

**La ciencia en transición del siglo XX al XXI**  
**Colección de artículos publicados en el diario “El Comercio”**

**Modesto Montoya**

**Introducción**

El año 1991, Pierre Gilles de Gennes, físico que participó en el V Simposio Latinoamericano de Física de Estado Sólido (V SLAFES), realizado en el Perú, ganó el premio Nobel de física, por sus trabajos sobre transiciones de fase en cristales líquidos.

Los cristales líquidos sirven, por ejemplo, en calculadoras, relojes, termómetros y televisores.

Ese año, en el Perú atravesaba tiempos de inseguridad para la ciencia en el Perú. El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología veía reducir su presupuesto, colocándose al borde del colapso.

El 12 de septiembre de 1992 se fundó el Centro de Preparación para la Ciencia y Tecnología (Ceprecyt), semillero científico y organizador del Encuentro Científico Internacional (ECI).

El año 1993, Russell Hulse y Joseph Taylor ganaron el Premio Nobel de Física 1993, por haber descubierto, en 1974, un objeto estelar emisor de ondas gravitacionales, llamado pulsar binario, que confirmó las predicciones de la teoría de la relatividad. Joseph Taylor, participaría en el Encuentro Científico Internacional 2018.

El año 1993, Iraq atrae la atención mundial por ser sospechoso de un desarrollo nuclear fuera del Tratado de No Proliferación de Armas Nucleares.

Ese año, se intensificaron las investigaciones sobre enfermedades genéticas, lográndose varios tratamientos exitosos. Las enfermedades genéticas son debidas a genes deficientes -provenientes de la herencia paterna o materna- que impiden el funcionamiento adecuado del cuerpo humano.

La Universidad Carnegie Mellon de Estados Unidos, analizando los glaciares, advierte los riesgos de cambio climático por acción humana.

La tomografía por emisión de positrones (PET) es usada para identificar los sectores cerebrales que se ponen en funcionamiento en cada actividad humana.

La física de partículas avanza en su comprensión de la estructura de la materia y su relación con la teoría del "Big Bang", según la cual el Universo se origina en la explosión de un punto denso en materia y energía hace 15 mil millones de años.

Esas eran las novedades científicas con las que empezó la última década del siglo XX. El siglo XXI empezó con la revolución de las tecnologías de la información y la comunicación, gracias a los descubrimientos de las propiedades de los nanomateriales.

Este libro es una colección de artículos publicados en el diario “El Comercio” que da cuenta de la transición del siglo XX al siglo XXI.

### **Premio Nobel de Física 1991: el ordenador del caos**

Suplemento Dominical. Sección: Ciencia. 10 de noviembre de 1991

El premio Nobel de Física 1991, Pierre Gilles de Gennes, no es desconocido en Perú. En febrero de 1977 -en el marco del V Simposio Latinoamericano de Física de Estado Sólido (V SLAFES)- el físico francés dictó un curso sobre transición de fase, física de polímeros y problemas de percolación. Son, precisamente, sus trabajos en estos temas que le han valido el tanpreciado premio.

Para los físicos peruanos, De Gennes aparece como un científico familiar, tanto porque vino al Perú como porque algunos investigadores peruanos se han formado en los mismos lugares donde hizo su carrera el destacado físico.

En los años 50, De Gennes comenzó a trabajar en la Comisión de Energía Atómica (CEA) de Saclay, para luego ser nombrado profesor de la Universidad de Orsay, donde forma los grupos de superconductores y de cristales líquidos. Orsay queda en un hermoso valle a unos 30 km. al Sur de París y a 5 km. de la planicie de Saclay. De Gennes vive en Orsay, donde su esposa, Anne Marie, tiene uno de los mejores restaurantes de la región parisina. Actualmente es profesor del College de France y director de la Escuela de Física y Química Industriales de París.

En Lima, De Gennes fue visto como un joven científico con gran imaginación, apasionado en sus investigaciones y con un impulso arrollador. También se mostró ajeno al formalismo y la etiqueta: en el Club "El Bosque", donde se llevó a cabo el V SLAFES, alternaba sus clases y la piscina con una continuidad que incomodaba a los profesores peruanos, acostumbrados a la imagen rígida y protocolar del profesor universitario.

En cuanto al trabajo de De Gennes, la Academia de Ciencias de Suecia resalta la descripción matemática de transiciones de fase en sistemas tan diferentes como los imanes, los superconductores, los cristales líquidos o las soluciones de polímeros.

Veamos a grandes rasgos el tema de la transición de fases.

Transición de fases es un cambio de estado de un material mediante el cambio de una variable como la temperatura o presión. Se conoce, por ejemplo, la transición de gas a líquido (condensación), de líquido a sólido (solidificación), de normal a superconductividad en conductores eléctricos, de paramagnéticos a ferromagnéticos en materiales magnéticos y la transición super fluida en helio líquido. La temperatura a la que se produce la transición es llamada temperatura crítica.

Las dos fases separadas por la transición de fase se diferencian por un estado de orden diferente. Cuando un líquido se transforma en sólido ocurre un ordenamiento de las moléculas del material. En magnetismo ocurre también la transición de un estado de átomos desorientados al estado de átomos con un momento magnético orientado. Una medida del desorden es la entropía: a mayor desorden mayor entropía. Las transiciones de una fase a otra son de dos tipos: las transiciones continuas (graduales) y las discontinuas (abruptas). En 1985, De Gennes, quien además de científico era un buen comunicador científico, presentó, en la *Encyclopaedia Universalis*, el tema "Continuidad y Discontinuidad: el ejemplo de la percolación".

Una de las aplicaciones del tratamiento matemático de la transición de fase es el tema de los cristales líquidos, los que mezclan las propiedades de sólidos (caracterizado por el ordenamiento geométrico de sus átomos) y líquidos (donde no hay ordenamiento). Las descripciones matemáticas de transiciones de fase, establecidas por De Gennes, le permitieron predecir una serie de propiedades de transición en materiales como, por ejemplo, en polímeros en estado líquidos. Esas propiedades fueron comprobadas por métodos de dispersión de neutrones en el Reactor de Alto Flujo de Grenoble (un laboratorio que se ha convertido en polo de atracción de físicos nucleares y de estado sólido de todo el mundo), como fue reportado en la Conferencia Internacional por el Cincuentenario del descubrimiento del Neutrón, en Cambridge, en 1982.

Otra aplicación de las transiciones de fases son los superconductores, materiales que a temperaturas bajas no ofrecen resistencia a la conducción de la corriente. Aquí aparece una transición de conductor normal a superconductor, cuando la temperatura disminuye hasta la temperatura crítica. De Gennes publicó un libro sobre el tema: "*Superconductivity Metal Alloys*" (W.A. Benjamin, Menlo Park, California, 1966).

La investigación de De Gennes toca temas de interés tecnológico. Los cristales líquidos sirven, por ejemplo, en calculadoras, relojes, termómetros y televisores. Las películas de cristales líquidos tienen un espesor de centésimas de milímetro y se encuentran entre dos electrodos transparentes. Las pantallas con esta tecnología consumen cantidades insignificantes de energía. Otra aplicación de los cristales líquidos es el ensayo no destructivo que se basa en el cambio de color del cristal líquido, debido a pequeños cambios de temperatura.

Como vemos, el trabajo de investigación básica lleva consigo un enorme potencial tecnológico. En realidad, los científicos franceses no pensaban en las aplicaciones tecnológicas o las consecuencias comerciales de los eventuales inventos: "En 1970, no todos estábamos educados para pensar en aplicaciones, para preocuparnos de la industrialización de procesos, y hoy debemos reconocer que hemos dado prueba de una gran ingenuidad en la protección de inventos", solía decir De Gennes en los años 80.

