiduría de declarar no solo como Madre a la Tierra y Padre al astro sol, sino que también reconocieron la presencia e importancia de la luna, el agua, el viento, las montañas y de todo el entorno, sabiendo integrarse a ellos como parte del cosmos.

Luego de la llegada de valores ajenos a las preincas nos vemos invadidos por la contaminación ambiental, plásticos, botadores de basura, relaves mineros, playas convertidas en cloacas, en derrames de petróleo, etc.

Incluso hemos degradado lo que alguna vez reconocimos como nuestra propia madre a categoría de objeto. Destruimos nuestros bosques, contaminamos nuestros mares y llenamos de basura nuestras montañas; provocando, así, pestes y enfermedades.

Ahora, el Estado y la empresa deben trabajar conjuntamente para proteger el ambiente en el que vivimos. Hay muchísimo por hacer, pero solo podremos lograrlo unidos, aplicando los conocimientos de la ciencia y la tecnología.

## **Agricultura: esperanza peruana**

*Diario La República, 7 de agosto de 1985*

Ganar terreno cultivable, en las escarpadas y erosionadas faldas de los cerros andinos, fue una de las realizaciones del Incanato. El arqueólogo Nick Saunders constata que el cultivo intenso, observado actualmente en Europa, no es un nuevo fenómeno. En la antigua América la agricultura fundó las bases para la civilización y el nacimiento de grandes imperios.

La solución del problema agrícola fue intensificar el cultivo a partir de valles fértiles. Se construyó terrazas en gran escala, se construyeron canales a partir de ríos, se drenó y recuperó terrenos húmedos y se incrementó los programas de irrigación. Tales métodos transformaron el valle de Urubamba en la fuente de alimentos del imperio produciendo, bajo la administración del Estado, muchos más alimentos que se necesitaban para alimentar la población local. Ante el crecimiento de la población, más terrenos marginales fueron habilitados para la agricultura. Así pudo sostenerse a más de 10 millones de habitantes del antiguo Perú. Cuando llegaron los españoles encontraron grandes cantidades de alimentos almacenados. Este es un resumen de la historia agrícola incaica.

El presente, después de tres y medio siglos de una administración colonial y siglo y medio de administración republicana, es más que lamentable. Durante la Colonia se destruyó la infraestructura agrícola para llevar a millones de nuestros antepasados a morir en las minas de oro. Un ejemplo de la administración republicana, respecto a la prioridad que le prestó a la agricultura, es la polución de 320,000 hectáreas de terreno por humos tóxicos de las plantas de la Cerro de Pasco Copper Corporation. El abandono de la agricultura va acompañado del abandono de los campesinos, cuyos hijos mueren por falta de alimentos y medicamentos, como lo demuestra la tragedia de la provincia de Huari.

El Presidente Electo, Alan García ha manifestado que la agricultura tendrá una alta prioridad durante su gobierno. Durante su viaje a Europa, hace algunas semanas, declaró que España (que produce el 98 % de los alimentos que consume) ayudará a su gobierno en la implementación de una nueva política agrícola. En Italia, el próximo presidente peruano logró la promesa del ministro de asuntos exteriores, de ayuda para la irrigación de Puno, Ayacucho y Cuzco.

En una entrevista ofrecida al diario Le Monde, en París, Alan García ha reafirmado su decisión de reactivar los sectores marginales donde viven los tres cuartos de la población peruana, reactivar la pequeña y mediana agricultura andina que podría alimentar a los pobres, los “informales” de las ciudades. Al mismo tiempo, Alan García declaró que tratará de restablecer el equilibrio roto entre la sierra y el litoral.

No cabe duda de que la agricultura es nuestra esperanza. Tenemos una variedad de regiones y productos agrícolas que deben ser explotados intensivamente. Muchos de los productos agrícolas son casi totalmente ignorados, a pesar de sus cualidades alimenticias,



por las masas urbanas. Un estudio reciente, dado a conocer por la Universidad de Texas, confirma que la quinua tiene 18 % de proteína de alta calidad y superior en valor nutritivo a la mayoría de otros granos del mundo (el trigo contiene 11 % de proteína y el maíz 3.5 %). La quinua puede crecer en suelos extremadamente pobres y resiste las más duras condiciones climatológicas. Como la quinua, existen otros elementos peruanos que pueden contribuir en la mesa de una población que sufre desnutrición.

El APRA tiene su primera oportunidad de gobernar. En su primer examen real en la historia del Perú, Alan García redacta su tesis sobre "la Sociología Electoral en el Perú de Siglo Veinte". Como se hace notar en la entrevista ofrecida a "Le Monde", Alan García es en cierta forma un estudiante muy "especial". Su partido tiene que emprender una gigantesca obra. No tendrá el derecho de repetir el examen porque de su resultado depende la suerte de millones de niños, que como aquellos de Huarí necesitan de una política decidida y eficaz.

### **El saber y el poder**

*Diario La República, 14 de julio de 1985*

El 40 aniversario de la bomba atómica (16 de julio) y de su utilización en Hiroshima (6 de agosto) y Nagasaki (9 de agosto), debe ser propicio para que hombres de Estado y hombres de ciencia reflexionen sobre las relaciones que deben existir entre ellos a fin de garantizar el buen uso del saber.

El gran poder energético que se puede detentar con el uso del núcleo atómico y la gran capacidad destructiva que conlleva, puede resumirse en la siguiente frase: "las propiedades de la materia tienen alcances casi ilimitados y pueden ser conocidas por el hombre, cuando cuenta con un ambiente de investigación adecuado".

El hombre de ciencia, escudriñando los dominios escondidos de la naturaleza, se convierte en el explorador de nuevas fronteras cuyas riquezas son inconmensurables. La riqueza del conocimiento es el tesoro moderno, perseguido por los estados que así lo han comprendido. Las antiguas carabelas que servían para conquistar territorios y pueblos son ahora reemplazadas por laboratorios. Los soldados, valientes y robustos, ceden el lugar a hombres cuya pasión es descubrir los secretos de la naturaleza.

El hombre de Estado debe estar convencido que la ciencia no es un lujo ni mucho menos un derroche. No desarrollar ni apoyar la ciencia significa para los países un atraso que es cada vez más irreversible.

El poder usado brutalmente, a ciegas, está condenado a la ruina. El reino del terror y el desprecio por la ciencia ha tenido consecuencias funestas para Hitler, afortunadamente para la Humanidad. Los científicos perseguidos y despreciados en la Alemania nazi demostraron con la construcción de la bomba, su gran error.

El conocimiento de los secretos de la naturaleza tienta a los Estados. El poder que conlleva el conocer les turba y en algunos casos, los obnubila y les induce a usarlo para destruir a la Humanidad. Aquí nace el conflicto. El hombre de ciencia, expropiado de sus secretos, de sus descubrimientos, pierde el control de éstos. Los Estados se erigen entonces en propietarios y responsables de lo que se construya y se destruya con los conocimientos.

De allí que nace la necesidad de diálogo entre hombres de ciencia y hombres de Estado. Pero no un diálogo personal de un científico determinado con un gobernante de turno. Se requiere que los hombres de ciencia se organicen y discutan, Que propongan, por intermedio de sus organizaciones, soluciones a los problemas que aquejan a sus países,

En nuestros países el científico tiene una gran responsabilidad, que no ha sido bien comprendida por los gobernantes, Expuestos a grandes limitaciones económicas y, en algunas oportunidades, a persecuciones (sobre todo en el caso de dictaduras) que los obligan a partir al extranjero para seguir trabajando, con la esperanza de un retorno. A cuántos científicos sudamericanos no habré visto investigando sobre temas que interesan sólo a los países desarrollados, en los laboratorios del extranjero,

El saber es una riqueza que debemos apreciar. Un gobernante sabio puede darse perfecta cuenta de la importancia de la investigación. Hoy en día las superpotencias se disputan los secretos de la ciencia, Los países menos desarrollados, requieren estos secretos para sobrevivir. Sus gobernantes tienen la obligación de tener presente que las materias primas ya no serán las que aseguren un futuro envidiable, hay necesidad de transformarlos. El saber y la permanente búsqueda de nuevas fronteras fértiles de la ciencia son requisitos indispensables para la superación del subdesarrollo.

### **Alimentos: conservación por irradiación**

*Diario La República, 11 de septiembre de 1985*

La conservación de alimentos es un problema que siendo de permanente actualidad, ha conocido diferentes técnicas, tales como la congelación, el calentamiento y el tratamiento químico. Un método antiguo (descubierto en 1943) pero de reciente aceptación, es la irradiación de los alimentos para su conservación.

La irradiación de alimentos destruye la arquitectura de las moléculas. Los ácidos nucleicos (ADN y ARN) y las grandes proteínas como las enzimas, son las principales víctimas. Destruídas la ADN y la ARN, se inhibe la germinación de la papa y la cebolla, por ejemplo, permitiendo su almacenamiento por varios meses. Asimismo, se pueden destruir los huevos y las larvas de los insectos en los cereales y harina. Incluso puede controlarse el número de insectos por esterilización por irradiación de los machos. Se

puede destruir, además, los microorganismos que cambian el gusto y la estructura de ciertos productos alimenticios. Igualmente, se eliminan las bacterias patógenas.

La técnica de conservación de alimentos por irradiación ha sido rechazada por largo tiempo por la opinión pública, temerosa de todo lo relacionado con las técnicas nucleares. Sin embargo, en julio de 1983, una comisión designada por el OIEA (Organismo Internacional de Energía Atómica), el OMS (Organización Mundial de la Salud) y la FAO, ha adoptado una norma para conservación de alimentos por irradiación. Esta norma fue adoptada después que diversos comités mixtos OIEA/OMS/FAO, habían aprobado el método de conservación por irradiación de ciertos alimentos.

El OIEA impulsa actualmente un proyecto regional en Sudamérica, para la conservación por irradiación de papa, cebolla y especias. En el Perú se tiene el proyecto de instalación de una planta de irradiación de multiuso. Actualmente se cuenta con una unidad de irradiación, a nivel experimental, proporcionada por el OIEA.

Para evaluar la importancia de la conservación de alimentos en nuestro país, debemos recordar que aproximadamente el 30 % (500,000 toneladas) de la papa producida en 1982, se perdió por falta de conservación. Ese mismo año se perdió 1 ' 400 de las 92,000 toneladas producidas de cebolla. La planta de irradiación en proyecto tendría una capacidad de irradiar unas 240 000 toneladas de papa y 60,000 toneladas de cebolla, en 1987.

El Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN) y la Universidad Nacional Agraria (UNA) tienen, además, varios proyectos en conjunto para la aplicación de las técnicas nucleares en la agricultura, como el mencionado. Sin embargo, el retraso de la solución de la conocida problemática del IPEN, puede echar a perder los proyectos nucleares en el sector cuya prioridad ha sido reconocida por el gobierno.

### **Naturaleza: Cambio constante**

*Diario La República, 6 de enero de 1986*

Cuando uno observa los objetos que nos rodean, se puede dar cuenta que estos envejecen y con el tiempo caen en el colapso que, en el caso de los seres vivos, llamamos muerte, pero la muerte no significa la desaparición de los componentes que dieron lugar a la vida. Estos abandonan la vieja estructura y toman otras formas de existencia. Todo se transforma, nada se destruye, es el principio que rige en la naturaleza. La transformación constante parece ser vital para los elementos de la naturaleza. De acuerdo a la velocidad del cambio y a la escala que se tome podemos considerarlo como lento o violento.

Tomemos un ejemplo actual, el cometa Halley. El cometa Halley tiene una órbita elíptica alrededor del Sol, con un período de 76 años. ¿Significa eso que ese cometa pasará cada 76 años eternamente? No, cada vez que el cometa pasa por la región solar pierde masa.

Esto se debe a que el Sol calienta la superficie del cometa produciendo la volatilización de sus componentes superficiales. Los gases que escapan del núcleo llevan consigo sólidos pulverizados. Esta continua erosión del cometa será la causa de su desaparición.

Se ha calculado que el cometa Halley aparecerá unas 40 veces más, antes de ser completamente imperceptible. Este cambio es imperceptible en la escala de la vida humana.

La Tierra misma se encuentra en constante cambio: los fenómenos naturales que producen catástrofes humanas son las expresiones de un rechazo a lo estático.

Pero la inestabilidad se manifiesta incluso a nivel ultramicroscópico, en los elementos fundamentales de la naturaleza. Los átomos se desintegran espontáneamente, emiten partículas o rayos energéticos, cambiando su forma, así como las características que los identificaban en forma espontánea y se produce la fisión nuclear –uno de los fenómenos más espectaculares por la energía que libera.

Los elementos fundamentales de la vida no escapan a esta ley de constante transformación. El ADN, elemento que guarda la información que programará las características del ser al que dará origen sufre también transformaciones que producirán la llamada mutación espontánea.

Las causas de esas transformaciones se encuentran en la naturaleza misma del elemento transformado y en las condiciones que lo rodean. Lo que el Hombre hace es tratar de crear artificialmente las condiciones externas para provocar las transformaciones que permitan comprenderla. Con ese objetivo se han construido muchas instalaciones científicas, donde se produce una variada gama de fenómenos: desde la fisión nuclear hasta las mutaciones genéticas inducidas.

La curiosidad del hombre lo ha inducido a buscar algún sentido a las leyes de la Naturaleza y se ha encontrado con el hecho del cambio permanente, de lo dinámico, de las transformaciones y de las mutaciones. Pero si el Hombre mismo y la sociedad en que se encuentra cambia constantemente, la diferencia entre el Hombre y los otros elementos es, tal vez, que éste piensa y podría inducir cambios adecuados para permitir la supervivencia de la especie. La espontaneidad sería, en este caso, reemplazada por la voluntad.

### **Invierno nuclear en el Hemisferio Sur**

*Diario La República, 23 de enero de 1986*

Las investigaciones de diferentes equipos científicos han demostrado las terribles consecuencias de una guerra nuclear. La más desoladora y que incumbe a los países del hemisferio sur es el llamado invierno nuclear: el humo a partir de fuego producido por las explosiones nucleares se elevará hasta la troposfera, el Sol será opacado, la superficie

terrestre será enfriada, la fotosíntesis sufrirá una interrupción en muchos lugares y los seres vivos morirán.

Este cuadro apocalíptico no está reservado a los países implicados directamente en la guerra -las potencias nucleares del hemisferio norte- sino que alcanzará a los países ajenos al posible conflicto. El Comité Científico sobre Problemas de Medio Ambiente nombrado por el Consejo Internacional de Organizaciones Científicas para estudiar las consecuencias de una eventual guerra nuclear, sostiene que el humo causado por una guerra nuclear en el hemisferio norte se esparcirá hacia el hemisferio sur. Este Proceso puede ser más o menos rápido, dependiendo de las condiciones estacionales.

Es claro, entonces, que los países no nucleares serán afectados por la guerra nuclear entre las superpotencias. Esta conclusión tiene consecuencias diplomáticas evidentes. El propio líder de una de las dos superpotencias, Mijail Gorbachov, haciendo referencia al escritor francés Saint Exupéry, reconoce que “todos somos pasajeros de un barco que es la Tierra”, añadiendo luego que “en el siglo nuclear y espacial una responsabilidad infinitamente más grande que en el pasado incumbe a los navegantes de ese barco, a aquellos a quienes se ve confiar la tarea de dirigir los Estados”. Gorbachov ha reconocido igualmente que la responsabilidad por el esfuerzo para el desarme nuclear corresponde también a otras naciones además de las superpotencias.

Mediante declaraciones hechas por Gorbachov, en ocasión de su visita a Francia, ha dado a conocer que la propuesta presentada al presidente norteamericano Ronald Reagan considera la reducción del 50 por ciento del arsenal nuclear que ambas superpotencias tienen apuntándose mutuamente. Reagan y sus consejeros se muestran escépticos. Después de haber señalado que la propuesta es un signo positivo, se dice que no es más que un punto de partida para una base para una negociación. En todo caso el presidente Reagan afirma que seguirá su Programa “Guerra de las galaxias”.

### **Irradiación y contaminación nuclear**

*Diario La República, 15 de junio de 1986*

Nadie está libre de sufrir un accidente nuclear, pero hay una diferencia entre la irradiación y la contaminación radiactiva tanto dentro de instalaciones nucleares como en medios naturales, existen sustancias o elementos radioactivos, emisores de partículas nucleares masivas a grandes velocidades (neutrones, protones, etc.) o partículas de energía sin masa (rayos gama).

El cuerpo humano recibe esas radiaciones cuando se acerca a esas fuentes radioactivas. En este caso se dice que el cuerpo humano fue irradiado. En la presencia de una nube radiactiva, las sustancias que acarrean emiten radiación dañina para el hombre. Sin embargo, el peligro de irradiación disminuye con el tiempo a la medida que los elementos radiactivos; tienen una vida media, es decir un tiempo en que su nivel de radiación

disminuye a la mitad. El nivel de la radiación se mide en bequerel -en honor a Henri Becquerel, descubridor de la radiación- equivalente a una emisión por segundo

Las sustancias radiactivas pueden impregnarse en el cuerpo humano debido al contacto que se pudo haber tenido con dichas sustancias; por ejemplo, cuando la lluvia acarrea elementos radiactivos y los deposita en el cuerpo. En este caso se dice que el cuerpo está contaminado, pero la contaminación puede ocurrir por inhalación de los radioisótopos que se encuentran en el aire o por ingerir alimentos contaminados con sustancias recreativas.

Las sustancias radiactivas ingeridas se alojarán en las partes del cuerpo que correspondan a su proceso de asimilación constituyéndose en un foco de peligro. El yodo 131 se concentra en la tiroides donde puede desencadenar un cáncer algunas décadas después de la exposición. El yodo tiene una vida media de 8 días, de modo que en unos dos meses habrá desaparecido la radioactividad del cuerpo que lo ingirió. El bario-140 se instala en los huesos donde causa tumores en unos veinte o treinta años después de la exposición. La vida media del bario-140 es de 12.8 días. El Kriptón-85 con una vida media de 10.7 años, y el cesio-137 con una vida media de 30.7 años, atacan todo el cuerpo, especialmente los músculos. Estos dos últimos elementos seguirán irradiando por varios años debido a su larga vida media; sin embargo, sus niveles de radiactividad no serán elevados.

### **Medicina: Basurero de medicamentos**

*Diario La República, 16 de agosto de 1986*

La Comunidad Económica Europea (CEE) ha adoptado (12 de junio) un informe en el que se propone una reglamentación sobre la exportación de medicamentos de la CEE. Esa reglamentación “permitiría poner, al menos en parte, término al escándalo de las exportaciones de medicamentos a los países del tercer mundo”, afirma Frank Nouchi en un artículo aparecido en el diario parisino “Le Monde” (30 de julio 1986) titulado “Tercer mundo, basurero de nuestros medicamentos”.

Es perfectamente conocido que numerosos medicamentos, que no tienen autorización de venta en los países del hemisferio norte, son enviados a los países del tercer mundo, que en la mayoría de los casos no tienen una reglamentación adecuada de importación de medicamentos. En un informe titulado “Medicamentos: Feria de Negocios”, realizado por la asociación Freres des Hommes (Hermanos de los Hombres), se presenta un ejemplo que concierne a Lima: “en un estante de una pequeña tienda, una tableta de caramelos contra la diarrea”. “Ninguna advertencia sobre el hecho, se trata de clorafenicol, un antibiótico muy activo pero que tiene efectos secundarios sanguíneos frecuentes. Este medicamento es reservado para enfermedades muy graves en los países productores”.

En América Central, se recomienda mucho la Novalgina contra el resfrío o el cáncer. En los países productores de ese medicamento es prácticamente prohibido porque provoca la desaparición de glóbulos rojos.

Otro triste ejemplo: hasta hace poco, en Filipinas, se podía conseguir fácilmente la Orabolina, un anabolizante, que podía frenar el crecimiento, provocar la masculinización de las niñas y un desarrollo sexual prematuro de los niños. Estos riesgos no eran advertidos a los compradores.

El problema de medicamentos tiene varios años. En 1982, la ONU adoptaba una resolución en la que se precisaba lo siguiente: “los productos que han sido prohibidos (...) en un país (...) no deben ser vendidos en el extranjero (...) salvo un pedido explícito formulado por el país importador”. En 1984, la OCDE uniéndose a los esfuerzos de la ONU, añadía que “donde sea posible, los países importadores deben ser informados de las restricciones del país exportador en lo que concierne a los productos en cuestión”.

En el proyecto de resolución presentado a la CEE por la Sra. Mary Banotti, se tiene el párrafo 5 que tiende a prohibir la exportación de productos prescritos, retirados o sometidos a restricciones particulares en el mercado de la Comunidad o no homologados para ese mercado, a menos que las autoridades del país de importación demanden expresamente ese producto después de haber sido detalladamente informado de los controles que tiene antes de su utilización en Europa.

La falta de recursos económicos de la mayoría de los peruanos los condena a sufrir riesgos de salud. A ello se añade la aplicación de medicamentos baratos, pero sumamente peligrosos cuando no se han realizado los controles suficientes. Aún nos acordamos de las muertes de niños por haber tomado “bolsitas de vida” de dudosa calidad. ¿Existe una reglamentación de importación de medicamentos acorde con la importancia de la salud de los peruanos? Por lo que sucede, no lo parece.

### **Agricultura: Plantas regeneratrices**

*Diario La República, 8 de octubre de 1986*

Uno de los problemas mayores de los países del tercer mundo es la deficiencia de la producción agrícola. En algunos casos esto se debe a la pobreza del suelo, haciéndose necesaria la utilización de fertilizantes químicos que generalmente son importados de los países industrializados. El uso de plantas regeneratrices de suelos como fertilizantes naturales, abren las puertas a una solución apropiada para los países del tercer mundo.

En el laboratorio de Microbiología de Suelos ORSTOM de Dakar (Senegal), se vienen realizando investigaciones sobre la regeneración de la fertilidad de suelos y métodos para disminuir la erosión mediante plantaciones forestales agrícolas.

En este esfuerzo se ha logrado descubrir las propiedades regenerativas de plantas que captan el nitrógeno con gran eficiencia. Estas plantas se introducen en el suelo como fertilizante verde antes de cultivar los cereales u otras plantas que necesitan fertilizantes para crecer. Los vegetales regeneradores tienen hojas más ricas en proteínas que los otros vegetales. La descomposición de las proteínas dentro de la tierra produce sustancias nitrogenadas que reemplazan los fertilizantes nitrogenados químicos.

En Senegal, en 1980 se ha experimentado con la introducción de la planta leguminosa. *sesbania rostrata* en el cultivo del arroz. Se obtuvo un rendimiento de 5.9 toneladas mientras que en las parcelas que recibieron 60 kg. de fertilizantes químicos nitrogenados por hectárea, produjeron 3.8 t/ha. y las parcelas sin fertilizantes dieron 2-1 t/ha. Más aún, el contenido proteico del arroz fue aumentado 37% con respecto a las parcelas sin fertilizantes químicos y 53% con respecto a las parcelas sin fertilizantes.

En lo que concierne a la protección de suelos contra la erosión, las plantas utilizadas por sus potentes raíces para crear dunas son árboles o arbustos captadores de nitrógeno por excelencia. Las acacias y casuarinas están entre las plantas estudiadas. Sus efectos benéficos se producen también por intermedio de las hojas muertas que caen al suelo y por sus raíces que se descomponen en el suelo liberando nitrógeno en formas asimilables para las plantas. Así favorece la instalación de otras especies vegetales asegurando la reconstitución de una capa de humus y la acumulación de elementos nutritivos.

Por ejemplo, la *Casuarina equisetifolia* es usada para la reforestación y regeneración del suelo. En México se usan especies de *Casuarina* para proteger la ciudad contra los vientos de polvo provenientes del lago Texcoco. Podemos ver que la investigación, en agronomía no significa necesariamente buscar en los laboratorios productos químicos que favorezcan el rendimiento agrícola. También es la búsqueda de elementos naturales y baratos que tengan resultados similares o mejores. La participación de biólogos moleculares, fisiólogos y ecologistas en las investigaciones, crean razonables expectativas sobre los futuros resultados.