El Premio Nobel de Física 1991, muestra también las características interdisciplinarias de la investigación. Cuando llega a Orsay, De Gennes logra convencer a 7 equipos de científicos para trabajar en cristales líquidos, lo que permite a Francia tomar la delantera en ese

dominio. "Sólo era necesario agruparse", afirma hoy De Gennes, mostrando lo que en los países del Norte se ha convertido en regla: colaboración interdisciplinaria.

Pero también resalta la colaboración interinstitucional. En ese sentido, el Laboratorio de Materia Condensada -dirigido por De Gennes- del College de France, el Laboratorio León Brillouin -que cuenta con el reactor Orphée- y el Centro de Investigaciones sobre Macromoléculas de Estrasburgo, han realizado conjuntamente intensas investigaciones sobre los temas de transición de fases en materia condensada.

Cabe resaltar, también, que las investigaciones experimentales sobre las estructuras de los cristales líquidos y superconductores se han realizado en reactores de investigación del mismo tipo -aunque más grande- que el reactor RP-10 del Centro Nuclear "RACSO" de Huarangal. Ello se debe a que los haces de neutrones de reactores permiten estudiar la estructura o el ordenamiento de los átomos en la materia condensada.

Finalmente, es interesante notar que la física peruana ha sido estimulada por la visita de grandes personalidades mundiales en esa ciencia. El V SLAFES, en el que De Gennes dictó su curso, fue organizado por la Facultad de Ciencias de la UNI y la Sociedad Peruana de Física (SOPERFI), congregando a científicos de todo el mundo.

Desafortunadamente, en esa permanente interacción hemos perdido a nuestros mejores investigadores, los que hoy se encuentran en el extranjero, particularmente en reactores nucleares donde se investigan temas que De Gennes ha cultivado.

### **Pronóstico reservado Ciencia Peruana**

Suplemento Dominical. Sección: Entrevista. 26 de septiembre de 1993

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología -CONCYTEC- cumple 25 años y el área de su responsabilidad se encuentra al borde del colapso. Ante la gravedad del caso, hemos acudido al Ing. Carlos Chirinos, presidente de esa institución, para que nos diga cuál es el verdadero estado del paciente.

### **¿Cómo afronta el CONCYTEC la escasez de recursos para la ciencia y la tecnología?**

Recordemos que -contrario a lo que sucedió en países que hoy son desarrollados- la ciencia y la tecnología nunca tuvieron significado en los planes de desarrollo en el Perú. Ante estas circunstancias y foros, con la participación de instituciones estatales y privadas, hemos llegado a elaborar un documento básico cuyos detalles finales se están revisando. Este documento será presentado al CCD y a la Presidencia de la República.

Paralelamente, estamos promoviendo la comunicación entre los investigadores tendiente a mejorar la colaboración por disciplinas. En ese sentido, por ejemplo, se ha creado la Asociación de Decanos y Directores de Escuela de Química e Ingeniería Química.

Asimismo, hemos logrado establecer un convenio de colaboración entre las universidades de Ingeniería, Católica, San Marcos, el Instituto Peruano de Energía Nuclear y el CONCYTEC para optimizar los recursos de la investigación y formación en física y aprovechar la cooperación del Centro Europeo de Investigaciones Nucleares (CERN), el que comenzará con una maestría en física. También apoyamos los proyectos de colaboración entre el IPEN y la Universidad Nacional de Trujillo.

Por otro lado, estimulamos la iniciativa de la Universidad de Ingeniería -a través de la empresa UNITEC- para establecer un puente entre el mundo académico, centros de investigación y la industria (SNI, CAPECO, APEMIPE) tendiente a mejorar la eficiencia y la productividad nacional y generar recursos propios para las universidades.

Algo más, nos desplazamos por todo el Perú llevando libros, otorgando becas para profesores que realizan estudios de postgrado, poniendo a su disposición la cooperación internacional. Nos preocupamos por lograr un cambio en la Ley Universitaria en beneficio del investigador.

Recordemos que el CONCYTEC subvenciona pequeños proyectos de investigación que se realizan en todo el país.

Todo ello permite que la ciencia y tecnología no desaparezcan en el país. –

**Pero en concreto, ¿No hay recursos para lograr avances significativos en esta área vital para el desarrollo?**

-Habría que comparar los catorce millones de dólares anuales durante los cuatro primeros años del período anterior, el casi nulo presupuesto del quinto año de ese mismo período, los cerca de millón y medio del presupuesto a principios del 93. Esperamos que el 94 sea muchísimo mejor.

- De tres millones y medio a catorce millones hay bastante distancia... Pero hay un problema urgente que no se resuelve. Me refiero al éxodo de científicos que tiene visos de catástrofe.

- Hace más de dos años, la Sociedad Peruana de Ciencia y Tecnología (SOPECYT) presentó un proyecto de Ley del Investigador que, de haber sido promulgada, habría disminuido la fuga de talentos, y no hay respuesta.

-Nosotros perfeccionamos ese proyecto y lo presentamos al Parlamento anterior que no pudo concretar por razones conocidas (N. R. 5 de abril). Lo estamos actualizando para presentarlo al CCD.

Ojalá que no sea demasiado tarde...

-Pero el problema principal lo constituyen las condiciones de trabajo. Las universidades tienen equipamiento obsoleto y los investigadores no cuentan con las herramientas para

realizar sus investigaciones. Esta es la primera causa de la disminución de nuestra comunidad científica.

- Ello ha sido responsabilidad del Estado, que no ha priorizado un sector de vital importancia para el futuro del país, a pesar que prometió tecnología...

-Es utópico pensar que el Estado pueda hacer frente al problema. También es utópico que las universidades generen recursos suficientes para equiparse. Debemos recurrir a la cooperación internacional y otorgar esos recursos a centros de excelencia por disciplina, para evitar que se diluyan sin resultados positivos.

**- Muy pocos profesores universitarios realizan investigación, debido a que usan su tiempo para trabajar en varios lugares y poder sobrevivir. ¿Por qué el CONCYTEC no acuerda ingresos suplementarios a los que realizan proyectos que subvenciona?**

-El problema es económico, el CONCYTEC por ahora no tiene los suficientes recursos para ese fin.

**- Vemos que la realidad presente no es halagadora... ¿Es Ud. optimista?**

-Sí, porque la crisis económica está pasando y es tiempo de preocuparse por la ciencia. En ese sentido va el trabajo en el documento básico que estamos elaborando...

- Ud. sabe que la ciencia es experimental, por lo tanto, seguimos preocupados porque la ciencia sigue sin un apoyo concreto y significativo por parte del Estado y no se desarrolla en la industria privada...

-La industria privada tiene problemas básicos de supervivencia, pero no dejan de pensar en ello para el mediano y el largo plazo.

- Vemos que la situación no es para ser muy optimista.

### **Premio nobel de física: 1993 Pulsar y relatividad**

Suplemento Dominical. Sección: Ciencia. 31 de octubre de 1993

Russell Hulse y Joseph Taylor ganaron el Premio Nobel de Física 1993, por haber descubierto, en 1974, un objeto estelar emisor de ondas gravitacionales, llamado pulsar binario, que confirmó las predicciones de la teoría de la relatividad. Para ver la importancia del descubrimiento recordemos un poco la teoría de la relatividad planteada por el Albert Einstein.