### **Ciencia: La vida en equilibrio inestable**

*Diario La República, 14 de noviembre de 1986*

La Tierra es un pequeñísimo cuerpo perdido en una infinidad de gigantescas estrellas. Casi una nada. Pero la Tierra guarda un extraordinario fenómeno del Universo: la vida. La Tierra guarda y protege la vida en un equilibrio frágil e inestable. Las agresiones externas chocan contra un verdadero escudo y la vida es abrigada por complejos sistemas de calefacción que aprovechan la energía solar. Aquellos que buscan los secretos de lo natural descubren que la vida se encuentra en un estado inestable. Ellos nos alertan sobre los peligros que acarrearán ciertas actividades humanas para el delicado equilibrio vital. El hombre se encuentra en un momento decisivo, en el que tiene que escoger su forma de desarrollo material sin agredir el medio que le permite vivir.



Estas frases están, desafortunadamente, lejos de ser exageradas. El hombre ha acumulado la potencia destructiva suficiente como para desaparecer todo signo de vida en la Tierra. Esto dentro de las “estrategias de defensa”. Pero, no sólo la eficacia militar pone en peligro la vida; también se encuentran las múltiples actividades industriales que buscan -paradójicamente- facilitar la vida. Por ello se ha comenzado a tomar muy en serio las investigaciones sobre la interacción entre los diferentes elementos del equilibrio vital. Permítaseme tomar dos elementos que cuidan este equilibrio. Se trata del gas carbónico (CO<sub>2</sub>) y el ozono (O<sub>3</sub>).

El carbono (C) se encuentra en todo signo de materia viviente. Y el carbono forma el 27.3% del peso del gas carbónico. Sin carbono no habría vida. Pero no sólo eso, sino que el gas carbónico hace posible obtener temperaturas de vida. Si la atmósfera no tuviera el gas carbónico, la temperatura de nuestro medio sería -en promedio- de 25°C bajo cero.

En cuanto al ozono, éste nos protege de una mortal fracción de rayos ultravioleta. Esta fracción de radiación desorganizaría las estructuras de vida. Además, el ozono también absorbe la radiación solar para liberar calor en la alta atmósfera. Este calor, debido a la interacción entre las diferentes capas de la atmósfera, influye favorablemente en el equilibrio de nuestro medio.

La variación de la cantidad de CO<sub>2</sub> trae consigo variaciones de temperatura. Por ejemplo, si la proporción de CO<sub>2</sub> en la atmósfera aumentaría al doble, la temperatura promedio aumentaría de 2 ó 5° C. Pero el aumento no sería uniforme: en la zona intertropical sería insignificante, mientras que en las regiones polares sería de 10°C. Los glaciares, que tienen varios metros de profundidad, se derretirían produciendo un peligroso desequilibrio climatológico en la superficie terrestre. Aquí es donde debe recordarse que la actividad humana produce un aumento de la proporción de CO<sub>2</sub>.

Los combustibles fósiles y la polución de numerosas fábricas son los principales acusados.

El ozono, el otro elemento equilibrante mencionado, parece disminuir regularmente sobre el Antártico. Se sabe que el ozono tiene varios enemigos. Entre éstos se encuentran los monóxidos de cloro. Ahora bien, los mecanismos de refrigeración, de condicionamiento de aire, los aerosoles, las espumas aislantes, la limpieza en seco, entre otros, son fuentes de clorofluorometanos que suben poco a poco en la alta atmósfera, donde se disocian por acción de la luz solar. La interacción con los elementos de la alta atmósfera, da como resultado los temidos monóxidos de cloro, que atacan el ozono.

Actualmente existen numerosos laboratorios que se sumergen febrilmente en profundas investigaciones de tan vitales mecanismos que nos dan un medio propicio para sobrevivir: las variaciones de CO<sub>2</sub> y ozono. El conocimiento de tales mecanismos nos permitirá, tal vez, frenar la tendencia hacia el desequilibrio.

Pero desde ahora el hombre cuenta con informaciones que deben hacerle reflexionar sobre las actividades dañinas al equilibrio que le permite existir.

### **Bosques moribundos**

*Diario La República, 23 de noviembre de 1986*

Hace algunas semanas en estas mismas páginas, Benjamín Marticorena, alertaba sobre la existencia de "una onda destructiva paralela al desarrollo industrial" y sobre la necesidad de una política industrial ecológica que tal situación plantea. Este problema ha adquirido visos dramáticos en los países superindustriales, siendo Alemania su ejemplo más grave y comienza a alarmar a países en vías de industrialización como es el caso de Brasil, por ejemplo

En Alemania Occidental según la revista Time (19 de setiembre de 1985), el grado de deterioro de los bosques es acelerado. En 1982 el 7.700 % de los 7.4 millones de hectáreas de bosques es acelerado.

En 1982 el 7.7 % de los 7.4 millones de hectáreas de bosques estaban estropeados. Un año mas tarde, 34 % de sus árboles habían sufrido decoloración. El año pasado aproximadamente la mitad de los bosques mostraban síntomas de enfermedad.

La explicación más convincente de la mayoría de los casos de epidemia es que se deben a la polución del aire con anhídrido sulfúrico (SO) y óxidos de nitrógeno (NOx) debido a las plantas eléctricas, plantas de fundición y de automóviles. Cuando estas sustancias se combinan con el vapor de agua se forma el ácido nítrico y ácido sulfúrico que provoca la "Lluvia ácida". Por acción de la luz solar, estas sustancias se convierten en oxidantes que cuando caen traen consecuencias fatales para los bosques.

La razón de la polución en Alemania occidental es en gran medida el uso casi exclusivo de combustible ricos en azufre, como el carbón, para sus plantas energéticas.

En Brasil, el proceso de industrialización en los años setenta -que hizo soñar en la época dorada- ha causado efectos ecológicos igualmente preocupantes.

Entre Sao Paulo y Río de Janeiro se construyeron 70,000 plantas químicas, farmacéuticas, manufactureras, industrias de acero, creándose serios problemas de polución, como "tributo al progreso".

Pero además de la polución industrial existe el clásico corte de árboles o quemado de bosques que tienen efectos similares. El cortado de árboles cambia la ecología y como consecuencia, cambia el clima.

El nuevo Gobierno de Brasil ha tomado el problema en serio, reactivando el Organismo Nacional del Medio Ambiente, otorgándole importantes recursos para hacerle frente.

En nuestro país aun cuando no tiene el grado de industrialización de los mencionados países, el irresponsable centro de Lima y las coloreadas humaredas de las plantas de Sider Perú, en Chimbote, son motivos suficientes para preocuparnos.

### **Sol: Fuente de vida y de la muerte**

*Diario La República, 28 de enero de 1987*

Sin el sol no habría vida sobre la tierra. Gracias a la fotosíntesis se obtiene el oxígeno en el aire que nos permite respirar. El astro rey que tiene una edad de 5 millones de años está situado a 149000 millones de Kms. de la tierra.

Ahora se descubre que los rayos solares también pueden ser dañinos para los que se exponen a estos con exageración. El sol es un gigantesco reactor de difusión nuclear, en el que cada segundo “se quema” 564 millones de toneladas de hidrógeno para transformarse en 560 millones de toneladas de helio, emitiendo radiación en todas direcciones. Esta radiación está compuesta de rayos cósmicos, rayos X, de rayos ultravioleta, rayos infrarrojos y rayos de luz visibles. Afortunadamente la tierra esta rodeada de la capa de ozono que permite la entrada de los rayos ultravioleta más dañinos.

Las radiaciones son más dañinas para las células. Los entes que han sobrevivido en la historia de la tierra, han creado sistemas de protección que les permite aprovechar los efectos de las radiaciones solares, sin sufrir demasiado sus consecuencias negativas.

El hombre cuenta con una serie de barreras naturales que lo protegen contra las radiaciones solares. Primero se tiene la velloidad. Luego en la piel se encuentran varios elementos de protección, siendo la pigmentación melánica la más importante, esta absorbe el 90% de los rayos que reciben. Los negros, cuentan con granos de melanina más voluminosos que los blancos, repartidos en la epidermis hasta el interior de la capa cornea. Mientras más pigmentada es la piel mayor será la protección contra la radiación solar. Por ello la adaptación del hombre a regiones de sol ha ido acompañada de la pigmentación de la piel.

### **Ciencia y Tecnología: Alerta roja ecológica**

*Diario La República, 9 de febrero de 1987*

Una vez más debemos comentar sobre lo improbable que sucede, en materia de riesgos tecnológicos. Ello nunca debe ser considerado suficientemente repetitivo, hasta que las industrias nos muestren que los riesgos son reducidos al mínimo. Estamos lejos de eso.

Three Miles Island, Seveso, Torrey Canon, Chernobil, entre otros, son pruebas irrefutables de que los riesgos en la industria son reales. Hoy en Suiza (país que se ha dotado de un enorme sistema de protección contra la guerra nuclear) acaba de suceder una catástrofe ecológica de origen químico-industrial, que es una de las más grandes de este fin de siglo.

El 1º de noviembre sucedió un incendio en la industria farmacéutica Sandor de Bale. A consecuencia del accidente se ha vertido en el río Rin decenas de miles de litros de productos tóxicos (herbicidas, insecticidas, entre otros). Esto ocurrió durante las operaciones de lucha contra un incendio. Por último, debido a una falsa maniobra se ha añadido aproximadamente 2,000 litros de agua contaminada de mercurio.

“Los efectos de los diferentes productos vertidos se acumulan, pudiendo acarrear consecuencias catastróficas”, señala Raymond Carbie, profesor de farmacia de la Universidad de Farmacia de Estrasburgo. El profesor Carbiener añade que “la especie más afectada es por el momento las anguilas”. “Esto es inquietante porque ésta es considerada como la más resistente de todas. Si las anguilas son recogidas por millares, es de temer que en los días que siguen los otros peces se encontrarán con el vientre al aire”, advierte Carbiener.

Las anguilas fueron las primeras víctimas porque los productos de mercurio son pesados, llegaron rápidamente al fondo del río, su lugar predilecto. Luego estos productos se difundirían y afectarían a los otros peces. “Los envenenamientos a lo largo deberán manifestarse en los próximos 15 días”. Pero pueden durar varios meses”, dice el profesor Carbiener.

El ciclo alimentario completo corre el riesgo de ser afectado. El plancton, que sirve de alimento para las Jarras de insectos, serán las primeras víctimas. Los peces pequeños, que se alimentan de ello morirán de hambre. Los peces carnívoros, tales como la trucha, no encontrarán de qué alimentarse. Las aves que se alimentan de peces estarán en peligro. Unos cien mil patos silvestres que se encuentran en el Rin podrían perecer.

El profesor Carbiener considera que “serán necesarios varios años para reconstruir el ciclo. El plancton puede recuperarse rápidamente, pero no los peces carnívoros. Como el Rin sufre ya de una polución crónica debido a los insecticidas, se corre el riesgo de una remanencia del envenenamiento colectivo”.

La flora no espera mejor suerte. Las algas serán destruidas y los cultivos amenazados, regiones como Alsace se encuentran en alerta. No puede olvidarse que una capa freática se introduce a 200 metros de profundidad y se extiende bajo las zonas circundantes. Los contaminantes pueden invadir lugares insospechados a través de corrientes o de fuentes de agua. La flora corre el riesgo de ser modificada o destruida. La población de Alemania Federal se encuentra bajo el efecto del choque. Tengo el corazón que sangra declaraba un pescador del Rin.

Este accidente hace recordar la catástrofe de Minamata en Japón. A fines de los años cincuenta, la Chisso Corporation vertía una parte del mercurio, del que se servía como catalizador, a la bahía de Minamata. Los peces fueron afectados y luego los que los consumían, especialmente los pescadores. Los signos de intoxicación comenzaron: estomatitis, desarreglos digestivos, afectaciones renales y perturbaciones neurológicas. Hubo 250 muertos. Más de diez mil personas sufren aún las consecuencias; por ejemplo, recién nacidos malformados. El recuerdo de esta catástrofe reina ahora en las mentes de los ribereños del Rin.

La industria, como producto de las aplicaciones científicas, trae sus aspectos positivos que tienden a elevar el nivel de vida de la población, pero como vemos existen riesgos. Sin negarse ciegamente al progreso industrial, debemos estar alertas, sobre todo cuando aparecen signos de falta de sistemas de seguridad adecuados.

### **Minería: Las bacterias extractoras de metales**

*Diario La República, 23 de mayo de 1987*

Las bacterias pueden prestar servicios insospechados. Aquellas del género Thiobacillus son capaces de extraer elementos metálicos, haciéndolos pasar por el estado de solución. Ese proceso se llama lixiviación bacteriana. Aunque en el mundo se conoce este proceso desde hace unos veinte años, en el Perú se está tratando de introducirlo desde hace algunos años. Por falta de un seguimiento continuo de las investigaciones se está corriendo el riesgo de perder los esfuerzos invertidos.

En una entrevista con el Ing. Metalúrgico Jorge Rodríguez, del INGEMMET, nos enteramos que hace unos diez años se comenzó un proyecto de lixiviación hidráulica, en el que se mencionó la lixiviación bacteriana. Se descubrió que en las minas de Cerro de Pasco se producía la acción de las bacterias en las aguas de minas. El Ing. Rodríguez observó que en Quiruvilca se aplicaba, sin saberlo, el método de lixiviación bacteriana para recuperar cobre. En una mina abandonada, el agua se empozaba y después de un tiempo podía recuperarse el cobre disuelto. Las bacterias producen reacciones químicas en los minerales para recuperar la energía y poder sobrevivir. Al hacer esta recuperación de energía, crean el desequilibrio entre los enlaces de los átomos liberando los metales preciosos.

Esta propiedad de las bacterias ocurre con los sulfuros, que son los que se encuentran en el fondo de las minas. En la superficie se encuentran los óxidos que han producido gran cantidad de riqueza para el Perú en los pasados años. Sin embargo, la recuperación de los minerales del fondo y de baja ley, puede hacerse por intermedio de los métodos de lixiviación bacteriana.

La AID subvencionó (entre 1984 y 1986) un proyecto de lixiviación bacteriana ejecutado por el laboratorio de microbiología de la Universidad Cayetano Heredia. El Dr. José Luis Bauer, microbiólogo de ese laboratorio, afirma que existen algunas dificultades cuando se requiere al nivel industrial. Coincide con el Ing. Rodríguez, afirmando que falta una buena comunicación entre los investigadores de laboratorio y los investigadores de planta. Además, según los especialistas, los empresarios desean obtener resultados inmediatos presionados por la ley de mercado. No se presta atención a la investigación, que puede dar excelentes resultados a mediano plazo. Las bacterias actúan en forma lenta pero segura y a bajo costo. Una interrupción de los programas de investigación deja a otros, una vez más, los probables beneficios de una nueva biotecnología. Actualmente, 10% del cobre producido en el mundo tiene que ver con este tipo de producción.

Por otro lado, existe la persistencia de los técnicos de planta en los métodos convencionales y violentos (trituration, lixiviación química, altas temperaturas) sin preocuparse por métodos nuevos, que pueden ser útiles para minerales de baja ley, en los cuales los métodos convencionales no son rentables.

Asimismo, existe el complicado problema de la modernización de las minas y sus consecuencias políticas. La lixiviación bacteriana equivaldría a dejar trabajar las bacterias y recurrir a una menor capacidad instalada y de mano de obra.

Por ello, algunas minas, de no modernizarse a tiempo, se estarían convirtiendo en verdaderas bombas de tiempo sociales. En este cuadro, los métodos modernos de lixiviación son relegados. Por ahora, sólo quedan los profesionales y técnicos preparados en esta novedosa actividad, que adquiere gran importancia en el mundo, pero que ha perdido apoyo en el Perú, aunque cuenta con una modesta ayuda del CONCYTEC.

### **Entre el temor y la necesidad**

*Diario La República, 9 de julio de 1987*

La cuarta parte de alimentos vegetales se pierde por falta de métodos apropiados de conservación. Por otro lado, la exportación de alimentos vegetales puede reducirse, debido a la falta de un método aceptable de desinfección. Contra estos dos problemas surge la esperanza de la irradiación de alimentos que, aunque causa temores es un método de razonable fiabilidad.

Hace unos veinte años se intensificó el uso de aditivos químicos para la conservación de alimentos. Hoy se sabe con certeza que estos son cancerígenos, por lo que los países comienzan a cerrar sus fronteras a productos tratados con compuestos químicos por temor a consecuencias graves.

Debido a la nocividad de los tratamientos químicos, se viene investigando otros procesos de conservación de alimentos. Entre estos se tiene la irradiación cuya experimentación ha

mostrado que es eficaz, pudiendo alargar meses o semanas (dependiendo del producto) la vida útil de los alimentos

Entre los alimentos más estudiados tenemos la papa y la cebolla. Una baja dosis de irradiación seguida de un almacenamiento a temperaturas ambientales (15 grados centígrados) permite prolongar el tiempo de conservación de 14 a 28 semanas. La dosis que inhibe el brote también elimina los parásitos. La irradiación también se aplica a los ajos, mangos, cereales, etc., así como carnes y pescado.

Los alimentos irradiados convenientemente no han causado ningún problema a los animales en los que han sido usados para los estudios experimentales. Sin embargo, existe un claro temor en la población por los alimentos irradiados. Cuando se presenta al público un alimento irradiado y otro sin irradiar, éste prefiere el primero. Paradójicamente no tiene ninguna reticencia cuando toma alimentos tratados químicamente que, como lo hemos dicho, son nocivos para la salud. Pero el verdadero problema se presenta cuando no se tiene qué escoger, es decir cuando sólo hay alimentos procesados porque simplemente los otros se han descompuesto. Allí se trata de tomar lo que hay, y en ese caso, sin lugar a dudas, los alimentos conservados por irradiación ofrecen menos riesgos que los otros.

Cuando digo menos riesgos quiero señalar que no hay tecnología que pueda calificarse como perfectamente segura. En el caso de la irradiación no se ha observado efectos nocivos, aunque no se puede excluir la síntesis por irradiación de un compuesto extraño.

Como producto del temor público, se ha creado regulaciones para el consumo de alimentos que dependen de cada país. Como un ejemplo de controversia podemos mencionar que el año 1980, la Administración de Medicinas y Alimentos (FDA) de Estados Unidos recomendaba una dosis de irradiación (0.1 millones de rad) 10 veces menor que la recomendada por un Comité de Expertos de la FAO, el Organismo Internacional de Energía Atómica y la OMS

En 1983, el Comité Intergubernamental para el Procesamiento de Alimentos adoptó lo que se llama el Codex Alimentarius, en el cual existen varias conclusiones y recomendaciones sobre los distintos aspectos de la irradiación de alimentos.

En América Latina se está acelerando las investigaciones sobre el tema. Recientemente, en un Seminario sobre Irradiación de Alimentos, realizado en Bogotá, se ha iniciado conversaciones entre industriales y expertos de India, China, Italia y Colombia para ver las posibilidades de aplicar esta tecnología en este último país. Colombia se muestra interesada en el tema sobre todo para fines de exportación de alimentos que tiene cada vez mas restricciones en el mundo entero.

**Reestructuración industrial: La cadena del frío**

*Diario La República, 13 de agosto de 1987*

El frío nos ha servido como técnica para conservar alimentos perecibles como el pescado, pollo, carnes y verduras. Hoy en día se tiene 250 empresas de refrigeración. Sin embargo, a pesar de una larga experiencia, nos enfrentamos a problemas relacionados con esa técnica. Afortunadamente, empresarios, universidades e instituciones financieras ya están coordinando esfuerzos para optimizar o ampliar los servicios “de frío”, con la finalidad de aumentar las posibilidades de consumo popular.

Lo primero que surge en dichas coordinaciones, es la necesidad de que el componente frío exista en todas las etapas de la producción del alimento popular: producción, almacenamiento, transporte, almacenes de productos finales, conservadores (congeladoras o refrigeradoras a nivel del consumidor).

El economista Jorge Oroza está impulsando un proyecto bajo el nombre de “cadena de frío”, que es parte de una propuesta de reestructuración industrial. La magnitud de esta tarea es grande, tan grande como la necesidad de mejorar la alimentación en el Perú. Los productos que utilizan el frío son, principalmente, el pescado, los derivados lácteos, la carne de vacuno, las frutas y el pollo. El Perú produce 14 millones de pollos cada mes y más de 100,000 metros cúbicos de capacidad de almacenamiento son con las que cuenta el Perú.

Hay déficit en algunas etapas de la producción, como por ejemplo en la pesca, en la que sólo 4% de las embarcaciones tienen tecnología de frío para la conservación.

El déficit también afecta al transporte refrigerado. Sin embargo, según datos proporcionados por Oroza, a partir de 1985 la capacidad se ha acrecentado con 40 camiones dotados de equipos de frío.

La falta más grave ocurre a nivel de consumidores: se cuenta con 504,000 unidades de refrigeración, que significa sólo el 15.6% de la población nacional. En este sentido, parece increíble que una gran parte de la población desconozca las aplicaciones del frío doméstico; y, en algunos casos, se le tome como tecnología peligrosa. Sólo el desabastecimiento producido a partir de 1986 ha llevado al incremento de la demanda de frío.

Se ha llegado a la conclusión que es posible ampliar significativamente la producción de alimentos con el componente de frío. En esta posibilidad se basa el proyecto de Sistema de Suministro de Pescado para Consumo Popular, propuesto por el Ing. Ernesto Sanguinetti de la Universidad Nacional de Ingeniería. Los recursos técnicos de la UNI permiten pensar que dentro de poco se podrá construir equipos relacionados con la tecnología de frío en el Perú. El principal problema en el diseño de equipos es la falta de normalización de los insumos. Es difícil encontrar en el país tubos adecuados a los diseños: hay que modificar constantemente los planos. Por ello se ve la necesidad de las



computadoras en el diseño de equipos. Con sólo cambiar un parámetro se obtendría un nuevo diseño del equipo requerido.

Pero permítanme decir que lo más importante de estas coordinaciones es el descubrimiento de grupos de trabajo que actuaron independientemente y tenían estudios sobre aspectos idénticos, con lo que se demuestra la urgencia de una colaboración más estrecha. En ésta participarán instituciones diversas, pero interesadas en un punto común: hacer que los alimentos lleguen más donde deben llegar. Recordemos que es en el rubro de la alimentación en el que se ha logrado el “mayor puntaje” para ser considerado como el segundo país más pobre de América Latina.

### **¿Chernóbil versus Goiania?**

*Diario La República, 23 de octubre de 1987*

El término energía nuclear se ha usado tanto para referirse a la tecnología nuclear con fines energéticos como a las técnicas nucleares para usos no energéticos. Esto crea confusión, pero hoy es prácticamente imposible podernos librar de la mencionada inexactitud. Sin embargo, debemos tener clara la diferencia entre los dos sectores y por lo tanto entre los riesgos de accidentes correspondientes.

Hace más de un año, en Chernobil se produjo un accidente en una planta nuclear con fines energéticos. El núcleo de un sofisticado y gigantesco reactor nuclear sufrió una explosión termomecánica y sustancias radiactivas fueron expelidas al medio ambiente.

Recientemente, en Goiania, Brasil, una fuente radiactiva de cesio 137 abandonada en un hospital fuera de servicio fue destruida por un chatarrero. El polvo de cesio 137 (que se encontraba cubierto por un blindaje apropiado antes que éste sea destruido) contaminó el ambiente.

Las magnitudes de los dos accidentes son muy diferentes. En Chernobil se liberó decenas de millones de curies de radiactividad en los primeros 10 días que siguieron al accidente, mientras que en Goiania se tenía inicialmente 2000 curies de radiactividad de cesio 137.

En lo que respecta a las causas del accidente también hay diferencias. En Chernobil fue la violación de varias reglas de seguridad en una central nuclear. En Goiania el error fue el increíble olvido de una fuente radiactiva que constituía un peligro (de magnitud que se manifiesta en las consecuencias que conocemos).

En un país que cuenta con materiales radiactivos para aplicarlos en diferentes campos, se debe realizar el inventario detallado de todos ellos. El peligro que conllevan, justifica el mayor esfuerzo para controlarlas continuamente. A raíz del accidente de Goiania se iniciará una exhaustiva investigación sobre las fuentes que están en servicio o aquellas que deben encontrarse en el "cementerio" nuclear.

Después de Chernóbil, se creó un sistema de asistencia inmediata por parte del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). Este sistema se ha puesto en práctica en Goiania, expertos del OIEA llegaron a Goiania para hacer frente a los problemas que originan la contaminación radiactiva producida por el cesio puesto al descubierto.

La insistente mención de Chernóbil en las noticias periodísticas referentes a Goiania es en realidad exagerada. No hay similitud entre los accidentes de esas ciudades. Sin embargo, ambos casos han hecho renacer, debido a ese alarmismo que caracteriza los medios de comunicación cuando se trata de accidentes nucleares, la desconfianza en la capacidad humana para controlar los riesgos nucleares.

Goiania ha producido una injustificable desconfianza en el público por el desarrollo nuclear de Brasil. Esto nos obligará a controlar mucho más los servicios nucleares. La sensibilidad del público por los accidentes nucleares obliga a contar con una seguridad 100 %.

### **Los herbicidas fatales**

*Diario La República, 9 de julio de 1988*

Actualmente en las actividades agrícolas se usa a serie de compuestos químicos tendientes a mejorar la productividad. La práctica ha demostrado que el uso de tales compuestos es bastante peligroso, sobre todo si no se toman en cuenta las extremas precauciones que demandan.

El ingeniero químico colombiano Armando Lacera, autor de las obras "Razones para considerar tóxicas las aplicaciones del glifosato" y "Hubo o no plena intención en contaminar la Sierra Nevada de Santa Marta con glifosato" y especialista en mezcla de vegetales para alimentos de consumo humano afirma que, desde 1984 hasta marzo de 1987, ha ocurrido la muerte de 150 personas de las comunidades Arhuacos y Kogui de la Sierra Nevada, coincidentemente a una o dos semanas después de la fumigación con glifosato en dicha zona de Colombia. La Universidad Tecnológica de Magdalena ha constatado, por su parte, que unos diez niños han sido víctimas de males en áreas de fumigación. Por otro lado, campesinos y colonos de esas áreas sufrieron quemaduras en la piel, enfermedades de ojos, vómitos y diarrea.

Un estudio de impacto ambiental desarrollado por la empresa Monsanto y la Organización para el Medio Ambiente y la Vida Silvestre en E.E.U.U. entre 1981 y 1983, demostró que el glifosato destruía irreversiblemente los bosques. Esto debido a su naturaleza de órgano fosforado de carácter sistemático, es decir que cae en un punto de la planta y se difunde en todo el material vegetativo.

Desde el punto de vista bioquímico, la acción del glifosato se realiza a nivel de la síntesis de proteínas impidiendo la formación de tejidos. Como consecuencia, la planta atacada muere al poco tiempo.

El glifosato es un herbicida muy efectivo para controlar, por ejemplo, malezas en arroz, siempre y cuando se aplique respetando las indicaciones pertinentes entre las que se tiene el uso de boquilla de aspersión y aplicación limitada sólo a las plantas indeseables. En el caso de un parque natural no hay plantas indeseables. En este sentido, según el ingeniero Lacera, el uso de la aspersión aérea en regiones de la Sierra Nevada declarada patrimonio de la humanidad por UNESCO en 1981, por sus características geográficas, étnicas y botánicas es un hecho lamentable, más aún cuando se sabe que los vientos son muy fuertes (80 Km. por hora) en esa región. Debemos aclarar que la mencionada fumigación se realizó para atacar los sembríos de marihuana.

La riqueza del suelo de la Sierra Nevada permite el cultivo de una marihuana de muy alta calidad referente al contenido de sustancias sicopáticas. Este hecho ha permitido que las autoridades colombianas ante la reprobación de investigadores como el ingeniero Lacera, afirmen que los traficantes de drogas sostienen las mencionadas críticas. Lacera reacciona diciendo que esa no es una respuesta seria ante la muerte de gente inocente, sobre todo sabiendo que tales campañas de fumigación son subvencionadas por los Estados Unidos, donde existen cultivos de marihuana de menor calidad.

### **Investigaciones sísmicas y mitigación de desastres**

*Diario La República, 5 de diciembre de 1988*

Es conocido que en nuestro país se hace pocos esfuerzos en la prevención de desastres. Los "escándalos" surgen con las numerosas víctimas que suelen sufrir los efectos de los "sacudones" de la naturaleza. Por ello nos causa admiración los centros científicos como el Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigaciones de Desastres (SMID) de la Universidad Nacional de Ingeniería que trabajan por disminuir el número de víctimas.

El CISMID estudia multidisciplinariamente los desastres naturales que ocurren en el Perú, difundiendo los resultados y técnicas desarrolladas en el propio CISMID y en otros países, particularmente en el Japón.

Los desastres naturales ocurridos en 1985 en Chile (marzo), México (septiembre), Colombia (noviembre), y en el Perú las lluvias torrenciales de 1983 y las inundaciones de 1986 son fenómenos que justifican un estudio serio y detallado. Los objetivos del CISMID es estudiar la forma de reducir drásticamente el número de víctimas y pérdidas materiales en futuros fenómenos naturales violentos, como terremotos, inundaciones, huacos etc.

El CISMID, gracias al apoyo financiero y técnico de Japón y de los esfuerzos de los científicos peruanos, se ha convertido en un centro de alto nivel internacional. La Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA) facilita la participación de expertos japoneses en los laboratorios del CISMID así como en la estructura organizativa.

Desde junio de 1984, fecha en que se inició la organización del CISMID, se han levantado el Laboratorio de Mecánica y Dinámica de Suelos, el Laboratorio de Estructuras y el Muro de Reacción y la Losa de Cargas. Millones de dólares han sido ya invertidos en el CISMID.

Entre sus trabajos más importantes se encuentran el de estructuras de viviendas antisísmicas, apropiadas al suelo peruano. Actualmente, el CISMID se apresta a construir un edificio de 5 pisos para someterlo a vibraciones que simulen las de un terremoto. El objetivo es diseñar edificios que resistan los sismos. La importancia de este proyecto reside en la necesidad de construir viviendas seguras para los peruanos que no tengan medios para vivir en casas individuales. Es decir, viviendas de interés de grandes mayorías.

En febrero llegarán técnicos japoneses para participar en el experimento arriba mencionado. Ya se cuenta con el equipamiento necesario, traído del extranjero, particularmente de Japón. Sin embargo, como se trata de un proyecto bilateral con Japón, se necesita la participación del país receptor. El CISMID espera que el Perú otorgue unos veinte millones de intis para adquirir los materiales necesarios para el experimento sísmico.

El Ing. Julio Juroiwa, director del CISMID, manifiesta su profunda preocupación por la tardanza del apoyo estatal. Los sofisticados y valiosos equipos sísmicos están allí, en los locales del CISMID, esperando su puesta en servicio. Sería realmente increíble desperdiciar la posibilidad de poner a punto estructuras para viviendas colectivas seguras.

De repente se puede considerar que el experimento no es espectacular para fines políticos, pero seguro que en el Perú ocurrirá un desastre que será tristemente espectacular. Esto se basa en el simple conocimiento de nuestro suelo. Por ello, el estudio sísmico de las edificaciones es una obligación para el país. En ese sentido, creemos que un apoyo económico para el experimento del CISMID es urgente. Hagámoslo para evitar víctimas innecesarias en un país que ya tiene demasiadas por desastres naturales.

### **Tecnología y sociedad: Los ecologistas peruanos y el “peligro” nuclear**

*Diario La República, 9 de enero de 1989*

Hace algunos días, las pantallas de televisión proyectaron una pintoresca manifestación antinuclear, en la que con bombos y platillos los protagonistas trataban de amplificar la

magnitud de su protesta. Uno de los manifestantes -tal vez para poner más alta la condena al desarrollo nuclear- se desplazaba veloz y vistoso, sobre zancos. El portavoz de origen extranjero, o al menos lo parecía, explicaba los peligros del desarrollo nuclear peruano. De lo visto y escuchado, así como de la realidad, puede extraerse algunas conclusiones..

Persiste un casi completo desconocimiento del estado del desarrollo nuclear del Perú y de la Región. Esto es también demostrado en artículos periodísticos, donde se afirma que el reactor de Huarangal, servirá para proporcionar con energía eléctrica pueblos alejados del Perú, cuando en realidad ese reactor no servirá como fuente de energía eléctrica. Algunos que aparecen como mayor informados, nos dicen que Colombia tiene un reactor de 10 megavatios, cuando ese país cuenta con un reactor con potencia mucho menor que 1 megavatio. Por otro lado, se confunde mucho un reactor de investigación con un reactor de potencia, cuando estos tienen poco en común. Otros afirman -o creen- que el reactor peruano servirá para irradiar alimentos para su conservación, cuando las fuentes de irradiación para esos fines serán -si se decide a usar técnicas nucleares para ello- compradas en el extranjero. Los más osados afirman que lo que se hace con un reactor nuclear puede ser realizado con técnicas alternativas.

En el marco de esa confusión nuclear, surge un movimiento ecologista que con imaginación artística capta la atención periodística.

Ello sería realmente positivo si se nos mostrara, con veracidad, los riesgos tecnológicos que acarrearán las actividades industriales peruanas. No es positiva dicha imaginación, cuando crea versiones apocalípticas de los riesgos nucleares en el Perú; se escuchó decir a alguien que un accidente nuclear en el Perú contaminaría la ciudad de Lima, cuando ello está lejos de la verdad.

La población limeña debe saber que en el peor accidente de un reactor nuclear de investigación moderno, no se compromete persona alguna de la población.

La población limeña no tiene por qué preocuparse en el ámbito nuclear. Ello no significa que no hay riesgos en el uso de sustancias radiactivas para fines médicos o industriales. Lo que debemos saber es que existen oficiales de seguridad y agentes que controlan con celo la circulación de sustancias radiactivas.

Finalmente, hay que ser exigentes cuando se trata de cuidar el medio ambiente. Creo que las organizaciones con vocación ecologista tienen la obligación de trabajar muy fuertemente para que la ciudad de Lima sea humanizada. En estos tiempos de ausencia de todo respeto por el hombre, se ven fábricas ambulantes de humo que se desplazan en plena ciudad. También han surgido una especie de cortadores de árboles, que convierten en carbón las fuentes de oxígeno. Asimismo, se han instalado laboratorios abiertos y casi naturales de microbios y bacterias en las calles. El limeño es atacado “ambientalmente” de todos lados, pero se encuentra muy lejos de riesgos nucleares. Invito a los ecologistas al afinamiento de puntería.

## **Educación Científica en Escuelas y Colegios**

*Diario La República, 3 de agosto de 1989*

Las necesidades crecientes de una educación en el área de las ciencias, ha dado lugar al nacimiento de las llamadas "Unidades de ciencias" que cuentan con la supervisión del "Programa para el mejoramiento de la Enseñanza de la Ciencia en la Escuela" (PROMEC). A través de ellas se ha promovido e innovado en los aspectos de actualización científica, metodológica, elaboración de material y equipos sencillos de laboratorio para la difusión de ciencia y tecnología en la escuela.

Estos aspectos abarcan, todos los niveles de la Educación. A pesar del progreso logrado en los ámbitos de la enseñanza, aún persisten algunos problemas. "Estos surgen de la regionalización que supone la modificación de las estructuras organizativas entre las que se encuentran las del sector Educativo", concluye un grupo de trabajo del " Seminario Nacional Sobre la Enseñanza de las Ciencias Naturales en Educación Secundaria y Primaria". Ante los cambios, por lo general se tiende a desactivar o suprimir determinados servicios, muchas veces por falta de información o de propuestas concretas de trabajo.

Las propuestas del I Seminario arriba mencionado, consideran una estrategia que garantice a nivel nacional la estabilidad orgánica, estructura y equipamiento de los núcleos de ciencias, como órganos técnico pedagógicos especializados en acciones permanentes de mejoramiento de la enseñanza de las ciencias.

Otro aspecto de la enseñanza es la formación del personal, de especialistas para el mejoramiento de enseñanza de las ciencias naturales. En este aspecto, hay que tener en cuenta una visión interdisciplinaria, una formación científica con énfasis a su aplicación en los ambientes regionales; conocimiento de la realidad local y regional; conocimiento proyectado de la realidad educativa; perfeccionamientos de conocimientos pedagógicos; y fundamentos y técnicas de la comunicación en su aplicación a la educación nacional. En las conclusiones del seminario también se presta importancia al trabajo de campo, de aplicación de la investigación en las regiones de procedencia de los participantes, con el objetivo de producir proyectos y prototipos de material educativo para el mejoramiento de la enseñanza de la ciencia. Es cierto, que no todos los profesores responden con igual entusiasmo a los programas de perfeccionamiento.

El Seminario ya mencionado reconoce que existe indiferencia de los docentes para asistir a los cursos de actualización, entre otras causas debido a la falta de incentivos profesionales, situación económica precaria del docente, la falta de concordancia de la actualización con sus necesidades reales y, lo que es más grave, su falta de identificación con el rol de docente. Por otro lado, se ha observado que algunas veces los logros alcanzados en el desarrollo de los eventos de actualización tienen proyección casi nula en

el proceso de enseñanza-aprendizaje. La razón de esto reside en el hecho de preferir continuar el trabajo rutinario y por otro lado no se le presta apoyo para iniciar el cambio. Otro aspecto negativo resulta en la actualización a cargo de la universidad, que sólo profundiza el nivel de contenido, mas no la metodología. Si se informa sobre metodología, no se somete a prueba lo que se indica.

En el seminario se puso en conocimiento que el uso de laboratorios es sólo parcial y con grandes deficiencias y dificultades, que surgen de las características burocráticas del sistema educativo. Las soluciones propuestas en el Seminario sobre Enseñanza de la Ciencias son numerosas, entre ellas se mencionan las reactivaciones reales de los núcleos de ciencia y un tratamiento presupuestal acorde con la importancia de la educación científica.

### **Ciencia, Tecnología y Sociedad: Ecología y modernidad**

*Diario La República, 25 de febrero de 1990*

Si la cantidad de ciertos gases en la atmósfera se duplica en los próximos 60 años, podrían ocurrir cambios "sustanciales e irreversibles" en la configuración de la agricultura, los bosques, los niveles de los mares y el abastecimiento de agua. Esta afirmación viene de William Reilly, administrador de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA), según la oficina norteamericana USIS.

La quema de combustibles fósiles tales como el carbón y la gasolina libera en la atmósfera óxido de carbono, el cual atrapa el calor que irradia la Tierra. A la tasa de consumo actual, se estima que la cantidad de bióxido de carbono en el aire podría duplicarse para mediados del próximo siglo. ¿Qué hacer? Muchas agrupaciones ecologistas proponen la reducción del consumo de combustible fósil., Reilly responde que hay que evaluar cuidadosamente todas las opciones, analizar sus costes y beneficios y su factibilidad tecnológica, mantener estrechas consultas con aquellos sectores económicos que probablemente resultarán más afectados, y entonces tomar decisiones que se puedan cumplir.

En cuanto al otro problema ecológico, constituido por la erosión del ozono -protector de la tierra contra los rayos ultravioletas - por los clorofluorocarbonos y halones agentes para extinguir incendios, se está llegando al convencimiento de que hay que eliminarlos en forma completa, pero gradualmente. Estados Unidos y la Unión Soviética anunciaron recientemente que realizarán estudios conjuntos sobre temas ecológicos, entre los que se cuenta el manejo de tierras pantanosas, estudios de accidentes nucleares y estudios, de contaminadores atmosféricos mediante tecnología de telesensores.

En nuestro país nace poco a poco una opinión ecológica la que desafortunadamente, algunas veces responde a iniciativas del Hemisferio Norte como lo hizo notar J. Martínez Allier, en el reciente coloquio sobre modernidad en América Latina y los Andes: "el ecologismo intelectual crece en el sur por influencia del norte".

En realidad, el ecologismo ha sido preocupación permanente en varias culturas no occidentales. Pero, como dice Martínez Allier, la manipulación de la información hace aparecer ahora a los dirigentes de países ricos (como Bush y Thatcher) como líderes ecologistas, proponiendo programas universales de restricciones ecológicas. El ecologismo de los pobres no aparece en los medios de comunicación".

Por otro lado, el "ecologismo de los pobres" no responde necesariamente a los principios económicos convencionales, acentuándose entonces la incomprensión que lleva a la exclusión de ese ecologismo en las esferas del "ecologismo burocrático internacional". Sin embargo, en momentos en que los países industrializados se preocupan cada vez más por el tema, es posible que los análisis ecológicos sean enriquecidos de numerosas fuentes, incluyendo de la rica experiencia peruana -prehispánica- en el aprovechamiento de los recursos naturales, pero, lo que debe evitarse es ese ecologismo intelectual que nos pide que no instalemos los instrumentos tecnológicos que nos alejan de la pobreza.

Extraordinarias bibliotecas mayas fueron quemadas por curas que veían en el conocimiento nativo los signos del demonio.

Las ciencias ecológicas, basadas en la armonía de la vida humana con la naturaleza, fueron reemplazadas por lo que hoy está destruyendo los bosques y los valles. Antes se ubicaban las ciudades en lugares apropiados, sin invadir los valles que eran guardados para la agricultura. Hoy desde las ciudades miramos el desierto.

Por otro lado, los habitantes de este continente conocían los secretos de la medicina, que permiten hasta ahora socorrer a muchos pacientes.

En agricultura, hubo un asombroso adelanto. Se cultivaron y mejoraron plantas con avanzadas técnicas. Los indios conocieron el período solar con precisión que hasta hoy causa admiración. Para ello fueron grandes matemáticos y astrónomos.

En metalurgia, los Chibchas fueron los primeros en el mundo en trabajar el platino. El Señor de Sipán nos ha mostrado que las aleaciones desarrolladas en territorio peruano alcanzaron un alto valor tecnológico.

Finalmente, las construcciones de los habitantes del Tawantinsuyo tienen características antisísmicas que hasta hoy sirven de modelo para las actuales construcciones.

Entonces, la invasión europea cortó bruscamente el desarrollo de la civilización en nuestro continente, implantando modelos extranjeros que han tenido como consecuencia lo que hoy conocemos. La historia es una ciencia experimental. Las consecuencias de la llegada europea a nuestro continente las tenemos aquí presente en nuestros países. No podemos inventar razones para mirar con gozo la invasión que comenzó hace cinco siglos.



Europa tal vez tenga motivos para celebrar un hecho que sirvió para el progreso de un continente a costa de la destrucción de la civilización de otro. Pero debe cuestionarse el carácter colonizador de la historia oficial y oficialista. Esta nota ha querido ser voluntariamente provocadora. Tal vez algún historiador nos muestre el verdadero sentido de nuestra historia.

### **Leonor Méndez: Ejemplo de la Investigación peruana**

*Diario La República, 3 de noviembre de 1990*

La ingeniera Leonor Méndez Quincho ha obtenido el premio al mejor trabajo, “Tratamiento de aguas residuales con radiación Gamma” en el XXII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (9-13 de septiembre, Puerto Rico). La labor premiada muestra integralmente la problemática de la investigación peruana, la que podemos resumir en 10 puntos.

Primero: Contadísimos congresos internacionales califican los trabajos presentados. Y en esos casos no tengo conocimiento que un trabajo peruano haya sido premiado. Esto acentúa el valor del trabajo de Leonor Méndez, que fue reconocida en ceremonia especial en el Colegio de Ingenieros del Perú (CIP), con la presencia del segundo vicepresidente de la República, Sr. Carlos García García, del decano del CIP, Ing. Díaz Orihuela, del Dr. Carlos del Río, del presidente del IPEN, Cmdte. José Dellepiani, y el Consejo Directivo de la Sociedad Peruana de Ciencia y Tecnología (SOPECYT), de la cual la homenajeadada es miembro.

Segundo: Leonor Méndez es andina y de origen popular, confirmando que el conocimiento y la inteligencia no conocen fronteras sociales ni regionales.

Tercero: El premio para Perú lo trajo una mujer, lo que ratifica el valor femenino peruano y significa un golpe a todo machismo que por ratos quiere fortalecerse en el país.

Cuarto: Méndez es evangélica, mostrando que el científico puede ser creyente y que el evangelismo llega poco a poco a todas las esferas nacionales.

Quinto: Leonor Méndez ha sido formada en la Universidad Nacional –la UNMSM- que es tan criticada por los detractores de siempre en su afán de justificar su abandono total.

Sexto: El trabajo fue subvencionado por el CONCYTEC, bajo la presidencia del Ing. Carlos del Río, mostrando de esa forma que la inversión en investigación no es estéril.

Séptimo: Méndez hizo su trabajo en tanto que practicante tesista del centro nuclear “RACSO” de Huarangal. Ello prueba lo fructífero que resulta lo que siempre hemos reclamado desde esta columna, la colaboración entre instituciones de investigación científica y tecnológica y las universidades del país. Pero también llama a la reflexión

porque en estos momentos se han cerrado las puertas a los practicantes en el centro nuclear, debido a la reducción de los recursos para ese fin.

Octavo: La reducción de recursos al centro nuclear ha traído como consecuencia el despido de todos los investigadores contratados, situación en la que se encontraba la joven ingeniera. Ella será la excepción. ¿Y los demás contratados, entre los que tenemos a brillantes investigadores? ¿Tendrán que traernos un premio internacional?

Noveno: El trabajo de Leonor debió ser presentado en Puerto Rico por otro profesional, debido a que CONCYTEC ya no presta el apoyo para participar en eventos internacionales, como lo hacía hasta hace poco.

Décimo: El Centro Nuclear “RACSO” de Huarangal, donde se realizó el trabajo de Leonor, está a punto de cerrar debido a que no se invierte lo necesario para que sea explotado en forma óptima. Actualmente sólo trabaja al 1% de su capacidad, como lo declaró su presidente, el Cmdte. (r) José Dellepiani.

Creo que sobran las palabras. Los hechos, solos, muestran los diferentes aspectos de la preocupante realidad de la ciencia y la tecnología en el Perú.

### **Las bacterias acabarían con la humanidad**

*Diario La República, 22 de enero de 1991*

Aunque existe una serie de predicciones, no sé con precisión lo que puede pasar en la guerra del Golfo Pérsico. Para tener una idea aproximada de las consecuencias del conflicto, veamos algunos aspectos de la tecnología de guerra que podría ser usada.

#### Pequeño invierno nuclear

En caso de ataque nuclear, los efectos dependen de la cantidad de material nuclear liberado sobre el territorio de Irak. Podría deducirse un invierno nuclear en miniatura y la interrupción de las lluvias amazónicas. Esto se debe a que el humo cubrirá la región e impediría que los rayos solares lleguen a la superficie terrestre. Otros, sin embargo, calculan que el anhídrido carbónico emitido no será mayor del que libera la ciudad de Los Ángeles que quema 2 millones de barriles de petróleo diariamente.

Se ha estimado que el bombardeo nuclear de 100 ciudades, de un millón de habitantes cada una, produciría entre 30 y 150 millones de toneladas de humo en la atmósfera puede disminuir de 5 a 10° C. Teniendo en cuenta la magnitud de los objetivos en Irak, un ataque nuclear produciría sólo una pequeña fracción y queda muy pronto para afectar las lluvias amazónicas.

Por otro lado, mientras que algunos piensan que el incendio no podrá ser controlado durante años, otros opinan que sólo se tardará meses.

La situación, sin embargo, sería, terrible para los Iraquíes, quienes sufrirían una repetición de lo sucedido en Hiroshima y Nagasaki. Para el mundo, los efectos de explosiones nucleares serían del mismo orden que el ocurrido en los ensayos nucleares: que se efectuaron en los años 50, dependiendo siempre de la cantidad de explosiones.

#### Lluvia ácida y envenenamiento del agua

También se teme la lluvia ácida, debido a que el petróleo de Kuwait es rico en sulfuro. Pero la magnitud sería una pequeña fracción del producido por el mundo industrial. El riesgo mayor es la contaminación del agua de la región, la que ahora es la más contaminada de petróleo en el mundo.

#### Guerra química

Se teme que en la guerra podría recurrirse a las armas químicas. Las armas químicas tienen una historia antigua, especialmente aquellas que queman y provocan incendios, compuestas de sulfuro y humo.

En la Primera Guerra Mundial, los alemanes dispersaron cloro en el aire para que el viento lo lleve hacia las líneas defendidas por ingleses y franceses. Hubo miles de muertos. Ambas partes en esa guerra usaron gases venenosos. En defensa contra estos gases se introdujo el uso de máscaras antigases.

Entre los gases más temidos se tiene el gas mostaza líquido, que hierve a 217 °C y toma semanas para evaporarse completamente. Es incoloro e inodoro, el olor surge cuando es impuro. El vapor quema la piel, inflama los ojos e irrita los pulmones. Dosis fuertes producen vómitos y fiebre. Para protegerse del gas mostaza debe haber cobertura total, que no es práctico para las tropas. La población estaría sin protección.