En 1905, Albert Einstein con la teoría de la relatividad removi6 las bases de la física. Una primera parte, llamada relatividad restringida, establece, entre otras cosas, que independientemente del observador, la velocidad de la luz se mantiene constante ( $c$ ) y en línea recta en el vacío. La segunda parte de la teoría es llamada relatividad general, otorga a

la materia la capacidad de modificar el espacio, curvándolo, de modo que, por ejemplo, la luz no viajaría en línea recta como sí lo hace en el vacío.

La teoría de la relatividad restringida tuvo convincentes comprobaciones experimentales. Sin embargo, para que la relatividad general sea aceptada se le exigía tres pruebas.

La primera llegó inmediatamente: fue la explicación de la aparente anomalía del período de rotación del planeta Mercurio. La segunda observación, en 1919, la que trajo celebridad a Einstein, fue la desviación de la luz estelar que pasó cerca del sol en ocasión de un eclipse. Luego, vino un tiempo muerto para las pruebas de la relatividad. El período 1959-1960, debido a que se contaba con recursos tecnológicos avanzados, fue extremadamente fructífero, reactivándose intensamente la experimentación sobre la relatividad. Se logró observar gigantescas estrellas, millones de veces más masivas que el sol, que se encontraban en los confines del cosmos. En 1960, Robert Pound y Glen Rebka hijo anunciaban la comprobación del corrimiento al rojo de la luz (corrimiento de la longitud de onda), emitida por una estrella que se aleja de la Tierra a gran velocidad, lo que constituía la tercera prueba clásica, propuesta por Einstein en 1907.

El 26 de setiembre de 1960, en el observatorio Monte Palomar se observó la radio fuente 3c48, a la que se le llamó quásar (quasi stellar) considerado como los objetos celestes más distantes, brillantes y viejos del universo. El gran corrimiento al rojo de la luz de los quásares, indicaban que éstos viajaban a gran velocidad. La luz que emite un quásar es unos 100 billones de veces más intensa que una estrella común.

Pero había otro aspecto de la teoría de la relatividad que permanecía sin prueba. En 1916, Einstein demuestra con las ecuaciones de la relatividad general el carácter ondulatorio de la gravitación. Una de las conclusiones es que los cuerpos girando emiten ondas gravitacionales que se desplazan con la velocidad de la luz (de la misma forma como las cargas girando emiten ondas electromagnéticas) y que estas ondas gravitacionales transportan energía.

En 1967, el astrofísico británico Anthony Hewish descubrió un extraordinario objeto celeste que emitía radioseñales (las que algunos interpretaron como eventuales señales de seres extraterrestres) el que fue identificado como los restos de la explosión de una estrella, reducido a un pequeño volumen pero con una enorme cantidad de masa. A este objeto se llamó pulsar.

En 1974, en el radiotelescopio Arecibo de Puerto Rico, Russell Hulse y Joseph Taylor descubren un pulsar binario identificado como PSR 1913 @16. Se trataba de dos pulsares. Las órbitas eran muy cercanas. Estas estaban separadas por una distancia equivalente al radio solar y sus velocidades eran de 300 kilómetros por segundo. El período de órbita era de 8 horas.

Con el pulsar binario se pudo reconfirmar las pruebas antes mencionadas sobre la variación en el período de órbitas y el corrimiento al rojo de la luz emitida por estrellas que se alejan de la Tierra.

Pero lo nuevo y trascendental fue la comprobación de las ondas gravitacionales emitidas por el pulsar binario, las que le hacían perder energía, de acuerdo con las predicciones de la relatividad general. Esta pérdida de energía del sistema se traducían en pérdida de energía de rotación, que producía una órbita en espiral, que iba disminuyendo en radio y en período. Los resultados definitivos fueron logrados por Taylor y colegas el año 1979, precisamente para el centenario del nacimiento de Albert Einstein.

Estos resultados dieron inicio a una serie de controversias científicas, que duraron una década, intensa en investigaciones sobre la relatividad general. A principios de los años 80 se llegó, finalmente, a un acuerdo casi unánime sobre el entendimiento de la naturaleza de las ondas gravitacionales emitidas por el pulsar binario, reflejadas en la pérdida de energía de ese sistema.

Hoy en día, se está tratando febrilmente de detectar las ondas gravitacionales, como se hace fácilmente con las ondas electromagnéticas con antenas convencionales. Queda por saber si se logrará construir la antena que detecte las ondas gravitacionales que están en todas partes pero que no se dejan sentir tan fácilmente.

### **Los científicos del mañana**

Suplemento Dominical. 3 de octubre de 1993

Todos reconocen que la enseñanza en el país tiene enormes errores y deficiencias. Entre éstos resalta el culto a la memoria, a la capacidad de recordar fechas, nombres o descripciones. Con ello, el cerebro es reducido a su mínima expresión.

El cerebro humano tiene posibilidades insospechadas de desarrollo, las que se abren o se cierran dependiendo de los estímulos que reciba en los primeros años de vida. Las más espectaculares de esas posibilidades son la capacidad de descubrir las leyes naturales y la creatividad (características del científico) que luego serán aprovechadas para mejorar la calidad de vida.

Para estimular las características científicas del niño no hay mejor método que la experimentación de fenómenos naturales. El niño debe tener a su disposición los elementos que le permitan observar los fenómenos y repetirlos cuantas veces guste. Luego, se trata de estimular la necesidad de ordenar las observaciones e interpretarlas formalmente, de modo que el niño vaya acostumbrándose a predecir los fenómenos a partir de condiciones del experimento.

En el proceso del conocimiento, cada niño es un mundo y tiene su particular forma de ver los fenómenos. Es negativo obligar al niño para que adopte la interpretación del adulto, porque ello sería el inicio de la eliminación de la creatividad. Los más grandes científicos de la historia han coincidido afirmando que, desde cierto punto, mientras más se lee y si se asimila teorías científicas existentes, menor es la posibilidad de crear una teoría propia.

La búsqueda del conocimiento adquiere características de continua prueba. Si la experiencia refuta la interpretación del fenómeno, el niño deberá buscar otro camino, y así hasta que encuentra una coherencia entre el experimento y la teoría. No está excluida la posibilidad de dos interpretaciones válidas diferentes.

Otra deficiencia de la educación en el país es la desvalorización de la carrera del educador, la que se expresa en los ingresos salariales de los maestros.

Para la formación ideal desde la niñez no se requiere infraestructura física costosa, pero en cambio se necesita profesionales formados en la ciencia, que hayan hecho investigación con resultados comprobados, que comprendan los procesos del conocimiento. En suma, los científicos son los llamados a formar las nuevas generaciones de científicos. Ello, en realidad, no es exclusivo de la ciencia: en toda disciplina que se quiera desarrollar seriamente serán necesarios semilleros.

La primera experiencia que se ha dado para la Ciencia y la Tecnología, es CEPRECYT (teléfono 471302), apoyado por la empresa Southern Peru y el CONCYTEC. No se trata de reemplazar la escuela oficial, la que brinda una educación global, sino de estimular a los niños que tienen inclinaciones hacia la ciencia.

Otro aspecto de la formación de los niños es el uso de las computadoras, las que parecen tener tantos promotores como detractores. En realidad, la computadora sólo es una máquina que realiza velozmente las operaciones que el hombre programa. En computadora se puede simular procesos de apoyo a la enseñanza o que evitan al cerebro humano gastar tiempo en operaciones repetitivas y memoristas.