En la Segunda Guerra Mundial, las fuerzas en conflicto contaban con gases mucho más sofisticados, pero no fueron usados. Los alemanes contaban con gases que atacan los nervios, que fueron inventados en 1944. Estos gases son mucho más tóxicos que el gas mostaza y son de naturaleza altamente letal. El líquido ataca la piel y el vapor produce efectos graves en los pulmones. Son líquidos a temperatura ambiente y los gases son incoloro como inodoros, pudiéndose usar como aerosol. En 1915 también se inventó el fosgeno 10 veces más tóxico que el cloro, aunque los efectos surgen varias horas después del ataque.

En 1950, los químicos británicos inventaron gases nerviosos más tóxicos, que se evaporan más lentamente. Se piensa que una gota de líquido es absorbida por la piel y causa muerte.

La producción anual de gases nerviosos es tremenda. En la conferencia Pugwash, en 1959, se señaló que se produce entre 500,000 y 600,000 toneladas anualmente.

Entre los gases nerviosos se tiene el sarín, que inhalado en una aspiración en cantidad de 4 miligramos es letal. También se tiene el gas soman que es más tóxico y el tabun, que es menos tóxico que el sarín. El sarín es 30 veces más tóxico que el fosgeno.

Los gases nerviosos perturban el control de los músculos, el que se realiza a través de señales eléctricas cerebrales. Se pierde coordinación y los músculos vibran. Estos gases afectan las piernas, los brazos, los músculos respiratorios y otras funciones fisiológicas.

Los alemanes introdujeron los lanzallamas en la Primera Guerra Mundial. Los norteamericanos inventaron el napalm, y lo usaron en Vietnam. El napalm arde lentamente, pero a temperaturas elevadas. Se trata de una jalea de gasolina con ácidos náfticos y palmíticos. Lanzado al blanco se pega a éste hasta quemarlo.

Otra "maravilla" es el fósforo blanco que es usado en combinación con una pequeña carga altamente explosiva. Produce humo blanco y es incendiario. Las pequeñas partículas lanzadas queman a personas más intensamente que el napalm. Cabe señalar que las armas químicas utilizadas como veneno son eficaces.

#### Armas biológicas

Más temibles que las armas químicas son las biológicas. Estas armas no han sido usadas contra seres humanos en este siglo. Sin embargo, los alemanes contaminaron la caballería rumana en 1914.

Los gérmenes tendrán menor efecto cuanto mayores facilidades hospitalarias tengan los agredidos. Las cosas se agravarían si son atacados los animales domésticos o las plantas. En la guerra puede usarse para defoliación contra bosques y plantaciones de granos.

El riesgo mayor de las armas biológicas reside en el hecho que las epidemias introducidas en una región pueden difundirse a nivel mundial y ser incontrolables.

#### Los científicos por la paz

La inteligencia del hombre se revela al mismo tiempo beneficiosa y peligrosa para la vida en comunidad. Conscientes del riesgo que corre la humanidad por la carrera militarista, los científicos han comenzado a organizarse desde hace varias decenas de años. Los informes científicos sobre los riesgos nucleares, por ejemplo, y las conferencias que se han realizado, así como las acciones ante las autoridades políticas del mundo, han traído como consecuencia un proceso de distensión en el hemisferio norte.

La guerra del Golfo Pérsico provocará – seguramente - mayores esfuerzos para conseguir la paz en el mundo. En esos esfuerzos los científicos -que en cierto sentido son responsables del avance de la tecnología de guerra tienen que intensificar su campaña para la paz.

### **Bacterias sin guerra**

*Diario La República, 16 de febrero 1991*

En estas páginas (22-02-91) hicimos referencia a las terribles consecuencias de la guerra bacteriológica, afirmando que estas serían más graves en los casos de países con deficiencias hospitalarias. Decíamos entonces que “el mayor riesgo de las armas biológicas reside en el hecho que las epidemias introducidas en una región puede difundirse a nivel mundial y ser incontrolables”, lo que es cierto en el caso de una bacteria desconocida. Esta nota fue provocada por las especulaciones que se hacen sobre el posible desenlace de la guerra del Golfo Pérsico. No podíamos imaginar que, sin necesidad de guerra, en el Perú tendríamos un ejemplo sobre las consecuencias de una invasión bacteriana.

En la bibliografía, correspondiente, el cólera aparece relacionado con el armamento biológico. El cólera ha sido conocido desde los comienzos de la historia. Produce náuseas, vómitos, diarreas y calambres estomacales y a menudo es fatal. La primera gran epidemia registrada en la historia fue entre 1816 y 1823, en el sudoeste asiático, China, Japón, partes de África y en la orilla ese del Mediterráneo. Entre 1826 y 1837 al cólera atacó EE. UU y Europa. En 1830 llegó a Moscú y en 1832 a New York. Ese mismo año en Leeds, Inglaterra, hubo 700 muertos y el Dr. Robert Baker realizó un estudio cuyas conclusiones fueron que la epidemia era común a ciudades sobrepobladas con condiciones insalubres.

En 1848, en una pequeña área de Londres ocurrieron 500 muertes de cólera. El Dr. John Snow, en su trabajo que se ha convertido en un clásico, demostró que la fuente de contaminación era el agua de caño público que bebía la población. Luego con el microscopio se identificó la bacteria causante del mal.

Se trataba de una bacteria n forma de coma, que vibraba de un lado a otro. Se le llamó entonces *vibrio comma*. Ello permitió obtener la vacuna de corta efectividad.

Mientras que los descubrimientos sobre el cólera avanzaban, esta epidemia brotó en Europa en 1923.

A pesar de los avances el cólera seguía devastador como ocurrió en Egipto en 1947, en esta ocasión brotó en el Delta del Nilo y se dispersó por toda la región. Hubo vacunación, pero la epidemia se controló solo cuatro meses después, muriendo 20,000 personas.

En la actualidad el cólera es endémico en el sudoeste asiático, produciendo miles de muertes anualmente. La inmunidad en otras partes del mundo es limitada, puesto que no

se ha presentado hace mucho tiempo y que, en caso de ser introducido en una región, sería necesarias medidas extremas y no acostumbradas para erradicarlas, sobre todo en lugares en condiciones de higiene y pobreza antes desconocidas.

Este es hoy el caso del Perú, que está atravesando situaciones de emergencia. Para iniciar la catástrofe basta con las imposiciones de políticas económicas deshumanizadas, para pagar deudas, por ejemplo.

En este marco, el Perú era y seguirá siendo un buen candidato para sufrir epidemias como el cólera.

Después del Haití -país que sufre enfermedades infectocontagiosas con consecuencias fatales- Perú es el país más pobre y con peores condiciones de salubridad de América Latina. No es necesario, una guerra ni la violencia endémica para que mueran miles de peruanos anualmente. La pobreza y los cobradores son suficiente.

Como vemos el Perú tiene varios enemigos ¿estamos defendiéndonos de todos?

### **Cóctel de virus y bacterias**

*Diario La República, 9 de abril de 1991*

A raíz de la epidemia del cólera los políticos se han convertido en especialistas en el tema. Pero es útil también echar un vistazo a las investigaciones científicas realizadas antes que el cólera se manifieste en nuestro país.

Como todo el mundo sabe, a través de las aguas servidas, el mar ha sido el destino de todo tipo de residuos. A esas aguas llegan agentes de una serie de enfermedades virales como la hepatitis y la poliomielitis, fúngicas, parasitarias como amebas y huevos de gusanos o bacterias. Según los investigadores M. Gauthier y V. Breittmayer, en las playas se encuentran bacterias entéricas, algunas de las cuales producen fiebres tifoideas y paratifoideas, cólera, gastroenteritis y diarreas. Las bacterias no entéricas pueden ser patógenas, como los estafilococos y el bacilo piocianico ("La pollution bactérienne de la mer", La Recherche julio-agosto 1990).

Para los bañistas en el mar, rondan riesgos de rinitis, sinusitis, otitis, exemas, vaginitis. Aún no parecen definidos los riesgos de enfermedades entéricas. Para los consumidores de los moluscos y peces existe el riesgo de las salmonelosis, vibriosis y el conjunto de gastroenteritis.

Muchos piensan que en el mar no sobreviven las bacterias. En realidad, hasta hace unos 20 años, debido a su baja temperatura, su salinidad y pobreza en materia orgánica, se pensaba que el mar destruía las bacterias - entre ellas las patógenas- en horas o semanas, según sus especies. Sin embargo, a fines de los años 80 el equipo científico de R. R. Colwell, de la Universidad de Maryland, demostró que las bacterias patógenas

evolucionan -como sucede con las bacterias marinas - hacia un estado de letargo, una especie de adormecimiento. Recientemente el equipo de M. Gauthier y V. Breittmayer demostró que algunas aguas marinas ricas en elementos nutritivos y elevada concentración de algas, o algunos sedimentos costeros se comportan como reserva de bacterias entéricas patógenas, dando lugar a células más resistentes a las condiciones marinas.

Para efectos de salubridad, salud pública, debemos saber que R. Colwell y colaboradores han demostrado que ciertas células letárgicas del vibrión del cólera, entre otras, podían ser resucitadas mediante su introducción en el intestino del conejo, en el que inducía a una infección colérica después de un largo tiempo de estado latente. Por lo tanto, las formas letárgicas de estas bacterias continuaban siendo virulentas. Sin embargo, los investigadores hacen notar que las responsables de la virulencia observada pueden ser las células no letárgicas residuales.

Por otro lado, según los especialistas, es posible que una evolución genética dé lugar a bacterias más resistentes al medio marino e incluso resistentes a los agentes terapéuticos antibacterianos.

Aunque los riesgos del simple baño en las playas no están bien establecidos -debido a las pequeñas cantidades de bacterias involucradas y al efecto bactericida de la luz solar- el consumo de moluscos, crustáceos y peces infectados crudos constituye un verdadero riesgo para la salud (La Recherche, enero 1991). Podemos concluir diciendo que el cólera es un tema ampliamente estudiado en el mundo y que las discusiones llevadas en nuestro país obedecen mayormente a criterios económicos y políticos y a las "especiales" condiciones sanitarias en las que vivimos.

### **Desinformación científica: Formas de vencerla**

*Diario La República, 15 de abril de 1991*

La epidemia del cólera nos ha hecho ver, con dolorosa claridad, los innumerables problemas por los que atravesamos, sobre todo la falta o mal uso de la información. De haber sabido a tiempo y responsablemente la información científica sobre el cólera habríamos ahorrado vidas y, tal vez, hoy tendríamos posibilidades de frenar el cólera. Vemos cómo la falta de información científica puede ser fatal.

El conocimiento científico se obtiene con la movilización de grandes recursos y está a disposición de aquellos que reciben publicaciones especializadas. El uso adecuado de éstas nos facilitaría enormemente la búsqueda de soluciones para innumerables problemas, habiendo la posibilidad de encontrarlas sin necesidad de invertir nuevos esfuerzos.

Los territorios de la ciencia son vastos y sus fronteras son dinámicas. Estos territorios, por necesidades prácticas, son divididos en disciplinas. Para ampliar los dominios de la ciencia debe comenzarse por conocerlos. Ese es el papel de los centros de documentación

y de información instalados en el país. Los institutos de investigación tienen centros de documentación muy limitada, pero que brindan servicios a toda la comunidad. Como ejemplo, mencionemos el Centro de Documentación e Información Científico - Tecnológica, del CONCYTEC y el Centro de Información y Documentación del IPEN. Este último es enriquecido por la cooperación del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) y de institutos y comisiones de energía atómica del mundo.

Dentro de las formas de comunicación científica, las reuniones, congresos, foros y simposios, son irremplazables. En éstos se logra conocer, de primera mano, los avances de las investigaciones especializadas, que sirven como punto de partida para explorar los territorios desconocidos y apasionantes de la ciencia.

Pero algo más, siempre falta la comunicación de los científicos con la sociedad. Hasta hoy, en nuestro país, no se ha logrado establecer canales de comunicación fluida entre la investigación en ciencia y tecnología y otros sectores. Esto es lamentable, porque los investigadores tienen el deber de presentar los resultados de sus trabajos a la opinión pública, a la comunidad, la que brinda los recursos para que se desarrolle la investigación y sostiene los laboratorios nacionales. Además, es necesario desmitificar la imagen de los científicos, viéndolos como seres normales con tantos problemas económicos como la mayoría de los peruanos.

Además, es conveniente conocer los diferentes puntos de vista sobre ciencia y tecnología, que sostienen las diferentes tendencias políticas en nuestro país. Los liberales piensan que el Estado solo debe preocuparse por la educación y la salud. Otros opinan que el Estado debe favorecer el desarrollo de la ciencia y la tecnología, después de estabilizar la economía. Los menos están convencidos que el Estado nunca debe dejar de hacer o propiciar la investigación.

Son todos estos aspectos los que han llevado a la Sociedad Peruana de Ciencia y Tecnología (SOPECYT) ya la Sociedad Peruana de Física (SOPERFI), a organizar el "Foro sobre Ciencia y Tecnología para el Desarrollo" (\*). En este evento, el público podrá interactuar con los investigadores, quienes tienen, hoy más que nunca, voluntad de demostrar que sus trabajos van al encuentro de las necesidades nacionales.

### **Economía Ecológica: Los desastres a mediano plazo**

*Diario La República, 5 de junio de 1991*

En nuestro país, la mayoría de los proyectos ejecutados no han sido estudiados seriamente. La razón es simple; siempre se han tomado decisiones mirando el corto plazo. De esa forma, a la larga hemos hecho contratos firmados bajo presión por las necesidades diarias, sin tomarse en cuenta los daños del medio ambiente. Este aspecto es de tal gravedad que provoca la preocupación de la humanidad entera, que toma conciencia de



tales irreparables daños. El asunto no se analiza en “términos sofisticados”- como algunos califican a los criterios ecológicos- sino también en términos económicos precisos.

Desafortunadamente, nadie ha evaluado los efectos irreversibles de las actividades industriales y de extracción de materias primas en nuestro país. Por ello como ilustración mencionaremos algunas estimaciones hechas sobre los daños anuales que producen las actividades industriales en Alemania Federal (Science et Technologie, junio 1989). En términos monetarios, anualmente los daños son veinte mil millones de dólares por polución del aire, ocho mil millones de dólares por polución del agua, dos mil millones de dólares por destrucción de suelos, dos mil millones de dólares por ruido. En estas evaluaciones no se han tomado en cuenta “la desaparición de numerosas especies y los daños psicosociales, los que son imposibles de precisar”, afirma Gunther Schneider, director general del medio ambiente de la Comunidad Europea.

En nuestro país, por necesidad de dólares, hemos recibido todo tipo de empresas que se llevan materias primas y dejan nuestros suelos destruidos para siempre. Cabe preguntarse si lo que dejamos de percibir en aguas y lugares turísticos es tomado en cuenta en los cálculos de los contratos.

En la Amazonía hay otros aspectos no menos graves. Muchas comunidades indígenas viven aisladas de los “países oficiales”, pero éstas reciben la visita de empresas que destruyen su hábitat y se llevan la riqueza natural.

Otro de los problemas relacionados con el medio ambiente es el de los desechos. En Estados Unidos ha nacido el llamado síndrome NIMBY (Not in my backyard”, es decir, No en mi patio trasero), que indica el rechazo a los desechos industriales. En este aspecto aún existe una mentalidad colonial en las relaciones norte- sur. En 1988 se reveló la existencia de proyectos de exportación de desechos europeos y norteamericanos hacia el África. Por algunas centenas de millones de dólares se planeaba dejar decenas de millones de toneladas de desechos industriales europeos y norteamericanos. Otra forma- camuflada y legal- de dejar los desechos es instalando las industrias sucias en los propios países no desarrollados. De esa forma se llevan los productos limpios, y dejan la basura.

En ese contexto está naciendo una serie de organizaciones ecologistas, la mayoría de las cuales está compuesta por gente con buena voluntad y algunas con puro contenido político en oposición cerrada a todo avance tecnológico. Paralelamente se fortalecen o nacen carreras ecologistas, las que implican una serie de disciplinas científicas.

Actualmente tenemos retraso, el que se nota por ejemplo en la falta de informes técnicos sobre las consecuencias que traería el contrato entre Texas Crude y PETROPERU sobre la Reserva Nacional Pacaya- Samiria. Ello no ha impedido una intensa polémica, lo que ha permitido afirmar al Ministro de Energía y Minas que el debate se agotó- sin haberse esclarecido nada.

## **¿Hambre o veneno?**

*Diario La República, 12 de junio de 1991*

El uso de pesticidas se ha difundido para aumentar la producción en la agricultura. Pero el uso de productos químicos resulta ser peligroso para los seres humanos. En los países industrializados, aun cuando se tiene medios para reducir las víctimas, se está restringiendo su aplicación. Ante esta dificultad, los productores aumentan sus ventas hacia un mejor y necesitado comprador: el Tercer Mundo.

En 1990 California se convirtió en un terreno de batalla en torno a los pesticidas, en el que los grupos interesados gastaron 16 millones de dólares para convencer a los electores que eliminar los pesticidas sería quebrar la economía. Sin embargo, la gubernamental Agencia para la Protección del Medio Ambiente (EPA) está analizando el problema y se prevé que muchos serán proscritos (New Scientist, 2 de marzo 1991).

Entre los herbicidas y los pesticidas, estos últimos son los más peligrosos para el hombre y los animales. En California aumentó la gravedad del problema debido a que muchas víctimas no hablan inglés y otras no van al médico.

Pero los agricultores del Tercer Mundo no necesitan ir a California para ser atacados por los insecticidas, los insecticidas van al Tercer Mundo. En 1989, la Organización Mundial para la Salud estimó que los pesticidas envenenan 3 millones de personas, causando muerte en 1 de cada 14 casos.

Uno de los más baratos pesticidas usados para el mercado interno es el DDT. Para la exportación se usa pesticidas modernos como los órgano fosfatos y carbamatos que se desactivan más rápidamente. Ello en vista de que E.E.U.U. comienza a prohibir la entrada de productores con residuos de pesticidas. Además, los pesticidas modernos son más efectivos contra los insectos que son ahora resistentes al DDT. Sin embargo, contra los pesticidas modernos, los insectos desarrollan una resistencia creciente, obligando la producción de nuevos y más poderosos pesticidas. Es una guerra en la que el enemigo desarrolla cada vez mayor resistencia. Varias organizaciones internacionales están promoviendo la reducción o el uso menos dañino posible de los pesticidas.

La Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO) ha establecido algunas reglas para la elaboración y manipulación de pesticidas. Se sugiere que las compañías productoras deberían señalar claramente el procedimiento en el uso de sus pesticidas. Por otro lado, la Agencia Internacional para el desarrollo dejó de financiar el uso de pesticidas proscritos en E.E.U.U.

Los investigadores científicos, preocupados por el problema, están buscando nuevas formas de luchar contra los insectos. La biología molecular abre la posibilidad de añadir a las plantas una función pesticida propia, mediante la transferencia de un gen del *Bacillus*

*Thurengiensis*, una bacteria que se encuentra en el suelo, así como en el tomate, maíz y algodón. Las toxinas producidas por la bacteria han sido experimentadas con éxito. Sin embargo, siempre existe la posibilidad de que las plagas desarrollen resistencia contra sus nuevos enemigos. Como vemos, la guerra no ha terminado.

Como en muchos otros campos, el persistente uso de los pesticidas responde a necesidades económicas, las que priman sobre los riesgos. En países con deficiencia alimentaria, el problema es aún más grave porque mucha gente no tiene para comer ni siquiera productos contaminados. ¿Estaremos ante el dilema de morir de hambre o morir envenenados?

### **Camino a la locura**

*Diario La República, 27 de junio de 1991*

A Lima le gusta el ruido. Esta inquietud nace al observar que Lima está sumergida en ruido, el que parece haberse con vertido en un bien colectivo. Algunos privilegiados se compran su fuente personal, con audífonos rompe tímpanos.

¿Saben realmente el riesgo que se corre?

Es bastante conocido que el ruido provoca alteraciones auditivas que llevan hasta la sordera. Trabajadores de fábricas donde el ruido es intenso se jubilan sordos (y casi siempre sin ninguna indemnización al respecto). Para protegerse contra esta amenaza los trabajadores de fábricas ruidosas deben contar con tapones y cascos.

Pero hoy no sólo en las fábricas se sufre de agresión sonora: los medios de transporte se han convertido en socializadores del ruido (y por supuesto de gases tóxicos). Así, Lima se ha convertido en un laboratorio en el que se experimenta los límites de la resistencia del cuerpo humano o tal vez lo más grave no es la sordera. Hay una serie de otros efectos que deben conocerse.

En primer lugar, el ruido disminuye la concentración en las acciones del trabajo, que provocan accidentes. Con sólo disminuir el ruido en un ambiente de trabajo se baja la probabilidad de accidentes.

En una dirección mucho más compleja y grave se encuentran los efectos sobre el sistema nervioso que tiene sus ramificaciones en torno al aparato auditivo. Toda acción sobre los nervios se traduce en señales eléctricas que se transmiten al sistema completo.

Los efectos del ruido dependerán del lugar donde se inició la señal y la naturaleza de esta. Los sistemas afectados son el límbico, relacionado con las emociones, el sistema vegetativo y el neuroendocrino, muy importantes para la regulación de todas las funciones fisiológicas, de la concentración y del comportamiento.

Un ruido irritante, aun cuando sea de baja intensidad, puede causar problemas fisiológicos y también psicológicos. En cierta forma, el ruido en la ambiente causa tensiones en la misma forma que el calor, el frío o la polución del aire.

En lo que respecta a las funciones vegetativas, se ha observado que el ruido -a partir de una determinada intensidad- afecta el ritmo cardíaco y respiratorio, la presión arterial, la temperatura cutánea, la motricidad digestiva, la actividad bioeléctrica del cerebro, etc. El ruido también produce, debido a la tensión, variaciones de la concentración urinaria séricas y sanguíneas, así como de otros componentes bioquímicos.

Los efectos en el sistema vegetativo aparecen también durante el sueño y no existe la posibilidad de acostumbrarse (el efecto se observa siempre). Por otro lado, se altera la cantidad y la calidad del sueño.

De modo que si alguien sufre dolores de cabeza, tensión, irritabilidad -parecidas a las reacciones afectivas provocadas por agentes ambientales, sociales y familiares- debería preguntarse si no está sufriendo los efectos del ruido.

Lo que se ha expuesto en esta nota, a la luz de estudios sobre el efecto del ruido, hace temer que los limeños están sometidos a presiones extremas cuyos efectos se tornan preocupantes. Alguien podría decir que ya bastante agresión se recibe (salarios de hambre, humo, gases lacrimógenos, chorros de agua, basura, violencia, etc.) que el ruido resulta música celestial. Tengamos cuidado, porque el ruido resulta un amplificador de las tensiones existentes.

### **Más riesgos que lo pensado**

*Diario La República, 3 de julio de 1991*

La medicina moderna es un claro ejemplo de la forma cómo el hombre obtiene beneficios de la ciencia y la tecnología a cambio de ciertos riesgos. Los rayos X conllevan riesgos que pueden disminuir con la aplicación de la tecnología moderna. Cabe preguntarse si en nuestro país usamos los rayos X con la debida seguridad.

Los rayos X, descubiertos en 1895 por Wilhelm Roentgen, son producidos por electrones muy veloces que son frenados bruscamente por un material. El principio de la radiografía se basa en la capacidad de absorción de algunas estructuras opacas del cuerpo humano – por ejemplo, huesos- en comparación con lo que sucede con los tejidos blandos que son más o menos transparentes. Como los rayos X son absorbidos por los materiales opacos, los rayos que pasan revelan su estructura.

¿Cuán seguro es el uso de rayos X en medicina? Es una pregunta pocas veces planteada, porque el beneficio del diagnóstico es tan evidente que uno no vacila en tomarse una radiografía en caso necesario. El hecho es que los rayos X conllevan riesgos. Por ejemplo,

se ha mostrado que un uso exagerado de mamografías aumenta en forma alarmante los casos de cáncer en las mujeres. En E.E.U.U., a mitad de los años 70, hubo pánico por el aumento de casos de cáncer de pecho. Ello se debió a la demanda de mamografía y a la falta de formación de los médicos que la aplicaban. El mal uso de la radiografía fue condenado como totalmente irresponsable y fue descrito como una "clara ilustración del incontrolado uso de la radiación que para la población es más peligroso que todas las pruebas de bombas nucleares y la generación de energía nuclear" (How Safe is Safe? Radiation, Dr. Barrie Lambert, 1990).