Una de las críticas que hacen algunos es que con el uso de las calculadoras o computadoras, los niños ya no aprenden a sumar, restar, multiplicar o dividir, lo que es señalado como desventajas considerables. En realidad, una vez comprendido el significado de esas operaciones, no tiene sentido obligar al cerebro a realizarlas, cuando sus esfuerzos pueden ser canalizados a cuestiones creativas mucho más ricas y donde la computadora es una perfecta inútil. En consecuencia, la computadora aparece como una máquina-siervo que se le programa actividades engorrosas y nada estimulantes para el cerebro. Entre estas actividades tenemos enormes operaciones de cálculo, simulación de fenómenos, control automático de procesos, etc.

La acción creativa, la que ha transformado al mundo, la reservamos para los niños. De esa forma estaremos formando la generación que cambiará la realidad del país, por otra en la que nos beneficiamos de la riqueza de la mente.

### **Energía nuclear: armas o desarrollo**

Suplemento Dominical. Sección: Internacional. 28 de febrero de 1993.

Iraq se ha convertido en un punto crucial en lo que a proliferación nuclear se refiere. Este país estaba corriendo rápidamente hacia la construcción de armas nucleares y es el primero

que tuvo que recibir un equipo científico investigador del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA).

Existe una serie de acuerdos internacionales para evitar que se diseminen las armas nucleares en el mundo. Entre éstos tenemos el Tratado sobre la No Proliferación de las armas nucleares (TNP), los acuerdos de salvaguardias del OIEA, los tratados regionales de zonas libres de armas nucleares, las medidas de desarme nuclear y las restricciones de las exportaciones nucleares. Sin embargo, nunca faltaron algunas tensiones en la aplicación de los diversos acuerdos ni tampoco países que se negaron a suscribirlos. En tal sentido, el programa clandestino de Iraq puso al descubierto la posibilidad que otros países se embarquen en secreto en programas similares.

En América Latina se cuenta con el Tratado de Tlatelolco. Argentina, Brasil, los más grandes competidores nucleares se negaban a suscribirlo. Sin embargo, estos países, que dominan el llamado ciclo de combustible, están en proceso de franca desnuclearización militar, sellada con tratados bilaterales de cooperación. Chile inició hace tiempo, aunque con muchos menos recursos, programas de desarrollo del ciclo de combustible.

Pero volvamos a Iraq, que es el único caso conocido oficialmente de violación de las salvaguardias. Iraq había declarado una serie de instalaciones nucleares sujetas a vigilancia por el OIEA, pero tenía varias otras no declaradas. Esto lleva a la necesidad de replantear el programa de salvaguardias involucrando, también, instalaciones no declaradas. De lo contrario, para cualquier país sería fácil construir armas nucleares en lugares secretos y mostrar al mundo sólo los lugares donde se realiza investigación con fines pacíficos.

Los servicios de inteligencia de países extranjeros parecían no conocer el programa iraquí, de varios miles de millones de dólares. Basado en la dirección de las investigaciones nucleares de Iraq, nosotros habíamos señalado indicios de que Iraq estaba en ese camino. Es inconcebible que los servicios de inteligencia no se hayan dado cuenta, salvo que en ellos no existan especialistas nucleares.

## **La ciencia en el Perú y el mundo: notables avances**

Suplemento Dominical. 26 de diciembre de 1993

La ciencia nos trae conocimientos que se convierten en la base para resolver problemas o mejorar la calidad de vida de los seres humanos. Al mismo tiempo, la ciencia plantea nuevas interrogantes que serán objeto de febriles investigaciones en los laboratorios del mundo.

En el mundo, los temas que atraen hoy la atención de la humanidad giran alrededor de la biología celular y sus aplicaciones en el tratamiento y prevención de las enfermedades genéticas. Una disciplina de trascendencia económica es la ciencia de materiales, la que genera conocimiento sobre las propiedades de los materiales en función de sus estructuras atómicas. La física nuclear y de partículas también se mantienen vigentes, en tanto que buscan comprender el origen del Universo y los constituyentes elementales de la materia.

## **Terapia genética**

En el año 1993, se han intensificado las investigaciones sobre enfermedades genéticas, lográndose varios tratamientos exitosos. Las enfermedades genéticas son debidas a genes deficientes -provenientes de la herencia paterna o materna- que impiden el funcionamiento adecuado del cuerpo humano. Uno de los problemas conocidos -que se tratan con relativo éxito- es la inmunodeficiencia hereditaria. También se está investigando la terapia genética en los casos de cáncer y las enfermedades infecciosas.

La terapia genética avanzará aún a mayor velocidad gracias a la progresiva identificación de los genes causantes de las enfermedades, en un multimillonario programa de investigación sobre cartografía genética humana.

## **Medicina**

El hígado artificial ha sido el tema de investigación que más ha atraído la atención de los especialistas. Como se sabe, el hígado es un órgano bioquímico muy complejo, responsable de la elaboración de enzimas, algunas hormonas, almacén de azúcar y vitaminas y desintoxicante de la sangre. La empresa Cellex Biosciences de Estados Unidos afirma que está logrando éxitos con experimentos de máquinas que sostienen hígados artificiales de conejos por 36 horas.

## **Cambios bruscos en el clima**

La Universidad Carnegie Mellon de Estados Unidos, analizando los glaciares, descubrió que en el pasado de la Tierra se han producido bruscos cambios en el clima. El descubrimiento desmiente la hipótesis según la cual un eventual cambio del clima por acción de las actividades humanas será necesariamente lento, y que dará tiempo para que el hombre pueda tomar las medidas correctivas.

Los rápidos cambios en la temperatura de la Tierra hace 130,000 años se produjeron cuando la temperatura promedio era la misma que hoy en día. Ello induce a pensar que la temperatura de hoy no necesariamente será estable.

## **Cerebro integrado**

Con el apoyo de los instrumentos que surgieron en los laboratorios de física, el cerebro es analizado en su menor detalle. La tomografía por emisión de positrones (PET) permite identificar los sectores cerebrales que se ponen en funcionamiento en cada actividad humana.

Con ese instrumento, se están descubriendo indicios de un sistema integrado de cada sector cerebral. Se ve -por ejemplo- que una parte del cerebro se ocupa de la memoria de corta duración que requiere intervención oral y otra que toma las tareas que deberán ser automatizadas.

## **Secretos de la materia**

Llegar a comprender la composición de la materia y las fuerzas que la dominan es el objetivo de enormes aceleradores de partículas en el mundo. El Centro Europeo de Investigaciones Nucleares (CERN) y el Fermilab de Estados Unidos, entre otros, siguen tratando de encontrar partículas elementales cuya existencia es predicha por teorías que explican una serie de fenómenos en el microcosmos y en el macrocosmos.

Cabe señalar las observaciones de telescopios espaciales que refuerzan la teoría del "big bang", según la cual el Universo se origina en la explosión de un punto denso en materia y energía hace 15 mil millones de años.

## **Ciencia en el Perú.**

Los más importantes avances de la ciencia en el Perú fueron presentados en la Fiesta de la Ciencia 1993 (organizada por el CONCYTEC, la Municipalidad de Miraflores y el CEPRECYT). Entre los científicos que fueron premiados por CONCYTEC por sus trabajos en el período 1990- 1993 estuvieron los ingenieros Peter Rizo y Alberto Landauro, explicando sus métodos para la optimización de las propiedades mecánicas del acero. También expuso el Ing. Samuel Canchaya, con su trabajo sobre compuestos del cobre mineral. Los biólogos Segundo López y María Lora dieron a conocer sus técnicas de crecimiento del camarón de río en cuatro tasas de siembras y suplementado con harina de sangre. Finalmente, los Arqs. Fioreli Cárdenas y Robinson Ortiz, en tema de ecología, medio ambiente y *habitat* humano, mostraron los problemas y las posibilidades de los centros históricos.