La humanidad vive preocupada por su seguridad, pero muchos enfocan su atención en lo que parece espectacular, como es por ejemplo, el riesgo de las centrales nucleares, pero no se preocupan por disminuir los riesgos de algo tan común como los rayos X. Olvidan también que ver televisión conlleva - aunque en pequeña medida- riesgos adicionales de cáncer.

La importancia del tema es más evidente cuando se sabe que el peligro aumenta exageradamente cuando se usa equipos viejos o técnicamente defectuosos. En ese sentido, cabe saber que en los países industrializados es mucho más barato disminuir los riesgos de cáncer mejorando y haciendo una buena revisión de los equipos de rayos X que buscando bajar la dosis debida a las centrales nucleares.

En nuestro país tenemos numerosos equipos de rayos X completamente obsoletos o en mal estado. Por ello, cuando uno se toma una radiografía debería asegurarse que tanto el equipo como el operador tienen las licencias respectivas. Cabe señalar que los propios operadores corren riesgos originados por las dosis de radiación que reciben por su trabajo.

Es necesario conocer que el concepto de seguridad toma en cuenta la relación entre el riesgo y el beneficio. En el caso de los rayos X, éstos están limitados a los usuarios del tratamiento (muchos riesgos tecnológicos recaen sobre gente que no obtiene beneficio alguno, lo que es inaceptable). Aun así, debe usarse los conocimientos actuales para que se brinde el mismo servicio con la mayor seguridad. A ello se dedican los físicos especializados que regularmente ofrecen cursos en el Centro Superior de Estudios Nucleares del IPEN con vistas al licenciamiento de operadores.

### **Trampa mortal**

*Diario La República, 9 de julio de 1988*

Arequipa desaparecerá. Es una ciudad construida en el Misti, que explotará en cualquier momento. Nadie parece preocuparse por ello, ni los propios arequipeños. Numerosas expediciones científicas han visitado el Misti y todas dan la voz de alarma. Nosotros hemos conversado con el Dr. Richard Oliver, físico y geólogo británico que trabaja en el Instituto Laue Langevin (Francia) y que utiliza técnicas nucleares en geología.

*Dr. Oliver. ¿cuándo desaparecerá Arequipa?*

Eso no puedo saberlo, lo que puedo decir es que el Misti es un volcán activo, muy activo. Durante los diez últimos años se ha constatado que en el cráter hay actividad, como fumarolas, gas caliente, etc. Todo hace suponer que bajo el Misti hay una cámara de magma que está llenándose. Entonces, un día u otro, el Misti explotará.

*Lo que Ud. dice, me hace pensar en una olla a presión.*

Es una suerte de olla a presión, sí, pero por el momento no se sabe ni la presión ni hasta qué punto va a saltar.

*La ciudad de Arequipa está construida sobre los restos de una explosión.*

Exactamente. La ciudad de Arequipa está construida con y sobre los restos de una manifestación volcánica del Misti, es decir el sillar: una lava que descendió por el lado del volcán a una gran velocidad (doscientos a trescientos kilómetros por hora) y muy caliente. Esto debió haberse producido hace un millón o dos millones de años. Lo que significa que podría tener el mismo efecto mañana.

*Por otro lado, parece que no hay rutas adecuadas de escape en caso de explosión del Misti.*

Sí, creo que hay un millón de habitantes en Arequipa y hay sólo dos rutas que salen de la ciudad, para transportar a la gente a la velocidad necesaria, y también para llevar el socorro en caso de una eventual catástrofe.

*Es una suerte de trampa mortal*

Justamente, es una gran trampa donde están los arequipeños, y creo que debe hacerse lo necesario para vigilar el volcán y otros volcanes de la región que también son peligrosos.

*Hace pensar en catástrofes pasadas en torno a volcanes.*

Lo último fue en Japón. Incluso dos geólogos muy conocidos perdieron la vida. Una nube de cenizas ardientes han bajado del volcán matando gente y cubriendo casas y pueblos.

*¿Cuáles serían las medidas de precaución, para evitar lo peor?*

Hay varias cosas que deben hacerse de inmediato. Una vigilancia del volcán debe realizarse sobre todo del punto de vista sísmico. Hay que instalar una red de mediciones en torno al volcán, para ver los choques sísmicos que vienen y deducir el nivel de llenado de esa cámara magmática. Además, me parece esencial que deba instalarse medios para que los geólogos competentes peruanos vigilen el volcán por helicóptero, cada dos o tres meses, para ver su actividad.

*Como geólogo, ¿ha visto Ud. alguna acción para vigilar lo que está pasando en el Misti?*

Ninguna. Hace cuatro años que vine por primera vez, dimos una conferencia en la Universidad de Arequipa. El problema ya existía, pero creo que no se ha hecho nada hasta ahora.

### **Algunas palabras finales.**

Todo lo que puedo decir es que hay que continuar la lucha para que se tomen las previsiones.

### **Reactivación volcánica: ¿Reactivación del geofísico?**

*Diario La República, 9 de agosto de 1991*

El Perú, por sus características conocidas, debería realizar investigaciones en sismología y vulcanología. ¿qué estamos haciendo? Sobre ello hemos conversado con el Dr. Jorge Bravo, Director técnico del Instituto Geofísico del Perú. (IGP)

Nominalmente existe 40 estaciones de monitoreo de actividad sísmica en el Perú. Estos están distribuidos en función de las necesidades, sobre todo de grandes proyectos de desarrollo del país, que requieren de información de riesgo sísmico, para el estudio de factibilidad.

*¿Cuántas de estas 40 estaciones funcionan correctamente?*

Hay nominalmente 40, pero lamentablemente se podría decir que 20 funcionan a plenitud, debido a que la dispersión en el territorio peruano aumenta el costo del mantenimiento. Podemos estimar que el 50% del presupuesto del IGP está dedicado al mantenimiento de datos geológicos. En este esfuerzo el IGP recibe colaboración de empresas como ELECTROLIMA y ELECTROPERÚ, que tienen interés en la construcción de nuevas centrales hidroeléctricas, para lo cual se requiere la construcción de represas. Para el diseño y construcción de represas se requiere estudios detallados de sismicidad local.

Hace poco el geólogo británico Richard Oliver alertaba sobre la peligrosidad de la zona de Arequipa, y aconsejaba tener una cadena de sensores alrededor del volcán Misti.

En el sur del Perú, desde hace varios años, existe una reactivación volcánica. Además de los volcanes más conocidos cercanos de Arequipa, se viene estudiando el Sabancaya. En cuanto al Misti, en Characato se ha instalado estaciones sísmicas, que registran tanto la actividad local como la actividad lejana.

Sin embargo, para hacer un estudio detallado y preciso de la actividad volcánica, es necesario instalar un mayor número de estaciones sísmicas en esta zona, pero también otras como las geomagnéticas, extensómetros lineales, inclinómetros, etc. Este conjunto de instrumentos sería indispensable para hacer un estudio minucioso, un seguimiento preciso de la actividad volcánica.

*Pero eso significa mucho dinero...*

Si, pero la inversión de dinero se puede dividir entre grandes rubros. Uno en equipamiento, otro es el grande costo de mantener operativo bienes y servicios, y luego remuneraciones. En lo que se refiere a equipamiento, debido al interés y preocupación, causado por los estragos que trae este tipo de actividad volcánica (existe interés en las Naciones Unidas) no habría problemas.

La contraparte peruana significa sueldos apropiados para los científicos. Luego vienen los gastos de mantenimiento y operación de los equipos donados.

*Pero hay necesidad de seguimiento sísmico en la región y no se hace...*

Es cuestión de que se evalúen los diversos riesgos naturales para priorizar. No hay recursos ilimitados y tampoco hay tradición de preocuparse por estos fenómenos geofísicos. Por lo pronto el gobierno ha decidido otorgar prioridad a la actividad volcánica del Sabancaya. Desde este año el gobierno está dando aportes iniciales...

### **Patentes y medio ambiente**

*Diario La República, 17 de septiembre de 1991*

En estos momentos, en Perú y en el mundo entero, se habla intensamente de propiedad intelectual y patentes, relacionados con los productos de larga y costosa investigación. Paralelamente, el tema de medio ambiente se ha convertido en un punto de discusión entre los países industrializados y los no industrializados. Veamos en qué forma ambos puntos pueden tomarse en cuenta en las relaciones Norte-Sur.

En repetidos foros científico-tecnológicos, los representantes de la industria privada peruana han señalado que la investigación, por ahora (y como antes), tiene prioridad cero. No se hace investigación en la industria privada, y las instituciones de investigación, incluyendo las universidades, están muriendo por inanición.

¿Con qué justificación hoy se movilizan febrilmente los industriales –con la industria farmacéutica a la cabeza- para que el Perú defienda la insostenible posición según la cual no debe pagarse por patentes y propiedad intelectual? En realidad, señores industriales, la disyuntiva no está en pagar o no por usar los resultados de la investigación científica y tecnológica, sino en la decisión del Perú por investigar o no.

La investigación es costosa y demanda mucho esfuerzo, pero, cuando se logra resultados, las inversiones deben ser recuperadas para seguir buscando nuevos conocimientos y productos. De otra forma, ¿qué cosa podría incentivar la investigación? Bastaría esperar que otros investiguen para usar los resultados de aquellos que tengan éxito. Nuestros antepasados han descubierto una serie de conocimientos sobre la fauna y la flora. Después de la invasión española no se hizo ningún esfuerzo por proseguir las investigaciones; al contrario, se esperó que todo venga de fuera y nos limitamos por rascar



la tierra para regalar nuestros recursos naturales. En laboratorios de otros países se investigó y se identificó dónde se encuentra la clave genética de sus extraordinarias propiedades, algunas de las cuales fueron descubiertas antes de la invasión.

La causa de usar sin pagar la investigación está perdida desde el principio, es indefendible. En el mundo se va a respetar la propiedad intelectual y se va a pagar por las patentes: en esa dirección se va. Entonces, señor presidente de la República, señores industriales, señores parlamentarios, Uds. deben conjugar esfuerzos para que la industria privada y el Estado inviertan en ciencia y tecnología, porque nadie nos regalará los resultados de sus investigaciones.

Pero hay otro aspecto del desarrollo tecnológico en el cual no sabemos defender nuestros derechos. Me refiero al deterioro del medio ambiente por el uso de la tecnología, casi exclusivamente para beneficio de los países industrializados. Hay que evaluar los daños al medio ambiente mundial que produce la emisión de contaminantes de la industria internacional y la proporción en que cada país contribuye a esa contaminación, para indemnizar a los países afectados. Es más, nuestros recursos naturales producen beneficios a la humanidad. Por ejemplo, nuestra Amazonia contribuye en el oxígeno mundial que permite la vida. ¿Recibimos algo por ello?

Dejémonos pues de reclamar dudosos derechos –resultados de investigaciones de otros– y reclamemos los verdaderos –indemnización por deterioro del medio ambiente.

### **Sobrevivientes de año huracanado**

*Diario La República, 8 de octubre de 1991*

El Simposio de Física 1991 se realizará en un punto crucial de la historia de la física peruana. Los que creemos eso es porque hemos podido sobrevivir en un año que se prometió primaveral y resultó huracanado. Este año hubo muchas bajas, pero los sobrevivientes están convencidos que saldremos adelante.

Para reunirnos hemos escogido Huaraz, al pie del Huascarán, como desafiando a los terremotos y a los huaicos que llegan sin aviso previo. Lo hacemos allí porque hay un paralelo telúrico-político y porque necesitamos prepararnos para tiempos difíciles, como los de este año.

Desde Alemania, Canadá, E.E.U.U., Francia y Japón, hemos recibido llamadas de colegas que abandonaron la zona de desastre. Nos anuncian que vendrán al Simposio. Nos cuentan que, por allá, la competencia se dispara en la dirección de nuevos conocimientos científicos y nuevos productos tecnológicos, de trenes super veloces, de computadoras más rápidas y pequeñas, del código genético que está siendo descifrado, de señales cósmicas que traen mensajes sobre el origen del universo, de los superconductores, de las

extraordinarias imágenes del cuerpo humano para diagnóstico, de nuevos materiales y de cuanta maravilla participan.

Nosotros les contaremos sobre nuestras cuatro horas de transporte con alto riesgo de accidente para llegar al trabajo, de las deficiencias alimenticias de nuestros hijos, del hambre total de la mayoría de los niños, de nuestra falta de libros, de la falta de dinero del CONCYTEC, de la falta de equipos de laboratorio, del desprecio por la carrera científica, de las renunciadas en masa, etc., etc.

Pero también les mostraremos nuestro coraje y nuestras posibilidades. La cooperación internacional –única fuente que mantiene vivas, hoy, las cenizas de investigación en el Perú- nos permite realizar algunos trabajos, aun cuando no sean competitivos dentro de los estándares internacionales.

Allí está el Instituto Internacional de Física de Suecia, que apoya a la UNI en trabajos sobre películas delgadas y a Trujillo con su ciencia de metales. Ahí está la GTZ de Alemania con su apoyo al ITINTEC. Ahí están la Universidad de Cornell al Observatorio de Jicamarca y el Instituto Internacional de Física de Trieste que apoya a varios proyectos de investigación. La Universidad de Gant y su apoyo a la Universidad de Arequipa. En suma, los organismos internacionales nos traen “oxígeno” en momentos de asfixia.

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC), única entidad nacional que puede apoyar orgánicamente los esfuerzos de investigación no tiene recursos. ¿Cabe esperar algo para el próximo año? Aún siguen funcionando los laboratorios que se levantaron con su apoyo de hace tres años. La neutrografía de Huarangal, las dataciones por huellas de fisión, y muchísimos proyectos que nacieron entonces son pruebas de que cuando se siembra se cosecha. Por otro lado, en algo ayuda el llamado Fondo de Desarrollo Universitario. Pero ello es muy reducido. Todo parece indicar que, en Huaraz, entre el 09 y 14 de diciembre, se llevará a cabo el Simposio de una nueva generación de físicos, los que, a pesar de haber trabajado en las peores condiciones de la historia peruana, han obtenido resultados que permiten un razonable optimismo.

### **Guerra contra la polución**

*Diario La República, 30 de noviembre de 1991*

El premio Nobel de Química 1991 fue adjudicado a Richard Ernst, por su trabajo sobre técnicas de resonancia magnética nuclear, desarrolladas para analizar estructuras tridimensionales de moléculas orgánicas o inorgánicas en solución. De esa forma, se acentúa la interacción entre la química moderna y la física. En nuestro país, como veremos en esta nota, esa interacción también se intensifica, gracias a que contamos con laboratorios nucleares que brindan servicios en aspectos tan variados como análisis de alimentos, polución, minerales, entre otros.

En el reciente Congreso Peruano de Química, se mostró que las innumerables sustancias producidas en reacciones químicas, usadas para mejorar la vida humana, paradójicamente nos están trayendo riesgos antes insospechados. La química, colocada en el origen de esas reacciones, hoy se pone en la vanguardia de la lucha contra la amenaza de la polución de nuestro planeta; y lo hace usando sus viejas técnicas, pero también las nuevas, creadas en modernos y complejos laboratorios nucleares.

La química se encuentra más cerca del público que cualquier otra ciencia. El interés por las ciencias químicas se ha mantenido, a pesar de la crisis económica por la que atraviesa el Perú. Pero debemos mencionar que los temas han variado, influenciados por la situación crítica de los sectores productivos.

Hace algunos años, cuando las minas daban enormes ingresos al país, los laboratorios trabajaban a tiempo completo en análisis de minerales. Hoy, la minería y la industria están al borde de la quiebra, y sus demandas de análisis han disminuido. Los laboratorios con instrumentos de absorción atómica y cromatografía de gases, los más numerosos en el país, tienen que cambiar de dirección.

Las preocupaciones del mundo moderno, sobre todo en los países industrializados, han cambiado hacia la protección del medio ambiente. En ese rubro, la tarea es de la talla de la enorme contaminación de nuestro planeta.

En el país, afirma la Dra. Carmen Ruiz de Pardo, el ejemplo dramático del río Rimac y de las playas han provocado la movilización de los químicos, los que tratan de poner a punto técnicas de análisis, de limpieza y descontaminación del aire. En esa tarea de protección del medio ambiente, también han ingresado técnicas modernas de la química nuclear, las que son capaces de analizar concentraciones muy bajas de elementos. En el Centro Nuclear de Huarangal se ha analizado, por ejemplo, el contenido de cadmio, elemento tóxico, en alimentos y material biológico, mediante el análisis por activación neutrónica radioquímica. Pero las radiaciones no sólo sirven para analizar los elementos tóxicos, sino que también ayudan a combatir la contaminación, destruyendo, por ejemplo, bacterias dañinas para el hombre.

La Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de San Marcos analiza la contaminación radiactiva del aire y alimentos. La contaminación radiactiva también es analizada en el IPEN.

Cabe mencionar que, debido a la naturaleza de nuestro suelo, la química nuclear no ha abandonado sus antiguos temas, sigue analizando uranio, minerales, muestras arqueológicas y geológicas en nuestro país; pero la competencia tecnológica comercial lleva a los químicos hacia nuevos campos.

**Cajón de sastre: Ecologistas ahumados**

*Diario La República, 9 de diciembre de 1991*

En pleno centro de Lina, la conversación apasionada de dos ecologistas captó mi perturbada atención. Apenas podía distinguirlos, cada vez que las máquinas de humo fallaban su noble trabajo de echar incienso carbónico al gris ambiente de nuestra bella Lima. Hablaban de proteger al Mundo de las amenazas ecológicas que eliminarán la civilización. Tanta era la pasión en sus afirmaciones que respiraban jadeantes, inhalando olores inspiradores. Los atuendos verdes se convirtieron en negros, sus pulmones se tiñeron de negro, sus ojos se tiñeron de negro, de un negro tan limeño, que era matizado por el humo gris de alguna humeante basura. Lo que si se mantenían claras eran sus ideas. Normal: pensaban en el Amazonas, en el Polo Norte, el Polo Sur, los bosques alemanes, etc., etc. Y el humo siguió saliendo.

### **Instituto Geofísico: Renovación y Reactivación**

*Diario La República, 4 de abril de 1992*

En proceso de deterioro acelerado, con deudas gigantescas, investigadores renunciando y equipamiento sísmico en mal estado, el Instituto Geofísico del Perú (IGP) recibe un joven y dinámico científico como presidente ejecutivo. Se trata de Manuel Chang, un ingeniero electrónico y doctor en ingeniería de procesamiento de la información sísmica, quien tratará de salvar el IGP.

Hace algunos días visité el local de la sede central del IGP, una casita de San Isidro donde la administración central entra apenas con sus escritorios, pegados unos contra otros. “Esta casa está tugurizada y esa palabra es generosa, teniendo en cuenta su real estado”, diría más tarde Manuel Chang, en una conversación telefónica.

El IGP administra básicamente los observatorios de Huayao -en Huancayo- y de Jicamarca. Tiene también el laboratorio de Camacho, en el que recopila todos los datos sísmicos del Perú, pero su construcción de madera y techos de eternit constituyen un peligro. Este laboratorio fue construido en 1982 temporalmente.

El observatorio de Jicamarca que consta principalmente del radar, estudia la alta atmósfera, en colaboración con instituciones extranjeras, tiene una deuda de más de medio millón de dólares por energía eléctrica. La participación de esas instituciones, principales usuarias de los resultados, significa una pequeña fracción de los gastos de operación.

En cuanto a las estaciones sísmicas, afortunadamente Electroperú y el proyecto Olmos cuentan con algunas estaciones sísmicas, porque las del IGP, que significan el 35 % del total, se encuentran en mal estado.

El IGP también se ocupa del estudio del fenómeno de “El Niño”. Para ello cuenta con equipos de sensoramiento remoto, de tratamiento de imágenes, pero tiene un solo científico. En este proyecto participan otras instituciones, entre las cuales se tiene a SENAIM. Cabe mencionar que científicos del IGP participan en investigaciones sobre el referido fenómeno en laboratorios de EE.UU.

Entre todos los problemas del IGP, la renuncia de sus investigadores resulta ser uno de los más graves. Muchos han dejado el IGP, y otros tratan de partir en cualquier programa de becas o trabajos en el extranjero. “En el IGP hay una generación postergada, que debe participar en puestos de responsabilidad”, anuncia Manuel Chang. Una renovación de cuadros, facilitada por la renuncia del personal antiguo es la que propugna el nuevo presidente.

Manuel Chang es un profundo conocedor del IGP. Llegó al observatorio de Jicamarca como practicante, siendo estudiante de electrónica de la UNI. Allí se encargó del mantenimiento y reparación de computadoras, así como del procesamiento de información. En 1982 viajó a Francia, donde obtuvo su doctorado en 1984, año en el que regresó para ocuparse de la Dirección Ejecutiva del Observatorio de Huayao. Luego, sucesivamente, ocupó cargos de alta responsabilidad.

Ante las arcas vacías del Estado y siguiendo una política general para los institutos de investigación, Chang tiene que conducir al IGP hacia la generación de recursos propios y a la explotación óptima de la cooperación internacional. Sin embargo, para ello es necesario que el Estado ponga un significativo esfuerzo como contraparte. Sólo de esa forma puede pensarse en una renovación y reactivación de IGP.

### **Ciencia y Agricultura: Super cereales**

*Diario La República, 30 de abril de 1992*

En una discreta zona de los amplios terrenos de la Universidad Agraria, se encuentran los locales del Programa de Cereales. Allí, el investigador Marino Romero, nacido en el Callejón de Huaylas, se dedica a crear en el laboratorio cebada desnuda y cereales que soportan las inclemencias de las alturas; ello es posible mediante la mutación genética. Como se sabe, las características de un ser viviente están grabadas en los genes que se encuentran en las células. El ácido desoxirribonucleico (ADN) constituye una gigantesca biblioteca, a partir de la cual se construye la vida en sus diversas manifestaciones. El cambio en la estructura del ADN en una célula se reflejará en la modificación de las características de sus descendientes. En algunos casos, la transformación es de tal magnitud que el ser se convierte en estéril.

En realidad, la evolución de las especies se debe a mutaciones espontáneas o, más precisamente, inducidas por elementos naturales. Los numerosos cambios del ADN a

partir de las células iniciales en la historia de la Tierra, han dado lugar finalmente a la vida actual en todas sus manifestaciones.

Por ejemplo, el trigo y la cebada actuales son la manifestación final del proceso de mutaciones de estos cereales. Pero los investigadores no se contentan con presenciar la lenta evolución espontánea, sino que producen mutaciones en el laboratorio. Estas mutaciones, que naturalmente toman millones de años, se logran en un periodo de cosecha.

El procedimiento de mejoramiento de plantas es relativamente simple. Se irradia con una fuente de rayos gamma centenas de miles de semillas del cereal. Se cultivan las semillas irradiadas y se observa su evolución. Estadísticamente, uno de cada 200 mil granos tiene una evolución positiva, es decir, que es de mejor calidad que los granos iniciales. Se escoge las plantas mejoradas, cuyos granos serán usados para cultivar en gran escala.

Actualmente se ha logrado tres variedades de cebada. De éstas, la cebada llamada Buena Vista ha alcanzado nivel comercial, siendo explotada por los campesinos de las alturas de Puno con el apoyo de Cáritas.

Ante el requerimiento de los campesinos, los investigadores de la UNA han producido una cebada sin cáscara. Como se sabe, la cáscara de la cebada ofrece inconvenientes para usarla en la harina, por ejemplo.

Actualmente, las investigaciones se concentraron en la reducción del ciclo de trigo. El ciclo del trigo es de 13 meses. Si se logra reducirlo a 7 meses sería posible tener dos cosechas anuales. Ello permitiría también disminuir los efectos climatológicos sobre el trigo. Cabe recordar que este año ha quedado demostrado lo catastrófico de los efectos del fenómeno de "El Niño". También se trata de obtener un trigo cultivable a más de 4 mil metros que resista el frío y las condiciones de esas alturas.

Las mutaciones por irradiación han sido ensayadas también con otros cereales. Los resultados fueron diversos. La quinua, por ejemplo, respondió erráticamente al tratamiento. Los esfuerzos de la UNA en el mejoramiento de plantas por irradiación, apoyados por el Organismo Internacional de Energía Atómica, han dado resultados que merecen ser explotados en grandes escalas. En tal sentido, es necesario un apoyo mayor de organismos estatales y privados.

### **Ciencias nucleares para rastrear el agua**

*Diario La República, 5 de mayo de 1992*

El diluvio en el norte y la sequía en el sur de nuestro país son pruebas, si fuesen necesario más, que vivimos en una región de inestabilidad climatológica y que es necesario realizar investigaciones serias para resolver los problemas endémicos. Afortunadamente, varias

instituciones y empresas han comprendido ello y han emprendido trabajos conjuntos en tal sentido. Uno de los aspectos de la solución del problema de escasez de agua es la prospección de los recursos acuíferos subterráneos, que en la mayoría de los casos los perdemos porque no sabemos nada de su existencia.

Los informes sobre la indescriptible situación de los campesinos del sur parecen querer mostrarnos repetidamente, recordándonos nuestra pasividad, que seguiremos dejando morir de sed a nuestros hermanos y seguiremos discutiendo todos los años de los mismos problemas, pero sin tomar acciones para resolverlos.

Un joven científico del IPEN, Ing. Rubén Rojas, quien ha comenzado a actuar tercamente y sin desmayo en el estudio hidrológico, trata de convencer a medio Perú para aplicar técnicas nucleares en el estudio hidrológico de nuestro suelo. En esta nota vamos a describir algunos de los proyectos que se han puesto en mesa.

Actualmente SEDAPAL, ELECTROLIMA y el IPEN, con técnicas nucleares están realizando estudios hidrológicos de las cuencas del Rímac y del Mantaro. Aquí se trata de investigar el origen de los cinco metros cúbicos de agua por segundo que salen de la Galería Graton, construida en San Mateo, en el kilómetro 100 de la Carretera Central. Esta investigación está basada en los fuertes indicios de que las aguas que drena la Galería Graton provienen de la cuenca alta del Mantaro. La importancia de este estudio reside en el hecho de que el caudal mencionado equivale al 40% de las aguas superficiales que aporta el río Rímac durante los días de estiaje. El estudio consiste en analizar el contenido isotópico de las aguas en puntos representativos de las cuencas de los ríos Rimac y Mantaro, para luego buscar una eventual similitud entre las aguas de la Galería Graton y las del Mantaro.

En otra latitud, en Moquegua, se están iniciando contactos entre el IPEN y el proyecto "Pasto Grande" para estudiar las probables fugas del dique que represa las aguas del río Vizcas, cuyo volumen es de 110 millones de metros cúbicos. El estudio comprenderá la represa, la laguna de Suches, los pozos del acuífero Titijones y Guatire, los manantiales Carumas y las filtraciones del túnel Jachacuesta.

El problema del agua también concierne a ELECTROPERÚ. Esta empresa, por ejemplo, tiene planeado construir una central hidroeléctrica en la cuenca del río Cañete. Desafortunadamente, según estudios preliminares, en el lugar donde se emplazaría la central parecen existir terrenos permeables. En estos lugares el caudal del río disminuye para reaparecer aguas abajo. Aquí se trata de estudiar, con isótopos estables y radiotrazadores, las interconexiones entre las subcuencas con la cuenca alta del río Cañete.

Así como en el tema del agua, en muchos campos, las técnicas nucleares muestran su utilidad. En el futuro iremos mostrando los innumerables servicios que pueden ofrecerse con las ciencias nucleares, para alejarnos de los tiempos de escasez y de pobreza. Lo que

queda repetir es que las empresas e instituciones nacionales deben poner los recursos a disposición de los científicos que quieren trabajar por el país.

### **Cumbre de la Tierra: Energía, Desarrollo y Ecología**

Diario La República, 22 de junio de 1992

En la Cumbre de la Tierra los mandatarios de la mayoría de los países del mundo han firmado dos tratados de suma importancia. Uno de ellos es contra el calentamiento de la Tierra y el otro sobre biodiversidad, para proteger plantas, animales y recursos naturales. Debido al déficit de energía eléctrica en Lima y una propuesta de instalar una central a petróleo, combustible vetado por los ecologistas, es imprescindible debatir este problema.

Los especialistas son unánimes en señalar la peligrosidad del quemado de combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas) que emiten dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Este gas absorbe el calor, produciendo el llamado efecto invernadero. Pero además emiten SO<sub>2</sub> y NO, funestos para animales y plantas.

Recordemos que desde la anterior Cumbre de la Tierra (Helsinki 1972), la polución se ha incrementado. Como consecuencia, en ese lapso se han perdido 200 millones de hectáreas de árboles y 500 millones de hectáreas cultivables. Entre 1972 y 1989 se pasó de una emisión de 16,200 millones a 21,900 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>, las que se han integrado a la atmósfera. El 25% del CO<sub>2</sub> producido se debe a centrales térmicas con combustible fósil. Este problema fue tratado en una reunión de expertos en Helsinki (13-17 de mayo de 1991). Veamos algunos puntos que allí se revisaron.

Entre 1972 y 1989 se ha duplicado el consumo de la energía primaria, variando su composición de origen. De 1960 a 1989 los porcentajes según el origen de cada fuente han pasado de 47% a 28% para el carbón, de 13 a 21% para el gas, de 34 a 39% para el petróleo, de 6% a 7% de hidráulicas y de 0% a 6% para la energía nuclear.

Respecto a la electricidad, las fuentes en porcentajes en 1990 son 63% para combustible fósil, 20% para hidráulicas y 17% para energía nuclear. Esta composición se mantendría hasta los años 2010; sin embargo, entre los combustibles fósiles habrá un progresivo reemplazo de petróleo por gas. Ello se explica en parte porque en la energía equivalente a una tonelada de petróleo, el carbono generado es 0.57 toneladas para el gas, 0.82 para el petróleo y 0.93 para el carbón.

Cabe señalar que los gases SO<sub>2</sub> y NO pueden ser eliminados con alta y costosa tecnología, lo que es imposible de hacer con el CO<sub>2</sub>. Entre los países que más generan CO<sub>2</sub> se tiene a EEUU con 22% y Japón con 4.4%. Japón tiene planes para estabilizar su generación de CO<sub>2</sub>.

Las energías renovables conllevan riesgos, sobretodo a nivel local. Entre estos se tiene los efectos de sedimentación, cambios de calidad de agua y la vida marina, pérdida de



especies. A nivel regional se tiene cambios de calidad del agua y la modificación de la distribución hidrológica con efectos imprevisibles.

Debido a las consecuencias económica y a las desigualdades de desarrollo de los países, los tratados para proteger el medio ambiente son conflictivos. ¿Por qué limitar la generación de energía de los países pobres cuando los países industrializados han derrochado y provocado el problema de la polución, la destrucción del Ozono y el efecto invernadero? El presidente de los EE.UU. señaló que no firmaría tratados que signifiquen pérdidas de empleo, pero terminó suscribiendo el tratado sobre calentamiento de la Tierra, como también lo ha hecho el presidente del Perú. Estamos entonces comprometidos a no producir gases invernadero, lo que va contra una central a petróleo.

### **Energía Nuclear: Un recurso nacional**

*Diario La República, 19 de julio de 1992*

El país cuenta con algunos recursos para apoyar sus programas de desarrollo. Entre los más importantes se encuentran los programas científicos y tecnológicos. En este ámbito, las ciencias nucleares y sus aplicaciones pacíficas alcanzan una posición preponderante en el estudio y la búsqueda de soluciones, de los problemas materiales más graves del país.

Sólo para mencionar algunos ejemplos, tomemos el caso del déficit de energía eléctrica, que puede ser económicamente resuelto con la instalación de plantas nucleares. Tomando en cuenta, además que la energía núcleo-eléctrica genera polución atmosférica, contrario a lo que sucede con las centrales térmicas a combustible fósil.

Una planta nuclear se instala en el lugar de requerimiento energético, evitándose el sabotaje del que son objeto las torres de alta tensión. Estas centrales, inclusive tienen un costo de producción bajo, implicando un mejor precio si se toma en cuenta su vida productiva.

A través de las ciencias nucleares se investigan los recursos hídricos, gracias a la llamada hidrología isotópica y a los trazadores nucleares. En este campo ya se están brindando servicios a empresas privadas y estatales, con algunas de las cuales se trabajan en virtud de convenios.

Por otro lado, se realizan análisis por activación neutrónica, con los cuales se están brindando servicios de análisis químicos modernos y confiables a diversos sectores productivos.

También existen aplicaciones nucleares en medicina, para diagnóstico y terapia, la conservación de alimentos por irradiación, las investigaciones de nuevos materiales, etc. En realidad, la potencialidad de las aplicaciones nucleares ha llevado a muchos países a

la creación de grandes instituciones nucleares, las que actualmente -en virtud de la distensión nuclear- están iniciando fructíferos programas de colaboración.

Pero, a pesar de los beneficios obtenidos por las aplicaciones nucleares, existe una parte de la opinión pública que, en los países industrializados, se oponen al desarrollo de la energía nuclear. Sin embargo, a medida que avanza el conocimiento, se va descubriendo que el sector nuclear ofrece menos riesgos que otras tecnologías generadoras de sustancias tóxicas y causantes de verdaderas catástrofes ecológicas a nivel planetario.

Por lo tanto, se deben intensificar las aplicaciones nucleares con fines pacíficos en nuestro país, ya que permiten explotar adecuadamente nuestros recursos naturales; además que protegen el medio ambiente y la salud.

### **Los Alamos: Viaje al futuro y a la naturaleza**

*Diario La República, 8 de agosto de 1992*

El Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN) ha iniciado un programa de cooperación con el Laboratorio Nacional Los Álamos de EE.UU. que se proyecta hacia una variedad de aplicaciones científicas y tecnológicas. El Laboratorio Nacional Los Álamos, creado durante la Segunda Guerra Mundial para construir la bomba atómica, se ha convertido en un poderoso generador de aplicaciones pacíficas donde se investigan temas como recursos minerales, planificación energética, superconductores, medio ambiente, rayos láser, genética, entre otros. En tal sentido, el programa de colaboración permitirá al Perú entrar en el terreno de la investigación con tecnología avanzada para resolver problemas concretos.

Reynaldo Morales, responsable por el LANL del acuerdo de colaboración, ha puesto todo su esfuerzo para que los proyectos de investigación empiecen en buena ruta, lo que ha permitido que, durante una semana, representantes del IPEN se hayan entrevistado con diversos investigadores sobre el tema de mayor interés para el Perú.

Así se ha diseñado un proyecto de investigación sobre recursos mineros mediante la técnica de análisis de activación neutrónica, aprovechando la experiencia que sobre esa técnica han adquirido los científicos de Los Álamos y del IPEN. El instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET) participará como responsable del manejo de los datos mineros del Perú, para lo cual se proyecta contar con un sistema de computación para una moderna base de datos mineros. Los Álamos tiene experiencia en un trabajo similar para América Central en México y un Centro Regional para América del Sur en Lima. La formación de estos centros regionales constituiría un apoyo invaluable para la evaluación de los recursos mineros de América Latina.

Los Álamos aplica la técnica de activación neutrónica en el reactor Omega West y el Perú la realiza en el reactor de Huarangal. El Omega West cuenta con un sistema automatizado

capaz de analizar numerosas muestras diarias. Por otro lado, ha desarrollado aparatos tan sofisticados como el que nos señala la posición geográfica de cualquier punto donde se encuentra, lo que identifica el lugar donde se recogen las muestras. Como otro ejemplo del avance, puede mencionarse los sistemas para guardar 50 imágenes fotográficas en un disquete de 2 cm de lado.

El otro tema que piensa desarrollarse es el de contaminación ambiental en Lima. En ello, Los Álamos tiene una experiencia en la ciudad de México, donde ha utilizado rayos láser para determinar el grado de contaminación del aire. Además de los instrumentos modernos para determinar la contaminación, Los Álamos ha desarrollado modelos de simulación que permiten estudiar los diferentes escenarios de tratamiento del medio ambiente.

Es necesario hacer notar que el problema de la polución debe ser estudiado científicamente y sin influencia de supuestos, prejuicios o de impulsos ideológicos. Para que esto sea posible, es necesario un trabajo pluridisciplinario y multi-institucional. En tal sentido se comenzará con una medición y evaluación de la contaminación de Lima, con instrumentación moderna y confiable.

El tema ambiental aparece como fundamental para los científicos de Los Álamos, los que prefieren construir sus casas en países alejados de la polución y en paisajes naturales que harían recordar las pampas de Junín. En una siguiente nota seguiremos tratando temas relacionados con la colaboración IPEN-LANL.

### **Protejamos la Tierra**

*Diario El Peruano, 28 de abril de 1993*

La Tierra es nuestra madre y dependemos de su estado físico. Por ello, maltratarla es suicidarnos lentamente y, lo que es más grave, significa deteriorar el medio en el cual vivirán las nuevas generaciones. Todos comprenden este hecho; sin embargo, los enfoques que se dan a la solución están en función de intereses diversos, pero poco ecológicos.

Por un lado, se alimentan teorías que cargan la cuenta a los países pobres, basados en que la pobreza no permite tomar medidas de protección de la Tierra, porque ello significa gastos que no se pueden hacer.

Por otro lado, los más grandes consumidores de energía generan cantidades astronómicas de gases invernadero y no quieren disminuirse las proporciones un solo momento. La quema de combustibles fósiles aparece en tal sentido como forma peligrosa de acelerar el deterioro de la Tierra. Con ello se genera también gases tóxicos que destruyen la fauna y la flora y dañan la salud de los seres humanos. Se calcula en decenas de miles de millones

de toneladas de bióxido de carbono que cubre la Tierra con su manto de destrucción y muerte.

Paralelamente a lo mencionado, la liberación de clorofluorocarbonos está produciendo el deterioro de la capa de ozono. La disminución de esta capa protectora contra rayos ultravioletas peligrosos, dará lugar a un incremento de casos de cáncer a la piel, cataratas en los ojos, perturbaciones del crecimiento de la vegetación, entre otros.

A ello se añade el crecimiento exagerado de la emisión de desechos industriales en los ríos y mares, los que destruyen signos de vida a su paso. Las grandes compañías han adquirido tanta fuerza que no vacilan en destruir los recursos naturales para usarlos indiscriminadamente en sus únicos fines de producción y lucro. La tala de árboles es impuesta con el pretexto del crecimiento económico, poniendo en peligro el equilibrio ecológico del que dependemos.

La competencia económico-comercial impide decisiones en dirección de la disminución del poder destructor de las industrias y se posterga la solución del problema como resultado de los choques de poderes.

Por otro lado, la pobreza de algunos países, y la pereza de otros, no permiten una planificación del mediano plazo, dejando que la ley de la Selva se imponga. Se lanzan discursos ecologistas sin tomar en cuenta las medidas de protección del medio ambiente ni de la salud pública.

Para que el cuadro esté completo, surgen pseudos protectores del medio ambiente, que con lenguaje sin base científica, se dedican a captar recursos económicos para llenar informes superficiales productos de la especulación.

Otros, con telescopios imaginarios, lanzan gritos de alarma por selvas lejanas de las cuales sin duda debemos preocuparnos pero respiran sin preocupación alguna el aire limeño saturado de gases tóxicos.

### **Preocupaciones ambientalistas**

*Diario El Comercio, Opinión Nacional, 9 de septiembre de 1994*

Desde 1968, cuando en el Observatorio de Loa de Hawai se detectó un aumento creciente de la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, y su correlación con el aumento de la temperatura de la atmósfera, empezó la preocupación por los llamados gases invernadero. Las investigaciones sistemáticas se iniciaron en 1980, gracias a los datos que proporcionaron los satélites y la capacidad de las computadoras CRAY. Se utilizó entonces modelos físicos para estudiar la influencia de la contaminación y las variaciones climáticas. Luego se generó una intensa colaboración interdisciplinaria entre paleo climatólogos y meteorólogos, lo que permitió estudiar en detalle la dinámica de la

polución. La preocupación se intensificó en 1988, en gran parte por la sequía que sufrió E.E.U.U., sospechándose que ésta fue provocada por la polución.

En lo que se refiere a la contaminación de los suelos, la inquietud comenzó en 1982, cuando un grupo de científicos declararon que los bosques alemanes estaban enfermos por la polución atmosférica de lugares lejanos.

En nuestro país, desde hace décadas la Universidad Nacional Agraria estudia los suelos de la región del Mantaro. En ese estudio surgió la preocupación por el centro minero de La Oroya, el que ha provocado deterioro en las tierras que lo rodean. La destrucción, como por acción de un poderoso enemigo, viene por aire, río y suelo.

La chimenea de La Oroya despidе sus humos y gases tóxicos que invaden extensas áreas. Los monóxidos provocan luego la lluvia ácida que destruye la vegetación. Por otro lado, los desechos que son liberados en el río Mantaro llevan sus ácidos a lo largo del río el que los acarrea finalmente al Amazonas. Los relaves corroen los suelos provocando destrucción de imprevisibles consecuencias en el fondo de las lagunas en las que se les vierte.

No sólo a las punas ha llegado la destrucción. La explotación irracional de los recursos marinos ha tenido consecuencias funestas en el puerto de Chimbote y hoy amenaza la Bahía de Paracas.

Las empresas petroleras tampoco se esmeran en proteger las reservas selváticas sin pensar mucho en las comunidades que las habitan desde siempre.

Esta realidad es conocida desde hace mucho tiempo, pero siempre la falta de visión ha ido postergando la solución hasta llevarla a un punto crítico que hoy es difícil de enfrentar. La imparable destrucción del entorno por acción de la industria no ha preocupado a los gobiernos del Perú. Sin embargo, por magia de la globalización, son los países antiguos super campeones de la destrucción los que se preocupan por nuestra seguridad ambiental, sobre todo por los bajos precios de los productos de la tecnología contaminadora. Los países con severas reglas de protección ambiental tienen productos caros. Como un parámetro importante de la competencia comercial es el precio, a los comerciantes de los países industrializados les conviene que sus competidores paguen también la tecnología de protección del medio ambiente, ofrecida coincidentemente por esos mismos países.

Una forma que tienen los países industrializados para evitar el uso de tecnologías no contaminantes es producir en países sin reglas severas de protección ambiental. Así, una empresa va a un país subdesarrollado para generar sus productos, deja los desechos y vende productos baratos.

Cabe señalar que a ningún pueblo le conviene destruir su entorno porque, en el mediano plazo, recuperar lo destruido sale más caro que la riqueza generada por tecnologías obsoletas.

El caso de La Oroya empieza a generar serias preocupaciones. Así, científicos del Instituto Peruano de Energía Nuclear y del Laboratorio Nacional Los Alamos de E.E.U.U. han visitado ese centro minero iniciando estudios del complejo problema, que de no ser resuelto puede provocar un colapso ecológico de graves consecuencias.

### **Emergencias energéticas**

*Diario El Comercio, Opinión Nacional, 18 de octubre de 1994*

Hasta la redacción de esta nota no se tenía la versión oficial sobre lo que pasó en la Central de Ventanilla. Lo que si se ratifica es la validez del dicho popular: lo barato cuesta caro. Para completar el panorama, también queda claro la necesidad de dar una solución duradera al problema energético.

En innumerables ocasiones hemos manifestado que, de continuarse con una dependencia exagerada de la energía hidroeléctrica, con sus torres dispersas en un amplio territorio desguarnecido, seguiremos amenazados por la sequía o por el sabotaje. Ello se debe a que las caídas de agua están lejos de los centros de consumo eléctrico. Este mismo problema se vivirá cuando se tienda un largo gasoducto para transportar combustible.

Para evitar el problema del sabotaje, parece evidente la conveniencia de las centrales térmicas a carbón, petróleo o nucleares, las que pueden instalarse cerca de los centros de consumo.

Es claro que, las centrales térmicas a combustible fósil tienen un bajo costo de instalación, comparado con las centrales nucleares. Sin embargo, el costo de operación resulta favorable para estas últimas. Dependiendo de las características específicas, en cinco a diez años de operación se lograría un empate económico, siendo luego todo a favor de las centrales nucleares.

Por otro lado, el tremendo impacto ecológico negativo de las centrales térmicas a combustible fósil las está convirtiendo en prohibitivas en los países industrializados. Los gases invernadero y los gases tóxicos que se escapan por sus chimeneas e invaden el entorno crean un desequilibrio peligroso para la salud humana.

La energía nuclear, en cambio, es limpia. Sus comparativamente pequeñísimas cantidades de residuos quedan atrapados en recipientes estancos, que no les permite la salida al entorno.

En el campo de los riesgos tecnológicos, cabe señalar que el extremo cuidado que se toma en la construcción y en la explotación de centrales nucleares las convierten en las más seguras fuentes de energía eléctrica. Las estadísticas son claras e inequívocas.

Seguramente, se evocará el accidente de Chernóbil para echar dudas sobre la seguridad de las centrales nucleares. En realidad, Chernóbil es uno de los tantos ejemplos que muestran que en la Unión Soviética no se tomaban las debidas precauciones en el uso de la tecnología en general y la nuclear en particular.

Para volver al Perú, debemos anotar que no se trata de imponer la energía nuclear a toda costa. No tenemos intereses de ninguna especie, salvo el que el futuro del país no dependa de bases tan frágiles. En todo caso, cabe señalar que un grupo de ingenieros y científicos de diversas instituciones, universidades y empresas están trabajando en un programa de planificación energética y eléctrica. Este programa se basa en simulaciones por computadora de varios escenarios energéticos, considerando el desarrollo industrial y sus proyecciones, así como las innumerables variaciones de la sociedad. Los resultados de la simulación permiten decisiones políticas con conocimientos técnicos.

Precisamente, como resultados preliminares del trabajo de ha establecido la necesidad de un estudio inmediato tendiente a la construcción de una central nuclear en las cercanías de Lima. Para la explotación de esta central, el país cuenta con la experiencia ganada en el Centro Nuclear "RACSO" de Huarangal, el que toma en cuenta los diversos aspectos de la explotación de un reactor nuclear.

A fines de siglo XX, casi con cincuenta años de retraso frente a los países industrializados, el Perú puede comenzar los planes para construir su primera central nuclear. Con ello inauguraríamos la etapa de la historia peruana caracterizada por la previsión y la tecnología.

### **Cascada tecnológica y potencial humano**

*Diario El Comercio, Suplemento Dominical. Sección: Ciencia. 26 de junio de 1994*

Al Estado le toca establecer las condiciones para que los científicos e ingenieros intensifiquen sus esfuerzos por desarrollar la ciencia y la tecnología.

Miles de laboratorios investigan permanentemente -24 horas diarias- sobre diversos temas de la ciencia y la tecnología, entregando al mundo una cascada de conocimientos que cambian cada día las relaciones entre personas y países. Este vertiginoso avance hace frágil a cualquier grupo empresarial o nación y efímera toda supremacía. El mantenimiento de liderazgo tecnológico comercial en unos casos, y de supervivencia, en otros, depende entonces de la asimilación y procesamiento adecuados de esos conocimientos. Ello obliga a plantear un sistema de formación permanente de potencial humano.

Sólo en el campo de las comunicaciones, las computadoras cada vez más rápidas y con mayor memoria, las fibras ópticas, los satélites y los sistemas de video y sonido ponen al mundo en permanente revolución tecnológica. Los profesionales que no están en contacto con la tecnología moderna sufren un estado de obsolescencia en un lapso de cinco años. Lo mismo ocurre con las empresas o instituciones.

En medicina, los sistemas de imagenaría inventados en los laboratorios de física permiten observar en funcionamiento los órganos y diversos componentes del cuerpo humano, lo que facilita el diagnóstico y la terapia.

La medicina genética, generada por los tremendos avances de la biología molecular, pone al hombre en posición de atacar diversas enfermedades antes incurables. Es más, los avances permiten hacer la terapia antes del nacimiento.

La biología molecular está llegando a límites que generan temor en personas que creen que esta ciencia permitirá jugar con las leyes de la vida.

En suma, los avances de la ciencia y la tecnología están produciendo enormes beneficios a la humanidad, los que son más grandes en la medida que los países estén preparados para aprovecharlos.

En el Perú, las aplicaciones de la biología molecular nos están dando resultados extraordinarios en la aplicación al diagnóstico temprano de la terrible "uta", que ataca a los habitantes de los valles andinos. Uno de los laboratorios más avanzados en estas investigaciones es el del Instituto de Enfermedades Tropicales de la Universidad Cayetano Heredia.