En microelectrónica, el Ing. Carlos Silva -egresado de la UNI y profesor de la Universidad Católica y directivo de la SOPECYT, ganador del premio CONIMERA 1993- presentó el primer circuito microelectrónico elaborado en el Perú. En electrónica, el Ing. Rafael Cabezas, profesor de la UNI, obtuvo el premio CPT-TELEDATA por su trabajo de control de sistemas electrónicos.

El Dr. Walter Estrada, de la UNI, mostró sus avances en el cambio de propiedades ópticas y eléctricas de vidrios cubiertas por películas delgadas.

La Dra. Olga Lock, ganadora del premio Kessel, de la Universidad Católica, dio a conocer sus estudios sobre propiedades terapéuticas de diversos productos naturales peruanos.

La bióloga Rosa Espejo, mujer científica 1993, premiada por la Fundación Kolaveskaia, mostró la forma cómo se estudia genéticamente las plantas con el objetivo de mejorar su producción.

El Dr. Ronald Woodman, ganó el premio COSAPI por sus estudios de los vientos de altura usando técnicas de radar.

Cabe señalar que el IGP, el IPEN, SENAMHI e INGEMMET, INADE, la UNI y la Católica mostraron interesantes avances en sus campos, los que serán temas de un próximo

informe. En todo caso, a pesar de la crisis, los científicos peruanos que quedan en el país siguen dando muestras de una especial dedicación.

### **Ciencia y tecnología: fiesta de esperanza**

Suplemento Dominical. 5 de diciembre de 1993

Si el año 1993 debería llevar un nombre, el más apropiado sería el año de la esperanza en el potencial humano en ciencia y tecnología. Esta muestra de optimismo se debe a que algunas instituciones han comenzado a valorizar e incentivar el potencial humano científico y tecnológico. Por ello, para cerrar en grande este período histórico, el sábado 18 de diciembre en el Parque Central de Miraflores, se realizará la Fiesta de la Ciencia, cuyos invitados serán los científicos más prestigiosos del país y todos los miembros de la comunidad peruana. También estarán representadas las instituciones más importantes en ciencia y tecnología del país.

La Fiesta tiene por objetivo establecer una amplia comunicación entre la comunidad científica y la sociedad, fuera de los auditorios académicos, en el parque de todo el mundo, con la libertad de la conversación informal, en la que se puede hablar sobre cualquier tema. Dicho sea de paso, esa fue la mejor forma de generar grandes ideas en ciencia y tecnología.

Los científicos se llevarán un mensaje muy rico, en el que se transmita la imagen que el país recibe de sus investigadores. De esa forma, se tendrá elementos de juicio para establecer una intensa campaña de promoción de la ciencia y la tecnología, deber constitucional del Estado .

En la Fiesta de la Ciencia se tendrá la oportunidad de conocer científicos reales, diferentes a los que se muestran en el cine y la televisión; se verán sus avances y sus problemas. Asimismo, se esclarecerá mejor el rol de la ciencia en el desarrollo del país.

Para romper el hielo, se realizarán experimentos demostrativos y recreativos con la participación de los científicos y sus alumnos más brillantes.

Como se ha mencionado, este evento constituye la culminación de un renacimiento de la esperanza en nuestra comunidad científica. Así, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC) otorgó premios de estímulo a la creatividad científica y tecnológica a los científicos ganadores del concurso 1990-1993. Asimismo, reconoció públicamente el aporte de los hombres de ciencia con mayor contribución durante sus vidas. El CONCYTEC, también otorgará premios a los ganadores de la Tercera Feria Escolar de Ciencias, cuya final se llevará a cabo en un lugar con alto significado histórico: Ayacucho.

En las regiones, la Feria de las Ciencias se convirtió en verdaderas fiestas infantiles dedicadas a la esperanza en un futuro mejor, construido por una generación creativa, con muchas ganas de vivir y, sobre todo, comenzando sobre bases sólidas: la ciencia y la

tecnología. Enmarcando la fiesta, hubo manifestaciones de música, danzas plenas de peruanidad.

Otro aspecto del mismo tema fue desarrollado por la Municipalidad de Miraflores, comuna que se ha convertido en modelo para el país. En ese distrito, diariamente, se realizan manifestaciones culturales, en las que la ciencia no está ausente. Recientemente.

En el mundo de los "calichines" -con apoyo de la Southern Perú y CONCYTEC- el Centro de Preparación de Ciencia y Tecnología (CEPRECYT, Avda. Diez Canseco 762, Miraflores, teléfono 471302), prepara una nueva generación de científicos o de profesionales con base científica. Se trata de contar con un equipo nacional de ciencias de nivel internacional, con equipistas entrenados desde la infancia para enfrentar el siglo XXI, que se vislumbra de alto componente científico y tecnológico.

Cabe también recordar que las empresas COSAPI, Compañía Peruana de Teléfonos (CPT-TELEDATA) y Kessel han instaurado premios en el campo de la ciencia y la tecnología, estableciéndose una tradición de reconocimiento al esfuerzo de los investigadores.

De modo que el evento arriba mencionado será la demostración de una esperanza en el motivo mismo de la Fiesta: la Ciencia y la Tecnología. Todos están invitados, especialmente los escolares.

### **La riqueza del país Ciencia desde la niñez**

Suplemento Dominical. Sección: Opinión. 8 de agosto de 1993

El cerebro humano tiene una potencialidad insospechada, que puede provocar las más grandes revoluciones científicas y tecnológicas capaces de cambiar el curso de la historia. Pero, para que la potencialidad del cerebro se exprese en su mayor dimensión, es necesario estimularlo desde la más temprana edad posible. Las ondas electromagnéticas, la fisión nuclear, los semiconductores, los superconductores, el ácido desoxirribonucleico (ADN) y tantos otros descubrimientos fueron posibles gracias a la existencia de equipos de científicos formados sobre bases sólidas y en un ambiente donde las generaciones están motivadas y estimuladas desde la niñez.

La tarea de guiar niños por los caminos de la ciencia es muy estimulante, sobre todo porque los niños tienen una tendencia genética hacia la curiosidad, el deseo imperativo de construir cosas, armar rompecabezas, experimentar con el medio. Estas y otras características permanecen o se intensifican en los que llegan a ser científicos de calidad.

En algunos casos quedan rezagos de ese espíritu que puede dar lugar a vocaciones por la ciencia, pero es casi imposible recuperar la estructura mental y la capacidad para formar científicos creativos si no cultivo tempranamente.

Por ello es que, con apoyo de la empresa Southern Perú, un grupo de científicos del IPEN y de las universidades de Ingeniería, Católica y Cayetano Heredia, han formado el Centro de

Preparación para la Ciencia y Tecnología (CEPRECYT, teléfono 471302) dedicado a los niños en edad escolar. Este límite de edad es por cuestiones prácticas, porque en realidad debería comenzar desde mucho antes.

Una de las primeras acciones en la formación de los niños, es permitirles descubrir que formarse para la ciencia es seguir sus impulsos al juego y al descubrimiento. Podríamos decir que un científico en su tarea de investigación es como un niño curioso que experimenta, pero que sigue algunas reglas de seguridad para evitar cualquier sorpresa desagradable.

Otro aspecto de esta formación para la ciencia es la ausencia de exámenes, pruebas o acciones que los hagan sentir presionados, puesto que se trata de incentivar su gusto por la ciencia y no forzarles a realizar una tarea que se convierta en un deber.

Luego, se trata de familiarizar a los niños con la tecnología, llevándoles a descubrir que los aparentemente complejos sistemas tecnológicos de la vida diaria, se basan en propiedades sencillas de demostrar. Por ejemplo, puede verse la generación de corriente eléctrica, con movimiento de bobinas situadas adecuadamente ante un imán. Se puede ver también el funcionamiento de un motor con ayuda de una bobina con corriente, situada adecuadamente ante un imán.

En realidad, los adelantos tecnológicos han sido generados de esa forma, descubriendo fenómenos naturales en su expresión más simple y aplicándolos con ingeniosidad para mejorar la calidad de vida.

Podemos también mencionar que el niño es familiarizado con la radiación nuclear, aprendiendo a detectarla y usarla, como por ejemplo para conservar fresas por semanas.

Los niños visitan laboratorios de universidades y centros de investigación como el Centro Nuclear de Huarangal, donde observa las espectaculares dimensiones que pueden tomar las aplicaciones de los descubrimientos científicos. De esa forma los niños, cuando sean adultos, verán los laboratorios como un medio familiar, donde desarrollarán sus actividades en forma natural.

Asimismo, se ofrece conferencias sobre temas científicos de actualidad, a los que asisten también los padres, que nos muestran las aplicaciones de la ciencia en la vida diaria. Los expositores son los protagonistas del desarrollo científico peruano. Por ejemplo, cuando se produjo un temblor de magnitud significativa en Lima, el sismólogo, Mateo Casaverde, ex presidente del Instituto Geofísico del Perú, revivió sus experiencias de catástrofes naturales y nos hizo ver lo valioso que resulta las aplicaciones científicas para evitar daños extremos.

Por otro lado, se mantiene permanente contacto con instituciones científicas extranjeras, lo que corresponde al espíritu de colaboración que se establece en todo el mundo.

Finalmente, transmitimos a los niños los pensamientos científicos que generan una sociedad científica, que esté alejada de la superstición, que no sea presa fácil de estafadores profesionales, que conducen hacia el oscurantismo y a la minusvalía cultural.

El siglo XXI será intenso en ciencia y tecnología. Las generaciones deberán formarse para vivirlo plenamente, que les permita seguir y, por qué no, participar en los grandes descubrimientos que se avizoran más espectaculares que los realizados en el siglo XX.

El Perú es un país de profundas raíces científicas. Estamos decididos a trabajar para que resurja de nuevo la grandeza de nuestro país, y lo hacemos con los más indicados: los niños.

### **Premio Nobel de Física advierte: ciencia, esencial para el desarrollo**

Suplemento Dominical. Sección: Entrevista. 30 de agosto de 1993

Uno de los científicos más influyentes en el mundo es, sin duda, el físico norteamericano León Lederman, Premio Nobel de Física. Como ex presidente de la Sociedad Americana de Física y actualmente presidente de la Asociación para el Avance de la Ciencia, Lederman lleva la voz de los científicos a las esferas de decisión política. Recientemente participó en el Quinto Simposio sobre Cooperación Panamericana en Física Experimental, donde nos confió sus puntos de vista sobre el estado actual de la ciencia en su país y en el mundo.

Dr. Lederman, hace tres años, en el anterior simposio realizado en Bariloche, Ud. manifestaba que la ciencia en E.E.U.U. estaba atravesando un período de dificultades. Desde ese simposio se han producido una serie de cambios políticos y económicos a nivel mundial, que ofrecen nuevas perspectivas de análisis. ¿Cómo ve Ud. esos cambios?

- Los cambios políticos son efectivamente, los que han generado, espero, reflexiones y progresos beneficiosos en ciencia. En E.E.U.U. la ciencia sigue vigorosa, dinámica y activa, pero manifiesta síntomas de decaimiento. Ud. sabe que si no se toman en cuenta los síntomas y no se corrige la situación, ésta se convierte en más dificultosa. Esto, porque, tal situación se refleja primero en los jóvenes, los que comienzan a preguntarse por qué tendrían que dedicarse a la ciencia; luego se propaga a los estudiantes, creando rápidamente problemas que tomarían diez o más años en repararse.

Hoy existe gran desaliento, porque no hay apoyo. La recesión hace que las industrias piensen en lo que pasará la siguiente semana, en lugar de pensar en lo que sucederá en cinco años, rindiéndose y abandonando la investigación. De modo que hay razones para ver la ciencia en peligro.

Del lado positivo, pienso que la guerra fría terminó. Esto ofrece una enorme posibilidad para reprogramar los gastos militares en gastos que reflejen en lo que llamaría inversiones. Inversión significa poner dinero en educación e investigación.

Y pienso que economistas y políticos (y esto se aplica en América Latina, sobre la que tengo informes) comienzan a comprender que la ciencia es el camino del desarrollo y la independencia. Pero también se necesita ciencia para resolver los terribles problemas del medio ambiente. Necesitamos energía que no perturbe negativamente el medio ambiente.

De manera que, por muchas razones, incluyendo la del crecimiento de la población, necesitamos más conocimientos fundamentales sobre energía, química de alta atmósfera, oceanografía y sobre ciencia fundamental, porque nunca se puede decir por dónde saldrá la luz a los problemas.

**En E.E.U.U. se escuchan grandes debates generados por las eventuales inversiones en el programa espacial, que incluye un viaje a Marte y en el proyecto Superconductor Super Colisionador (SSV), dedicado a la física de partículas.**

Mucha gente piensa, efectivamente, que hay problemas urgentes como la gente sin vivienda, y mal se haría invirtiendo en tremendos programas relacionados con ciencia y tecnología de esa envergadura.

Ese es el problema que vive la ciencia desde el principio. En cada época se viven crisis sociales y económicas, y entonces se piensa resolver esos problemas y se sacrifica la inversión. Lo que pienso es que se invierta o no en ciencia, se tendrá gente sin vivienda, por lo menos en 50 años. Lo que sí debemos tener claro es que la ciencia resolverá los problemas en un largo plazo.

Un colega físico me contó que durante la guerra, en Leningrado sitiada, se dedicaba a diseñar un acelerador ciclotrón. Este sería construido cerca de Moscú después que pasó la crisis. De lo que se trata es de usar una fracción de los recursos para invertir para el futuro. Si sólo nos dedicamos a resolver los problemas inmediatos le puedo garantizar que esos problemas los tendremos para siempre. De modo que hay que hacer un equilibrio entre inversiones y operaciones.

**Ud. es el principal defensor del proyecto SSC, que costará unos 10 mil millones de dólares. ¿Qué probabilidad hay para que este proyecto sea aceptado?**

- Creo que ahora es más de 50 por ciento, digamos un 80 por ciento.

Otro gran proyecto es el del Genoma Humano, que aparece también en controversia...

Bien, nuevamente es un buen ejemplo de gran ciencia, y estoy seguro es un buen proyecto, y muchos biólogos que son excelentes les gustaría continuar ese proyecto. Surgen controversias porque, como le mencioné, todos los presupuestos son muy restringidos y, entonces, los biólogos que no participan en el proyecto de la secuencia del genoma se oponen porque interfiere con sus propias investigaciones.