#### Desarrollo ecológico

Si bien es cierto que el medio ambiente fue un tema de preocupación de los antiguos peruanos, recientemente ha tomado auge en los países industrializados de los cuales nos llegan las olas científicas y tecnológicas.

En la química, los científicos peruanos están descubriendo propiedades valiosas de productos naturales, entre los cuales se tiene a la "uña de gato" como el representante más popular. Los grupos de química de las universidades Católica, Ingeniería y San Marcos están avanzando rápidamente en el conocimiento de las propiedades de nuestros productos.

En automatización y control, las instituciones y empresas peruanas están intensificando su proceso de modernización, creándose grupos especializados de primer nivel.



En microelectrónica, ya se empezó en la Universidad Católica con la elaboración del primer microchip, en un grupo dirigido por el Ing. Carlos Silva.

Sin embargo, a pesar de los innegables avances de la ciencia y tecnología peruanas, la cantidad de conocimientos generados cada día en el mundo nos llega de golpe y nos plantea serios problemas de adaptación.

En ese contexto, el Perú no sólo tiene problemas para crear nuevos conocimientos científicos y tecnológicos, sino que sufre dificultades para procesar esa cascada tecnológica que nos cae del extranjero.

Por su lado, al Estado le toca establecer las condiciones para que los científicos e ingenieros intensifiquen sus esfuerzos por desarrollar la ciencia y tecnología y las pongan al servicio de la industria y la comunidad en general.

En ese mismo sentido, es imprescindible la multiplicación de los esfuerzos para formar científicos e ingenieros desde la temprana edad, de modo que contemos con una generación científica altamente capacitada.

Por esta razón, surge la necesidad que las instituciones comprometidas con el desarrollo de la ciencia y la tecnología inicien un proceso de optimización de los recursos económicos y la preparación del potencial humano, así como de su permanente actualización.

### **Transporte de desechos**

*Diario El Comercio, Opinión Nacional, 26 de agosto de 1994.*

"En nuestras sociedades modernas, el uso de productos peligrosos está bien difundido. Casi siempre, se les debe desplazar del lugar de su fabricación o de almacenamiento hacia otros lugares para utilizarlos o eliminarlos. Los intercambios mundiales de este tipo de materiales no cesan de desarrollarse. Su transporte, que pasa forzosamente por lugares públicos, es un elemento importante del riesgo tecnológico. Todo accidente puede tener consecuencias graves para el medio ambiente y para la salud de las poblaciones. Es entonces necesario disponer de una estrategia de prevención a fin de limitar la probabilidad de accidente" (CLEFS, revista científica y técnica de la Comisión de Energía Atómica de Francia, N° 25, 1992).

Recientemente se conoció la eventualidad del paso por el puerto del Callao de una embarcación que transportaba desechos peligrosos. En tal sentido, cabe señalar y puntualizar que son las instituciones científicas y tecnológicas de cada país las que deben contar con la tecnología apropiada para detectar materiales peligrosos. Los sistemas de análisis y detección de sustancias son los similares o en varios casos los mismos que se

utilizan para la investigación. Por ello, fortalecer los centros de investigación equivale a aumentar la capacidad para evaluar y disminuir los riesgos tecnológicos.

Existe una reglamentación internacional del transporte de productos peligrosos. El primer reglamento internacional se publicó en 1896, refiriéndose al transporte por vía férrea. En el caso de materiales radioactivos se ha adoptado una serie de reglas tendientes a asegurar el embalaje, el envío, la mantención y el depósito. Ciento cincuenta expertos de 22 estados miembros y doce organismos internacionales, como el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), han llevado a cabo una serie de reuniones para elaborar el reglamento.

En estas reuniones ha quedado establecido que las radiactivas equivalen a menos del 2% del total de sustancias peligrosas transportadas. Ello significa más de diez mil paquetes anualmente transportados en el mundo. La gran parte se trata de radioisótopos de baja actividad utilizadas en la industria, la investigación y la medicina. También se tiene fuentes de radiación más intensas destinadas a la radiografía industrial y médica. Un tipo aparte de sustancias radiactivas peligrosas son las relacionadas al ciclo de combustible nuclear. Entre estas se tiene los minerales, los concentrados de minerales, los compuestos de uranio (hexafluoruro de uranio) y los combustibles nuevos o irradiados.

### **Energía solar en el Perú**

*Diario El Comercio, Suplemento Dominical. Sección: Ciencia. 24 de abril de 1994*

En la búsqueda de fuentes de energías alternativas a los combustibles fósiles - tremendamente contaminantes y responsables del llamado efecto invernadero- ha surgido la energía solar. El Sol es una fuente prácticamente inextinguible de energía, la que comienza a ser aprovechada en todo el mundo, gracias a que la tecnología solar ha posibilitado aplicaciones competitivas en varias actividades económicas.

La tecnología solar permite hoy construir dispositivos generadores de energía eléctrica. El principio es simple: la luz solar que incide sobre un semiconductor a base de silicio genera una diferencia potencial eléctrica, lo que da lugar a una corriente eléctrica.

La celda solar es precisamente una unidad generadora de corriente eléctrica al ser irradiada con luz solar. Actualmente existen varios dispositivos que funcionan con energía solar, entre los que se puede mencionar los relojes pulseras o calculadoras de bolsillo.

Dado que una sola celda produce una pequeña diferencia de potencia, cuando se requiere una potencia mayor para fines prácticos, se construye paneles solares donde las celdas solares se colocan en serie.

En ciertos satélites que han sido puestos en órbita alrededor de la Tierra se han instalado paneles solares que les suministra la energía eléctrica necesaria para el funcionamiento de los delicados instrumentos que se encuentran a bordo. Ello ha permitido realizar una serie de experimentos espaciales de trascendencia.

En la Tierra, estos paneles solares pueden colocarse sobre el techo de una casa para producir la energía eléctrica suficiente para su mantenimiento.

La energía solar es gratis y favorece generosamente el territorio peruano. La radiación promedio diaria es de 5 kilovatios-hora por metro cuadrado. Esto es bastante significativo y ofrece posibilidades de explotación en el país, sobre todo en zonas con deficiente suministro de energía convencional, como es el caso del campo. Como se sabe el 1% de energía consumida corresponde al uso del sector agrícola. Ello pone en evidencia la necesidad solar para el campo.

La alternativa solar es aún más evidente cuando se sabe que sólo el 38 % de la población cuenta con electricidad, con un consumo promedio de 600 kwh por año y habitante. Sin considerar la provincia de Lima, el suministro eléctrico alcanza sólo el 23%.

En ese marco, la Facultad de Ciencias de la UNI inició la especialidad solar en sus cursos de maestría, creando rápidamente una red de cooperación nacional. Los investigadores solares de la UNI, liderados por el Dr. Aníbal Valera, han montado una serie de equipos solares que hoy se usan en casi todas las provincias del país. Su experiencia ha sido volcada en varias publicaciones, la última de las cuales es el libro "Energía solar".

Como consecuencia del desarrollo solar de la UNI se ha creado el Centro de Energías Renovables de la UNI (CER/UNI). El CER/UNI lleva a cabo varios proyectos de investigación solar en el Perú, desarrollados principalmente en la UNI. Sin embargo, como un ejemplo de promoción de desarrollo campesino, el CER/UNI ha construido una base experimental en Llacanora, un pequeño distrito a 13 Km al sur-este de la ciudad de Cajamarca. En este centro se organiza cursos prácticos sobre energías renovables, entre los cuales puede mencionarse Casa solar campestre, Electricidad solar, Calefacción solar y Cocinas mejoradas.

El análisis económico de la producción de energía solar tiene un pequeño inconveniente. La inversión inicial es significativa, puesto que la tecnología solar aún no está masificada. Sin embargo, después de instalados los paneles solares, la producción de energía eléctrica es gratis, salvo algún gasto de mantenimiento. Si se toma en cuenta la vida útil de los dispositivos, considerando todos los gastos realizados, la energía solar es competitiva.

Todas las proyecciones hacia el siglo XXI apuntan a un incremento del uso de la energía solar, sobre todo por los requerimientos ecológicos y por la masificación de la producción de celdas solares. Esta proyección es aún más evidente en el mundo rural, siempre

postergado por los suministradores de energía nacional. Por ello resulta necesario incluir la energía solar como un tema de estudio en escuelas, colegios y universidades.

### **Creatividad Municipal**

*Diario El Comercio, Opinión Nacional, 22 de octubre de 1995*

Después del éxito del Foro "Creatividad Presidencial", se anuncia otro de no menor importancia: "Creatividad Municipal". La magnitud de los problemas que viven 7 millones de peruanos conglomerados en distritos donde el caos del transporte y la falta total de limpieza pública necesita ser resuelta con imaginación. En tal sentido, la tarea municipal requiere la participación total de la población. Esta participación se logra sólo cuando se ha explicado planteamientos claros y convincentes, sustentados por profesionales calificados.

Es lamentable reconocer que nuestros problemas mayores son primarios. En tiempos en los que las municipalidades modernas investigan cómo organizar las ciudades para facilitar el acceso a la cultura y a espacios de esparcimiento, nosotros no hemos resuelto problemas elementales de basura, transporte y de extrema contaminación.

Aquellos que debemos cruzar Lima desde el sur hasta Puente Piedra por motivos de trabajo no logramos comprender cómo no hemos perdido la razón ante semejante tratamiento. De ida nos encontramos con embotellamientos en la vía de Evitamiento, en los que gases de todo color salen de ómnibus oxidados para invadir nuestros pulmones. La vista de paredes y techos empolvados de negro nos dejan una visión de precaria supervivencia. A los lados de la Panamericana Norte se alinean basurales. Al llegar al río Chillón aparece la espeluznante imagen de un río muerto, envenenado por barrancos de basura a cada lado y algunos basurales quemándose en nuestras narices. ¡Pobre río y pobres hombres!

Por la carretera San Juan de Carabayllo, donde la vegetación acude a calmar nuestros nervios, aparecen camiones con piedras que desbordan y caen sobre los autos, golpeando los vidrios parabrisas y regando la carretera asfaltada que se convierte en una pista de aventura peligrosa. Se han dado casos en los que volaron los parabrisas de automóviles por el golpe de esas piedras.

De regreso, por la avenida Túpac Amaru, el espectáculo no es mejor. Los basurales han hecho cordilleras. Al llegar al Rímac, vemos un pasado sepultado en suciedad. La avenida Tacna es hoy de color negro, como seguramente están nuestros pulmones. Desde el puente Santa Rosa se observa el desastre del río Rímac y las viejas casonas habitadas por gente que no parece tener miedo a un inminente derrumbe.

La avenida Tacna no logra digerir tantos vehículos viejos, destartados y da cabida a miles de personas que se instalan caóticamente para buscarse el pan.

En la Vía Expresa, automóviles viejos a 20 Kms. por hora, "avanzando" al lado de autos veloces recién salidos de tienda. Ni la Vía Expresa se salva de la suciedad que algunos empleados sacan de servicios higiénicos para regarla bajo los automóviles.

Para evitar esa tortura hay veces que se toma la vía alternativa de Ventanilla. La situación es peor, porque todas las dificultades anteriores van acompañadas de grandes hoyos en la pista.

Embotellamientos por todos lados.

Después de recorrer la avenida Universitaria, se toma la Costanera.

En Magdalena el Mar lanza olas de espanto, contra basurales dejados por camiones que diariamente lo agreden.

Los candidatos a la Municipalidad de Lima tienen pues un desafío gigantesco ante sí.

La forma como aliviar la tortura de vivir en Lima será expuesta en el foro "Creatividad Municipal", organizado por la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Panamericana Televisión y el diario "El Comercio".

El foro mismo es producto de la creatividad. Los candidatos son puestos ante el reto de explicar profesional y académicamente sus propuestas y confrontarlas ante paneles de especialistas. La UPC muestra de esa forma que la Universidad puede brindar importantes servicios a favor de la democracia y el desarrollo.

## **Transporte y polución**

*Diario El Comercio, Opinión Nacional, 22 de noviembre 1995*

Lima tiene nuevo alcalde. La ciudad respira esperanza. Pero por ahora también respira veneno, producto de la irresponsabilidad y la inconciencia de autoridades y de los empresarios transportistas. En Lima existen cinco veces más unidades de transporte que lo máximo recomendable del punto de vista ambiental. Eso es grave. Pero aún más grave es el estado técnico lamentable de esos vehículos y la lenta velocidad a la que están obligados a viajar por la congestión en el transporte. Sin embargo, lo que supera cualquier imaginación normal es la existencia de un Instituto de Motores que está prácticamente fuera de acción por falta de equipamiento.

Aquellos que viajan desde el extremo sur hasta el extremo norte de la ciudad por motivos de trabajo (como sucede con algunos profesionales que trabajan en el Centro Nuclear de Huarangal) sufren la diaria tortura completa del transporte limeño. Al final de la jornada sus ropas huelen a todo lo que miles de carros lanzaron a las pistas por sus tubos de escape.

Hace poco no pude resistir más e hice una parada técnica en el Instituto de Motores de la Universidad Nacional de Ingeniería. De allí salí más preocupado que antes.

Los expertos del mencionado instituto me explicaron la realidad del alarmante problema de la polución generada por el transporte en la ciudad de Lima. Del tubo de escape salen gases tóxicos para escoger. Sin mencionar los nombres de los compuestos químicos, digamos solamente que entre éstos se encuentran gases dañinos, especializados en el nervio ocular, cancerígenos, veneno para la sangre al ocasionar cambios en su composición, narcóticos, agresores del sistema nervioso, iniciadores de convulsiones y parálisis, perniciosos para el hígado, agresores de los riñones, negativos para el sistema gastrointestinal, inflamantes de mucosas y vías respiratorias, perturbadores del sistema circulatorio y asfixiantes.

No olvidemos el plomo, responsable de daños irreparables al cerebro que merma la capacidad creativa de los niños, reflejados en el bajo rendimiento escolar. Como si fuera poco, adicionalmente recibimos gases invernadero, los que tienen efectos globales, y se levantan como amenaza para la supervivencia de la humanidad.

El monóxido de carbono y los hidrocarburos libres que no han sido quemados por los aldehídos y los peróxidos están entre los gases más cuantiosos. Tal es así que, si se dispusiera hoy el control de acuerdo con las normas más suaves existentes en el mundo, el 60 por ciento de las unidades debería quedar fuera de servicio.

Sin embargo, a pesar del Código de Medio Ambiente, no parece haberse tomado las medidas pertinentes.

Como sabemos, pocos propietarios reparan sus motores. Eso explica por qué Lima, siendo una de las ciudades más contaminadas por el transporte, tenga un Instituto de Motores sin el equipamiento necesario para investigar, capacitar y brindar servicios. Nadie los requiere. Los conocimientos de los científicos e ingenieros no tienen valor si nadie los necesita. La solución del problema pasa necesariamente por el control y la disponibilidad de numerosos talleres de regulación con técnicos bien entrenados.

Ante la hipótesis razonable que pronto se aplicarán las normas, es necesario equipar el Instituto de Motores de la UNI. Entre los equipos imprescindibles para proseguir investigaciones y servicios podemos mencionar un analizador de gases, un sistema de termocuplas para medir la temperatura en varios puntos de los motores en funcionamiento, un opacímetro para medir hollín en motores Diesel.

En realidad, el mencionado Instituto ha realizado varias investigaciones con la cooperación de la ex Unión Soviética, la que ha sido suspendida ante la falta de partida nacional. Entre estas investigaciones se tiene combustibles alternativos como alcohol, gas licuado de petróleo. Paralelamente a la interrupción de la colaboración, las

investigaciones han sido suspendidas por falta de financiamiento. Por el bien de todos, el Instituto de Motores de la UNI debe resucitar.

### **Agua: ¿problema eterno?**

*Diario El Comercio, Opinión Nacional, 13 de noviembre de 1995*

En tiempos de libre mercado y de globalización de la economía, los gobiernos pugnan por atraer a inversionistas extranjeros a sus países. Esos inversionistas -ávidos de ganancias- escogen lugares con adecuadas condiciones para negocios rentables. Entre esas condiciones se cuenta el potencial humano bien preparado, la buena infraestructura, abundante energía y agua. Por ello, es urgente invertir, y bastante, en estos rubros.

Basta que uno de esos puntos sea deficiente para arruinar las posibilidades de inversión extranjera. Más aún, la falta de agua y energía causa la ruina de la industria nacional y siembra epidemias entre las familias sin recursos, las que constituyen la gran mayoría de la ciudad.

El hecho de que seguimos amenazados por la falta de agua y, en consecuencia -debido a la estructura del abastecimiento- por la falta de energía eléctrica, nos hace pensar que todavía no se comienzan a soltar los frenos del desarrollo.

Lo preocupante es que desde hace 7 años se viene observando bajas precipitaciones de agua y, según los expertos, hay fuertes probabilidades de sufrir con varios años más de sequía.

Esto se debe a cambios globales, los que se manifiestan en inundaciones en ciertas regiones y sequía en otras. Por ello, desde años venimos hablando de la necesidad de proyectos para el abastecimiento hídrico. Pero nada.

El problema no parece tener pronta solución debido a la falta de decisión de los sectores responsables. En algunos casos, ni siquiera se comienza a realizar estudios.

El proyecto con mayor grado de factibilidad para el mediano plazo es el propuesto hace un año por el Instituto de Investigación, Desarrollo y Conservación de Recursos Naturales (IDECOREN) al Ministerio de la Presidencia.

Este es el "Proyecto Chillón: Agua @ Energía", cuyo objetivo es de utilizar los recursos hídricos superficiales y subterráneos de la cordillera "La Viuda". En el proyecto participarán profesionales de diversas especialidades desde geólogos, hasta expertos en hidrología isotópica, los que podrán evaluar la capacidad hídrica de la cordillera "La Viuda".

Del otro lado de la cordillera existe un rico sistema de lagos, alimentados por el agua emergente de las fallas paralelas a la costa, generadas por el empuje de las placas que dio origen a la propia cordillera.

Estas fallas son grandes y forman parte de un complejo de bolsones de agua que pueden alimentar la cuenca del Chillón si es que se construye un túnel de 13 km a 4,000 metros de nivel del mar, desde el flanco occidental de la cordillera hacia el flanco oriental donde se tiene un sistema de 20 lagunas.

Las fallas existentes alimentarían el túnel en forma similar como ocurre en el túnel Graton, de 11 km. en San Mateo. Cabe recordar que este túnel, estando más alejado de la cordillera de lo que estaría el túnel de "La Viuda", entrega de 3.5 a 5 metros cúbicos por segundo.

Se estima que el túnel de "La Viuda" entregaría unos 5 metros cúbicos de agua por segundo a la cuenca del Chillón. Este caudal permitiría obras hidro-energéticas útiles para un sustentable desarrollo agrícola e industrial del cono Norte de Lima.

Cabe recordar que Lima consume 20 metros cúbicos de agua por segundo y que hoy sólo se cuenta con unos 15 metros cúbicos, con tendencia a volverse más crítico. Es por lo tanto insignificante hablar de hacer pozos que en total darían 1 metro cúbico, sobre todo se sabe que la napa subterránea de Lima está agotándose rápidamente, a un nivel de 4 metros por año.

Los estudios de prefactibilidad y de factibilidad toman unos dos años y la ejecución se haría en 4 años.

Por ello, es necesaria una inmediata decisión sobre el proyecto "Chillón; Agua @ Energía" de INDECOREN, hoy en el despacho del ministro de la Presidencia.

Finalmente, recordemos que la dependencia casi total de la hidroelectricidad que sufre Lima, deja su suerte al azar de las lluvias. Este aspecto también requiere pronta solución.

### **Biotecnologías en el Perú**

*Diario El Comercio, Opinión Nacional, 15 de mayo de 1995*

Desde hace 15 años, en los países no industrializados se viene desarrollando biotecnologías como una manera de entrar al mercado internacional con productos con alto valor agregado. El Perú, aún no conoce los frutos de sus esfuerzos en este rubro. ¿Dónde está la falla?



En los años 80 se vio una efervescencia de las biotecnologías en el país. Uno de los temas iniciados fue el de biogás, en cuyo proceso generaría fertilizantes y energía, dando origen a los biohuertos y a pequeños talleres.

Otro tema fue el de la lixiviación bacteriana, mediante la cual se rentabilizaría algunos sectores de la minería. Sin embargo, por falta de continuidad de apoyo del Estado y de iniciativa privada no hubo un florecimiento productivo de los trabajos de investigación.

Un rubro con perspectivas fue el del mejoramiento de plantas por mutación genética inducida por irradiación, el que dio lugar al trigo de invierno que resiste las heladas con posibilidades de sembrarse en el Altiplano, a la cebada con cinco granos radiales en la espiga, al grano desnudo y a la cebada de alto contenido de nutrientes con maduración de 2 semanas más temprano que lo normal.

Afortunadamente, al no poder contar con el apoyo estatal, una empresa maltera privada patrocina las investigaciones, decidiendo a emplear la cebada de cinco granos en la industria cervecera. La de alto contenido de nutrientes se usará en alimentación humana. Con excepción del caso de la cebada, los trabajos de investigación no han tenido culminación en el sector productivo.

Como esta situación se repite en otros campos de la investigación, el presidente del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Ing. Carlos Chirinos, ha decidido convocar a especialistas para escoger unos treinta proyectos con posibilidades de rentabilidad entre los trabajos de investigación realizados con apoyo de esa institución. Ello permitiría presentar a la empresa privada una gama de eventuales negocios industriales.

En este sentido, tratando de avanzar en campos con tendencia a la rentabilidad de mediano plazo, los especialistas Alexander Grobman del Instituto Nacional de Investigación Agroindustrial (INIA) y Marcial Gutiérrez de la Universidad Agraria (UNA) han propuesto establecer el Programa Nacional de Biotecnologías. Seguramente en el seno de este programa se debatirán los proyectos con perspectivas económicas.

Esta tendencia está ganando partidarios, debido principalmente a la escasez de recursos para la investigación. Asimismo, los temas a investigarse son pensados en base a las posibilidades de alta competitividad ante las empresas multinacionales. Es difícil competir con transnacionales que dominan el mercado mundial. Por estas consideraciones en el país aparecen los temas de producción de proteínas de interés biomédico en la Universidad Cayetano Heredia, la producción de bioinsecticidas en San Marcos, y el desarrollo de plantas transgénicas en el INIA.

En realidad, los esfuerzos por avanzar en biotecnologías son variados. La UNA avanza en microbiología, las universidades nacionales del Cuzco, Arequipa, Lambayeque así como el INIA y la Universidad Ricardo Palma investigan en cultivos vegetales, San Marcos cuenta con un banco de germoplasma. San Marcos tiene también un grupo que se

dedica al genoma humano. En Cayetano Heredia se desarrolla técnicas de diagnóstico temprano de la *Leishmaniasis*, más conocido como uta.

En este momento surgen muchas interrogantes respecto a la dirección que deberá tomar la investigación en biotecnología. Parece claro que debemos buscar temas en los que tengamos pocos competidores internacionales, donde se logren productos nuevos, a partir de nuestros recursos biológicos, pero con alto valor agregado.

Un aspecto fundamental para lograr estos objetivos es la alianza entre el sector académico y la empresa. Al empresario y a los investigadores les conviene un vínculo estrecho. Para el país se ha convertido en una urgencia.

### **Minería moderna**

*Diario El Comercio, Opinión Nacional, 31 de marzo de 1995*

La tecnología no solamente tiene que ver con productos modernos sino que también revolucionan procesos tan antiguos como la minería. En ese contexto, la investigación tecnológica en campos tradicionales puede dar resultados sorprendentes.

Hace unos treinta años se introdujo la biotecnología en la industria minera, con la técnica de lixiviación bacteriana, usada en Estados Unidos para extracción de cobre. El principio es relativamente simple. El mineral se coloca en una solución bacteriana, donde se producen reacciones químicas de recuperación de energía; creando desequilibrio entre los enlaces de los átomos, y liberando los metales preciosos. Para su digestión, las bacterias crean compuestos orgánicos, para luego ser arrastradas al fondo, donde se recupera el metal precioso.

Cabe mencionar que, en Quiruvilca, la lixiviación bacteriana fue utilizada sin saberlo. En una mina, el agua se empozaba en minas abandonadas y, después de un tiempo, se recuperaba el cobre disuelto. La investigación sobre lixiviación se ha realizado, entre otras instituciones, en la Universidad Cayetano Heredia, con apoyo de AID y el Concytec, y en el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (Ingemmet). Es lamentable que en el Ingemmet, reducido hoy a su mínima expresión, dedicado al levantamiento de la carta geológica, la investigación prácticamente ha desaparecido.

En las universidades, las limitaciones económicas no permiten investigar.

Algunas empresas extranjeras, como Southern Perú, ven con mucho interés el tema de la lixiviación bacteriana. Cabe mencionar que alrededor del 10 % del cobre producido en el mundo tiene que ver con la lixiviación bacteriana. Por otro lado, en Yanacocha y Maqui-Maqui, Cajamarca, con mucho éxito se está aplicando la lixiviación química para la extracción de oro. Con la técnica de lixiviación se está obteniendo una tonelada y 300

kilogramos mensualmente, lo que ha significado una importante rentabilidad para las empresas que trabajan en esa región.

La técnica consiste en colocar la roca triturada en una solución de cianuro de sodio, en un suelo impermeabilizado con una plancha de plástico de alta resistencia, que no permite el paso de la solución. El oro baja y escurre a un depósito donde se acumula la solución y lleva en suspensión al oro y la plata. Luego es llevado a un depósito donde se hace el polvoreo de zinc, lo que precipita el oro y la plata. La solución vuelve a la pila y el sedimento es llevado al sistema de filtro. Luego se deshidrata, se separa el oxígeno y se coloca en el horno de fundición, de donde salen las barras de oro.

En esta técnica requiere determinar y controlar el grado de acidez de la solución de cianuro para que no se libere. Se trata de gastar lo mínimo de cianuro y la obtención de la mayor cantidad de oro posible.

El sistema, desarrollado por la empresa Sedimin de Francia, es el mismo que la aspersión y goteo empleado en agricultura. El sistema de manguera y plástico es el mismo que se usa en la agricultura. En el caso de la lixiviación, el fertilizante de la agricultura es reemplazado por el ácido.

En este momento, en el proceso de venta de minas a empresas extranjeras, están viniendo nuevas tecnologías de extracción, las que tienen una eficacia sorprendente. Se estima que, en Cajamarca, la cantidad de oro que las empresas extranjeras obtendrán en diez años será del mismo orden que la cantidad de oro que se llevaron los españoles durante la colonia.

En el proceso de globalización de la economía, es imprescindible usar tecnologías avanzadas. Ello implica investigación, la que debe hacerse con apoyo coordinado del Estado y la Empresa Privada. De lo contrario, las riquezas seguirán partiendo al extranjero.

### **Agua para Lima**

*Diario El Comercio, Opinión Nacional. 6 de marzo de 1995*

El mes de febrero, una vez más, Lima vivió un período de incertidumbre hídrica en la cuenca del Rímac. Por suerte, el regreso de las lluvias en las partes altas de la cuenca impidió otra catástrofe generada por la escasez de agua. Ello debe hacernos reflexionar sobre la precariedad del abastecimiento de agua, dependiente casi exclusivamente de las lluvias de verano. En tal sentido, tenemos que estudiar con más detalle las fuentes hídricas menos dependientes de las situaciones climatológicas. Más aún cuando la escasez de agua pone también en riesgo el abastecimiento de energía eléctrica en la Capital.

Una situación de incertidumbre no es concebible cuando el país tiene la capacidad tecnológica para realizar estudios confiables para evaluar los mencionados recursos, en

forma multidisciplinaria, con la participación de varias instituciones y con el apoyo internacional. En tal sentido, cabe mencionar los estudios hidrológicos con técnicas isotópicas llevadas a cabo en la cuenca del Rímac, del río Cañete, de la región de la empresa del proyecto Pasto Grande, entre otros. Recientemente, se ha realizado una evaluación de las posibles fugas en la represa Yuracmayo. Actualmente, el Proyecto Especial Tacna y el Proyecto Pasto Grande, emprenden la evaluación de los recursos hídricos de la Región Sur.

Sin embargo, en lo concerniente a las necesidades de Lima, queda aún algunas regiones cuyo estudio resulta fundamental. Una de estas regiones se refiere a las posibilidades de las vertientes orientales de la Cordillera, que influyen en la potencialidad del río Chillón. El estudio de esta región es urgente, sobre todo en momentos en que el crecimiento de la población es explosivo, y existe la necesidad de ampliar los servicios de agua y energía eléctrica.

En tal sentido, el Instituto de Investigación, Desarrollo y Conservación de Recursos Naturales (Idecoren), ha planteado la idea de estudiar la Cordillera de La Viuda, la que muestra indicios de contar con aguas subterráneas.

Esta situación abre la posibilidad de construir un túnel con dos etapas. La primera, a 6500 metros, para cortar las calizas con agua subterránea. La segunda, a 6500 metros, para captar las aguas subterráneas de infiltración en las formaciones volcánicas Yantac, llegando a la Quebrada Casacancha, para tomar las aguas superficiales de la vertiente Oriental.

Ello permitiría transportar el agua al valle Chillón y a los distritos del Cono Norte y el Callao.

Actualmente, el río Chillón suministra agua sólo para uso agrícola. El establecimiento de un caudal adicional deberá ir acompañado de una planta de tratamiento y un sistema de distribución primaria. Las estimaciones preliminares de Idecoren señalan que el túnel podría proporcionar un caudal promedio de 5 metros cúbicos por segundo, durante los 8 meses secos, lo que serviría para cubrir la demanda actual y futura del Cono Norte y el Callao.

Este proyecto hidrológico está acompañado de una potencialidad hidroeléctrica de aproximadamente 150 megavatios.

Para llegar a establecer la validez del proyecto, debemos evaluar con mayor precisión el volumen acuífero, su estructura interna, su potencial hídrico, así como los diversos parámetros que definen el acuífero. Ello significa estudios de hidrología, geología, geomorfología, geofísica, hidrología isotópica y perforación de taladros.

Es evidente que el país está pasando por un período por el que se tiene que pagar los costos de una falta de previsión. Ello tiene que convencernos que desde ahora debemos estudiar proyectos trascendentes que se refieran a mejorar la calidad de vida, que, a decir verdad, tratan de aliviar las consecuencias de la imprevisión. Tenemos los recursos y la capacidad técnica para explotarlos. Falta actuar.

### **Recursos naturales**

*Diario El Comercio, Opinión Nacional, 22 de enero 1995*

La investigación de los recursos naturales en nuestro país ha logrado un alto relieve. Ello se da en momentos en que se inician las conversaciones para establecer un régimen común sobre conservación y acceso a los recursos genéticos en la Región Andina. Los beneficios económicos generados por las propiedades de numerosas plantas conocidas por comunidades milenarias, son hoy tema de grandes discusiones.

Para explicar la naturaleza de la cuestión tomaremos el caso de la *Uncaria guianensis*, de la familia de la famosa uña de gato, cuya expresión más conocida es la *Uncaria tomentosa* (no tormentosa, como se ha popularizado).

La uña de gato es conocida por comunidades selváticas desde épocas inmemoriales. Sus propiedades curativas fueron descubiertas y luego usadas en forma rutinaria. Fue por el conocimiento de estas comunidades que los laboratorios del Perú y el Mundo comenzaron a investigar científicamente las razones de las bondades de la popular planta. En el caso de la *uncaria tomentosa*, laboratorios alemanes descubrieron que los alcaloides que tienen esas plantas refuerzan el sistema inmunológico.

Un equipo combinado de químicos de la Universidad Católica, dirigidos por la doctora Olga Look de Ugaz, y por investigadores de la Facultad de Medicina Humana de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, liderados por la doctora Hilda Jurupe, mostró que la *Uncaria guianensis* tiene la misma relación químico taxonómica que la *Uncaria tomentosa*. De este resultado se infiere que las propiedades curativas de ambas plantas son las mismas. Ello resulta importante para establecer los usos futuros de plantas. Los científicos hicieron ensayos antiinflamatorios, antiulcerosos, relajante muscular, entre otros, obteniendo buenos resultados.

Las interrogantes que invaden las mentes de los negociadores internacionales están relacionadas con los derechos que tienen tanto el Estado, propietario de los recursos genéticos, como las comunidades que descubrieron las propiedades de la uña de gato. ¿Qué peso tiene el trabajo de investigación científica y aislamiento de los alcaloides responsables de esas propiedades? En términos generales, se ha empezado a discutir sobre los criterios y condiciones que regularán el acceso a los recursos genéticos de la Región Andina, en la que Perú y Colombia están clasificados entre los doce países del mundo con mega diversidad. Un tema vinculado con el anterior es el que se refiere a las

variedades vegetales, sobre el cual en octubre del año pasado se aprobó la Decisión 345 que establece el Régimen Común sobre Obtenciones Vegetales. En virtud a esta Decisión se otorga un certificado de obtentor a los fito mejoradores, investigadores dedicados al mejoramiento de plantas.

En este campo, uno de los premios CONCYTEC 1994 fue adjudicado al trabajo denominado "Ampliando la Base Genética para Resistencia a Salinidad y Sequía en el Germoplasma Mejorado de Papa y Camote", realizado por el equipo de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna, dirigido por el doctor René Chávez.

Ambos temas son complejos y, en el Grupo Andino, las negociaciones sobre recursos genéticos recién están iniciándose. Sin embargo, de la experiencia histórica se puede pensar que, finalmente, independientemente de los acuerdos en el seno del Grupo Andino, los laboratorios de investigación de los países desarrollados serán recompensados con creces.

Por ello, las negociaciones deben conducir a incentivar la investigación científica y tecnológica en los países en desarrollo. Nuestro país, todos lo saben y señalan, tiene ingentes recursos naturales. Con sólo aumentar la capacidad de análisis de estos recursos se estaría maximizando la explotación racional de nuestras riquezas. Por ello, las premiaciones del CONCYTEC tienen el valor de incentivar a los laboratorios peruanos para seguir investigando las insospechadas riquezas escondidas en nuestros recursos naturales.

### **Física peruana en Antártida**

*Diario El Comercio, Opinión Nacional, 12 de febrero de 1995*

Ronald Woodman, el físico que trabaja en el Perú con éxito internacional, forma parte de un equipo de investigadores de varios países del mundo. Ronnie, como lo llaman sus cercanos colegas, cuando explica sus experimentos ilumina el ambiente con su pasión científica. Por sus trabajos se hizo acreedor al Premio COSAPI a la Innovación. Además de líder en el laboratorio, el Dr. Woodman critica dura pero justamente el abandono de la ciencia por el gobierno. Los únicos grupos de investigación que sobreviven en el país, dice, reciben apoyo del exterior. Como para confirmar esta tesis, Woodman está comprometido en un grupo internacional de científicos que estudian la mesósfera de la Antártida, que tiene que ver con los cambios globales de temperatura iniciados con el proceso de intensa industrialización en el mundo. Veamos algunos aspectos de este trabajo científico de importancia internacional en el que participan físicos del Perú.

En la Base Peruana de la Antártida, durante los veranos de 1993 y 1994, respectivamente, se operó un radar VHF (Muy Alta Frecuencia: en este caso 50 Mhz) de 50 Kw de potencia pico, con una antena de 5,000 metros cuadrados. En esos períodos se obtuvieron resultados referentes a los ecos polares mesosféricos de verano (PMSE). La no existencia

de PMSE observada contrasta con la intensidad y ubicuidad de los PMSE en latitudes similares en el Ártico. Hoy, el equipo científico internacional, en el que participan físicos de la Universidad de Piura, del Instituto Geofísico del Perú, continúa las mediciones en la estación Machupichu de Antártida.

Para comprender el experimento y sus resultados, debemos señalar que, normalmente, la atmósfera es transparente a las ondas VHF, las que atraviesan sin problemas las nubes. Sin embargo, los electrones de la mesósfera, bajo condiciones de humedad condensada, pueden, al irradiar en forma coherente, generar ecos que serán detectados por el mencionado radar.

El contraste entre los PMSE del Ártico y de la Antártida, respectivamente, puede ser explicado por la diferencia de las temperaturas en las regiones más frías de las zonas comparadas. Si se parte de la hipótesis que el fenómeno requiere procesos de condensación con temperaturas bien definidas, la diferencia de temperatura para observar el mencionado contraste puede ser pequeña. En tal sentido, los ecos dan lugar a un método muy sensible de medición de temperaturas a estas alturas. Este fenómeno está relacionado con la producción de metano, que es la única fuente de vapor de agua. Ese metano viene de la actividad humana, reflejando también la evolución demográfica.

Por otro lado, los ecos PMSE han sido relacionados con las llamadas nubes noctilucen-tes, que nunca fueron observadas antes de la actividad industrial del hombre, las que comenzaron a fines de siglo pasado. El fenómeno se presenta en las regiones más frías de la atmósfera, llegando a temperaturas de A143 a A123 grados centígrados. Las nubes noctilucen-tes no tienen influencia en la actividad humana, pero se constituyen en un termómetro de su actividad.

Las nubes noctilucen-tes se ponen luminosas, aun cuando el Sol se ha ocultado y está a 6 grados. Ello podía explicarse sólo si las nubes, iluminadas por el Sol, son muy altas, a 85 Km. del suelo. Las nubes noctilucen-tes, a las que se les llama también nubes mesosféricas polares (PMC), son más intensas en las noches cortas de verano. Estas nubes son observadas mucho mejor con los satélites.

En tal sentido, el radar puede constituirse en un instrumento sensible al cambio en el ambiente global, generado por los gases invernadero. Las nubes noctilucen-tes fueron vistas, por ejemplo, después de la explosión del Kracatoa.

De esta forma, vemos que el trabajo científico nacional está presente en una Región que para el Perú tiene importancia estratégica, lo que justifica todo esfuerzo, el que continúa este verano.

### **Agua y contaminación**

*Diario El Comercio, Opinión Nacional, 1 de diciembre de 1995*

Los lagos del país y las aguas subterráneas están disminuyendo de nivel. Por ello, dada la importancia del agua para la vida, el abastecimiento hídrico es hoy un problema crítico. Para empeorar la situación la contaminación con sustancias tóxicas convierte al agua en un vector de enfermedades y males.

La preocupación por la buena calidad del agua debe llevarnos a establecer mecanismos para controlarla adecuadamente. Asimismo, la salud de los peruanos exige que la industria peruana evite la liberación de sustancias tóxicas al desagüe. Para tomar un ejemplo, mencionemos el caso del agua para Lima. El agua del río Rímac que llega a la planta de tratamiento de agua "La Atarjea" trae consigo basura, relaves, desechos domésticos, industriales y fertilizantes, entre otras cosas. La planta nos entrega agua potable, la que en su trayecto sufre modificaciones que conllevan riesgo para la salud humana.

Uno de los problemas de la ciudad de Lima viene de la antigüedad de las tuberías de agua y desagüe, las que en ciertos puntos se han interconectado, generando grave contaminación del sistema de agua potable. En tal sentido, es urgente el reemplazo total de las redes antiguas. Paralelamente, las antiguas cañerías domiciliarias están construidas de plomo, lo que provoca contaminación con ese elemento tóxico, el que disminuye el rendimiento cerebral, especialmente dañino para los niños en edad escolar. Este problema podría ser resuelto con el reemplazo de las tuberías antiguas de agua potable domiciliaria. En la actualidad las tuberías de plomo para agua potable han salido de circulación.

Otra fuente de contaminación de agua es la industria, la que genera sedimentos, ácidos, altas temperaturas, grasas, carbonatos, etc. Los carbonatos terminan obstruyendo las tuberías, las termas u otros sistemas que funcionan con agua caliente. Por ello, Sedapal exige un control del desagüe de la industria, la que está obligada a controlar sus procesos.

Sedapal se está preocupando por los pozos de abastecimiento de agua, los que además de estar agotándose comienzan a mostrar signos de contaminación.

En esa situación, los servicios de análisis de aguas están perfeccionando sus métodos para competir o complementar sus capacidades. Los laboratorios de Sedapal tienen resultados de análisis de aguas que luego son comparados con los obtenidos en otros laboratorios.

Existen diversos métodos de análisis de agua, los que se realizan con equipos apropiados, como la absorción atómica, análisis por activación, entre otros. En el país se han establecido varios laboratorios extranjeros de análisis de agua. La presencia de estos laboratorios incentivan el mejoramiento de la competitividad de los grupos nacionales, entre los que se encuentran los laboratorios de las universidades y de los institutos de investigación.



Pero para la solución del problema no sólo se requiere conocer el grado de contaminación del agua en un punto; también se necesita datos sobre la dinámica de la contaminación. En tal sentido, existen técnicas de trazadores nucleares que permiten saber de dónde viene la contaminación y cómo se difunde en el medio acuífero. Ello permite dar soluciones apropiadas a cada problema de contaminación industrial o minera.

Sin embargo, como en otros temas similares relacionados con la salud de los peruanos, hace falta un monitoreo y control severo de los desagües de las diversas industrias instaladas en el país. También, es necesario difundir entre la población la información sobre los riesgos que traen las aguas contaminadas y sobre las diversas formas de procesarlas para convertirlas en adecuadas para el consumo humano.

### **“El Niño”: ciencia y tecnología en pañales**

*Diario El Comercio, Opinión, 11 de marzo de 1998*

En esta página se mencionó (20/08/97) que aún no se cuenta con modelos científicos para predecir, con más de tres meses de anticipación, la intensidad del fenómeno 'El Niño'; pero se advirtió que, si se cumplían los pronósticos más pesimistas, el Perú tendría que poner a prueba su capacidad tecnológica para enfrentar el 'Niño' que se venía. Pues bien, 'El Niño' 1997-1998 sobrepasó toda predicción y, una vez más, puso al descubierto nuestra limitada capacidad científica y tecnológica.

Las predicciones más alarmantes señalaban que el norte del Perú iba a sufrir inundaciones de magnitudes considerables, pero no se pensó que iba a tomar las proporciones que se dieron en los hechos. Tampoco se pudo imaginar que iba a surgir un gigantesco lago en el desierto (ante el entusiasmo de varios, cabe señalar que, según los especialistas, el bautizado 'La Niña' tiene pocas posibilidades de mantenerse, y menos aun de generar actividades productivas sostenidas. Los más optimistas señalan que, debido sobre todo a la curiosidad que ha generado el fenómeno, el lago servirá para aumentar, por un par de años, la actividad turística).

En otras zonas afectadas, lo común es lo imprevisto. Por ejemplo, nadie creyó posible el desborde del río Ica. Hubo analistas posteriores a los hechos que opinaron que bastaba con observar la constitución del suelo de algunos barrios para concluir que iba a producirse una inundación; pero, para ello, tenía que suponerse un desborde del río Ica. De paso, los acontecimientos de Ica mostraron que la población no respeta las reglas elementales de gestión ambiental y de seguridad: se vio que acequias invadidas por los desperdicios y otras clausuradas agravaron las consecuencias del desborde.

La ubicación de los poblados afectados reitera nuestro desprecio por las lecciones dejadas por los antiguos peruanos, los que levantaban sus viviendas lejos de los ríos y de los peligros de huaicos. Los restos arqueológicos muestran que nuestros antepasados construían en las partes altas y desérticas, lo que los ponía al abrigo de los desastres

naturales ocasionados por el fenómeno de 'El Niño' y de paso les proporcionaba vista al paisaje que ofrecía el valle.

Por otro lado, todos los veranos las carreteras de penetración sufren las caídas de huaicos. Este año, agravadas por 'El Niño', las innumerables interrupciones por huaicos nos hacen pensar en nuevos diseños de las vías de comunicación terrestre. En tal sentido, los puentes, algunos de los cuales han sido derrumbados por la furia de 'El Niño', tienen que ser reconstruidos pensando en futuras ediciones del fenómeno.

En el sur, se anunció una sequía, lo que motivó que se establecieran facilidades para que los agricultores enfrenten la falta de agua. Los hechos mostraron que las predicciones fueron erradas.

Después de cada desastre nos ponemos casi siempre a repensar el Perú. En realidad, todos los años estamos diseñando mentalmente un nuevo Perú, pero en la práctica hacemos poco. Sin embargo, por la magnitud de 'El Niño' 1997-1998, esta vez debemos iniciar esfuerzos en ese sentido. Construyamos un sistema de Defensa Civil en que la investigación científica y tecnológica sea el pilar de sus actividades. Por ejemplo, es imprescindible conocer las probabilidades de huaicos y las áreas que serán afectadas. El primer paso deber ser el establecimiento de un centro de modernización topográfica y de dinámica acuífera, la que nos permitiría estudiar los diversos escenarios de desborde de ríos o caídas de huaicos. Gracias a la disponibilidad de computadoras adecuadas, tal modelización es hoy posible.

Quedan varios meses de peligro. Las incesantes lluvias han saturado de humedad innumerables montañas. Se ha observado, por ejemplo, que en la cordillera 'La Viuda' se han formado varias lagunas. Ello significa que existen potenciales huaicos que podrían tener graves consecuencias.

Finalmente, rompamos las barreras culturales. Aprendamos a trabajar en colaboración. Por la naturaleza de los desastres potenciales, para enfrentarlos, debe plantearse soluciones en las que participen, en forma coordinada, instituciones científicas y tecnológicas, universidades, empresas, organizaciones locales y nacionales conjuntamente con el Gobierno. Recordemos que modernización no sólo significa comprar tecnología, sino que requiere una reestructuración de nuestra inteligencia colectiva y de nuestra cultura científica y tecnológica. En esto también tenemos que aprender de nuestros antepasados.

### **Fusión nuclear: el control de la energía: el sol en la Tierra**

*Diario El Comercio, Opinión, 30 de junio del 2005*

La Comisión de Energía Atómica de Francia, después de dos años de negociaciones, ha logrado que las autoridades de los países participantes en proyecto ITER decidan que el

planeado reactor de fusión de investigación sea construido en Cadarache, Francia. Este proyecto busca construir un prototipo de reactores nucleares de fusión con el hidrógeno como combustible. Será una fuente inagotable de energía y casi no contaminante. La fusión nuclear es la unión de dos núcleos livianos como los isótopos de hidrógeno, en contraposición con la fisión nuclear, que es la separación en dos fragmentes de un núcleo pesado como el uranio. En ambos casos hay liberación de grandes cantidades de energía, con la diferencia que la fisión genera contaminantes radiactivos de vida larga, lo que no es el caso de la fusión nuclear.

Francia tiene un gran desarrollo en el campo nuclear y en la fusión nuclear en particular. En los años 80 algunos de los colegas físicos nucleares que estudiaban la fisión nuclear partieron a Cadarache, apostando por la fusión nuclear. Hoy su éxito científico ha hecho posible decidir que allí se construirá el reactor ITER,

a un costo de 10 mil millones de dólares, con la participación de China Popular, la Comunidad Europea, Japón, Corea, Rusia y los Estados Unidos, auspiciados por el Organismo Internacional de Energía Atómica

El proyecto ITER investiga las propiedades de la física de plasmas apuntando a la construcción de plantas eléctricas basadas en la fusión nuclear de núcleos de hidrógeno, elemento superabundante en la Tierra. El plasma de hidrógeno opera a unos 100 millones de grados Celsius y producirá uso 500 megavatios de potencia. Todo está listo para empezar la construcción de la instalación y su primera operación está planeada para el 2015.

Los esfuerzos son plenamente justificados porque el éxito del proyecto significaría una fuente inagotable de energía, dado que el combustible es el abundante hidrógeno y que no es contaminante como los otros medios, especialmente los basados en combustible fósil, responsables del actual calentamiento global.

Este proyecto crucial es uno de los ahora innumerables ejemplos de cooperación internacional de científicos e ingenieros. La colaboración empieza entre los científicos, los que definen los requerimientos de los experimentos y los llevan a cabo, y los ingenieros, los que generan las condiciones para llevar a cabo esos experimentos en la forma más económica y segura posible, preparándose así para construir en el futuro las plantas que entrarán en servicio. El proyecto cuenta con el apoyo de áreas de tecnología de información, diseño por computadora y administradores especializados en crear un ambiente de creatividad. Actualmente se tiene el diseño para empezar la construcción, incluyendo el esquema para el desmantelamiento cuando termine el proyecto.

Como podemos ver, los países desarrollados invierten cada vez más en investigación cuyos resultados beneficiosos se conocerán décadas más tarde. Con ello se aseguran el control total del conocimiento tecnológico traducido en el control económico, basado en la generación de energía que no necesitan como combustible ni petróleo, ni gas, ni carbón.

Un ejemplo que deberían seguir nuestros países latinoamericanos que ojalá comprendan los verdaderos retos del siglo XXI.