Cuando las cosas son difíciles, los científicos comienzan a pelearse entre sí, lo que es siempre peligroso y nada provechoso.

**Pero pienso que el proyecto Genoma Humano es buena ciencia y debe ser realizado.**

**Los resultados permitirían curar muchas enfermedades genéticas.**

- Exactamente, las implicancias para la salud, para el conocimiento y para la tecnología son tremendas.

Otro aspecto de la ciencia actual es el avance en los conocimientos del cerebro.

La neurofisiología es una ciencia muy intensa en estos días y todos los grandes biólogos moleculares comienzan a estudiar el cerebro.

**Uno de los más graves problemas que enfrenta los E.E.U.U. se refiere a los desechos nucleares. Los Estados no aceptan desechos nucleares en sus territorios y el asunto se vuelve bastante delicado. ¿Cree Ud. habrá solución para los desechos nucleares?**

Ah... este es un buen problema. Realmente no lo sé, hay muchas ideas. La idea más interesante tecnológicamente hablando es la de bombardear los desechos nucleares con haces de partículas de alta energía, los que cambian sus tiempos largos de vida en tiempos cortos de vida. Para mí, hacer una máquina para ello sería una inversión extremadamente buena.

**¿Qué partículas serían?**

Protones de un giga electronvoltio, muy intensos, que cambiarían la estructura de los tiempos de vida.

**¿Cambian los núcleos?**

Correcto.

**- Creo que Ud. es el Premio Nobel del Hemisferio Norte que conoce mejor América Latina. ¿Qué piensa sobre el desarrollo de la ciencia en esta región?**

- Bueno, por lo que he visto en esta reunión y por otros indicios, las cosas van mejor en muchos países. Algunos suben y bajan, hay escándalos políticos en Brasil que no ayudan. Hay problemas terribles en Perú. Pero se ve que hay más gente en las estructuras políticas en América Latina que comienzan, comprenden la importancia de la ciencia para el desarrollo. Se empieza a ver aumentos de presupuestos y lo que se necesita es continuar este proceso en una estabilidad política que es muy importante.

**¿Cuál cree Ud. que es la mejor forma de cooperación americana?**

- Esta reunión es una forma. Pero, creo que hay que construir la masa crítica en cada país y realizar cooperación regional. Por otro lado, en las universidades y otras organizaciones norteamericanas existen enormes posibilidades para estudiantes de países en desarrollo. Es entonces necesario que la información llegue a los estudiantes de las universidades latinoamericanas.

**En Perú hemos comenzado un programa de preparación de científicos dirigido a los niños...**

Eso es correcto, hay que comenzar con los niños.

**Pensando en ello, hemos descubierto que en los E.E.U.U. se ha desarrollado numerosos juguetes dedicados a la enseñanza de las ciencias. ¿Qué trascendencia tienen esos juguetes?**

Maravillosos... se están produciendo también libros para niños, tiras cómicas, programas de televisión dedicados a la ciencia para niños. Mucho de este material puede ser adquirido por todo el mundo. Es importante que los niños aprendan ciencia como juego.

En E.E.U.U. estamos comprendiendo que la educación temprana debe ser mejorada drásticamente. En ello deben colaborar los grandes laboratorios, las universidades, para cubrir todo el territorio.

En Perú la gran mayoría es católica. Algunos piensan que la religión y la ciencia son contradictorias...

En general existe una cohabitación pacífica entre la ciencia y la religión. El Papa fue al Centro Europeo de Estudios Nucleares. En un discurso, dijo que no hay conflicto entre ciencia y religión, pidiendo disculpas por el maltrato que se hizo a Galileo. Pienso que es cierto, mientras más conoce la ciencia, siempre hay un lugar donde, si Ud. quiere, puede ser religioso sin conflicto.

**Finalmente, Dr. Lederman, ¿es Ud. optimista respecto al futuro de la ciencia?**

Seguro, Ud. no puede ser científico sin ser optimista.

### **Periodistas en la ciencia**

Opinión Nacional, 22 de septiembre de 1994

Cuando los periodistas visitan los laboratorios, los investigadores se ven invadidos por mil temores, originados en gran medida por la dificultad para explicar la ciencia en términos no especializados, y en la eventual deformación que surge en la comunicación.

Para disminuir los efectos de este problema, trataremos de mostrar la necesidad de establecer un diálogo permanente entre periodistas y científicos.

Es bueno saber que los científicos no se parecen en nada a los personajes de caricatura, que los representan como ajenos al mundo concreto. Sobre todo en nuestro país, los investigadores prueban los sabores y sinsabores de la realidad nacional. En su vida profesional, ellos se parecen mucho a los periodistas de investigación: verifican la verdad de los hechos experimentales antes de lanzar sus tesis. Para llegar a éstas, ambos tratan de comprender plenamente la naturaleza el objeto de estudio.

Es cierto que el mundo de la ciencia tiene algunas particularidades poco comunes para la mayoría de profesiones de otras disciplinas. Leyendo noticias sobre ciencias -para fines de esta nota- he comprobado que hay veces en que el periodista no ha recibido bien el mensaje, dando lugar a noticias falsas.

Uno de tantos casos es la información que señala que el reactor RP-10 de Huarangal brindaría energía a pueblos jóvenes alejados del país, cuando en realidad ese reactor no está construido para generar energía eléctrica.

También he visto el caso inverso, en el que científicos que escriben en los diarios hacen uso de términos difíciles de comprender por los lectores o simplemente no dominan el lenguaje. El autor de esta nota no está libre de ninguna de las deficiencias señaladas. Menciono el hecho simplemente para resaltar la necesidad de establecer un puente entre periodistas y científicos, con el fin de llevar las noticias sobre ciencia y tecnología en la mejor forma posible y crear poco a poco una cultura científica en el país. En países industrializados existen carreras que llegan hasta el doctorado en periodismo científico. Continuamente se organizan en el mundo certámenes sobre el tema, algunas veces llevadas a cabo por instituciones científicas de gran prestigio. Por ejemplo, dentro de poco se llevará a cabo un curso de ciencia para periodistas en Argentina, organizado por la Comisión de Energía Atómica (Cnea) de ese país.

Actualmente, varios científicos del mundo industrializado han sido seducidos por el periodismo, dejando los laboratorios por la pluma. Este hecho es fácil de comprender porque el científico tiene la necesidad vital de transmitir los avances de sus investigaciones especializadas; lo hace regularmente ante sus colegas, que en algunos casos se reducen a una veintena de personas en el mundo entero.

Hoy en día, cuando los avances científicos y tecnológicos cambian continuamente la forma de ver y hacer las cosas, la ciencia se ha convertido en noticia permanente. Del mundo, gracias a las maravillas de la tecnología, vía satélite, nos caen cascadas de noticias científicas extraordinarias.

En el Perú, aun cuando el desarrollo es lento, la ciencia tiene sus noticias listas para que el periodista, las lleve a su público. Pero, por una falta de comunicación, el público se queda sin conocerlas.

Precisamente, para establecer un diálogo entre periodistas y científicos es que el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Concytec), la Sociedad Peruana de Física (Soperfi) y el Centro de Preparación para la Ciencia y la Tecnología (Ceprecyt) organizan el "Primer Seminario para Periodistas sobre el Estado de la Ciencia en el Perú".

Creo que este certamen será provechoso tanto para los científicos como para los periodistas, puesto que ambos son elementos complementarios para lograr una noticia palpitante, llamativa, veraz y, sobre todo, formadora de una sociedad moderna, en la que la ciencia es una realidad cotidiana.

## **Microelectronica: diseño total y automatizado**

Suplemento Dominical. Sección: Ciencia, 18 de septiembre de 1994

Para sobrevivir en el mercado internacional de la microelectrónica, las grandes empresas se han ido armando de nuevas tecnologías de diseño. Con esas armas, saltando etapas, entraron a competir Corea, Taiwan y Singapur. Hoy en día, el Perú ha empezado con la misma estrategia, entrando decididamente a la llamada ingeniería concurrente.

En 1960, el gobierno de E.E.U.U. financia el primer paquete de software para diseño integrado, en el que se encontraba el LOGBLOSIM (simulación lógica), el PRF y el SPICE. En los años 70 aparecen ayudas gráficas, editores de máscaras, simuladores lógicos y circuitos, verificadores de reglas de diseño, herramientas de pruebas y simuladores de fallas. De esa forma, la guerra de los circuitos empezaba en las pantallas de las computadoras, teniendo como protagonistas a los ingenieros del software. En los años 80 aparecen sofisticados entornos de diseño, herramientas de síntesis y compiladores de silicio. Con ello, se aumenta la importancia de la creatividad cerebral.

En los años 90, las compañías electrónicas reemplazan el trabajo en serie por una aproximación de acciones en paralelo que optimiza la colaboración multidisciplinaria en equipo, llegándose a una interacción total entre todos los elementos y etapas (desde su concepción hasta su eliminación) comprometidos en la producción de circuitos integrados, creando la llamada ingeniería concurrente, donde el fin supremo es el usuario, pero relacionado al proceso total de diseño. Con ello, puede decirse que el diseño global incluye los avanzados conceptos de calidad total.

El diseño electrónico avanzado entra al Perú en 1994, como proyecto conjunto de las facultades de Ingeniería Electrónica de San Marcos e Ingeniería, auspiciado por el CONCYTEC. Paralelamente en San Marcos se inicia el programa de maestría en microelectrónica. Como hito en la nueva visión de desarrollo en las universidades peruanas, el proyecto es denominado "Programa de Excelencia en Ingeniería". Ante la urgencia del respaldo estatal -como ocurrió en los años 60 en E.E.U.U.- este proyecto ha sido presentado al presidente del Perú.

El objetivo es claro: introducir en el país las más avanzadas tecnologías, modernizando la investigación y la enseñanza en electrónica. Entre los profesionales comprometidos con el proyecto están el Ing. Jaime Luyo -con postgrado en el Instituto Politécnico Rensselaer y en las universidades de Texas y Duke, ganador del primer premio CONIMERA 1981 y 1991- y el Ing. Manuel Márquez -con postgrado en la Universidad de Buffalo, ganador del primer premio CONIMERA en 1989.

En cuanto a la infraestructura, la Universidad de San Marcos ha adquirido un complejo informático para el laboratorio de microelectrónica, posibilitando la investigación práctica del diseño electrónico en una visión de la ingeniería concurrente, en función de las necesidades del sector productivo. {ILUSTRACION}FOTO {DESCRIPCION}Pc destinada al diseño electrónico

## **Imágenes médicas El poder nuclear**

Suplemento Dominical. Sección: Ciencia. 11 de septiembre de 1994

En una nota anterior hemos tratado los avances de la imagenología médica, uno de los cuyos máximos exponentes en el país es la resonancia magnética nuclear. Hoy mostraremos que, en la práctica, las diversas técnicas resultan complementarias. Si una persona sufre un trauma en el cráneo y el paciente se encuentra lejos de un equipo de tomografía axial computarizada se acude a una radiografía X, la que permite ver fracturas.

Si una persona comienza bruscamente con fiebre, dolores, náuseas, vómitos, diarreas, es aconsejable realizar una ecografía de abdomen, para evaluar qué órgano abdominal ha podido ser el causante de dicha sintomatología. En muchos casos se sigue con la técnica de radiología contrastada.

Si el diagnóstico no se logra con la ecografía se acude a la tomografía computarizada (TAC), con la que se obtiene el 90% de diagnósticos. Si aún así, no se llega a un diagnóstico, queda la Resonancia Magnética Nuclear (RMN).

El TAC también permite ver déficit de aporte cerebral, o hemorragia cerebral. Hay cuadros clínicos que requieren de RMN. Es el caso del famoso Margarito, quien sufre de una pequeña lesión de la hipófisis, un micro adenoma, menor de 1 cm. Este tiene un componente muy particular. Hay grupos celulares que generan hormonas de crecimiento, provocando gigantismo en niños y acromegalia en adultos. En este caso, el TAC, por su resolución limitada, no permite cuantificar el tamaño de la lesión. Quedando sólo la RMN, salvo complejos y sofisticados tomógrafos con los que no cuenta el país.

Por otro lado, la técnica de la Tomografía por Emisión de Positrones (TEP) permite obtener conocimientos de frontera, pero es muy cara. En el mundo hay unos 130 equipos TEP, 60 de los cuales están en E.E.U.U., 40 en Europa Occidental, 20 en Japón y 10 en el resto del mundo. En América Latina sólo Argentina cuenta con uno.

Cuando se trata de estudiar la dinámica y las funciones de los órganos, la medicina nuclear es valiosa. Esta técnica usa los radio-trazadores, es rápida y barata en la mayoría de los casos. La técnica se basa en el procesamiento por el órgano en estudio de sustancias radiactivas, que es el mismo que siguen las sustancias normales. La radiactividad permite detectar la presencia y cantidad de las sustancias durante el proceso metabólico. Para esta técnica se usa los radiofármacos, los que en buena parte son producidos en el IPEN y distribuidos en unos 10 centros médicos del país. Esos radioisótopos son elaborados en el reactor RP-10 y en la Planta de Producción de Radioisótopos de Huarangal.

Cabe señalar, sin embargo, que algunos radioisótopos especializados, como el Talio 201, Galio 67, son producidos en ciclotrones, con los que no cuenta el país. En este caso el IPEN tiene la capacidad para distribuir estas sustancias importadas. Hace 17 años, el IPEN potenció los estudios hasta entonces restringidos de la medicina nuclear en el país. En este

momento la imagenología médica alcanza niveles comparables a cualquier centro de América Latina, creando gran expectativa en el desarrollo futuro de la medicina peruana.

## **Optimizar recursos**

Opinión Nacional, 15 de septiembre de 1994

Todos estamos de acuerdo en optimizar el potencial humano y la infraestructura física del país para aumentar las posibilidades de desarrollo tecnológico. Lo que falta son decisiones y acciones concretas.

Actualmente, a cada sector le falta lo que tienen otros. Las universidades cuentan con una fuente inagotable de juventud en la cumbre de su creatividad y productividad, pero sus equipamientos son obsoletos de 25 años en promedio. Los institutos de investigación, después de la política de incentivos para la renuncia de investigadores, ya no tienen la masa crítica para empezar proyectos ambiciosos en el marco de un plan de desarrollo a mediano plazo, pero disponen de una enorme infraestructura física, adquirida en gran parte por deuda externa y a través de la cooperación internacional. Por otro lado, las empresas, en su gran mayoría, no están para nada decididas a invertir en investigación tecnológica - situación que las ha arrinconado en un lugar precario del mercado nacional.

Como producto de esta situación, los institutos se están reduciendo a micro centros de supervivientes de una política de desmantelamiento tecnológico. Por su lado, las universidades estatales, ante la falta de infraestructura para desarrollarse, son hoy lugares de paso de los taxi-profesores de pizarra y campos de inquietud y frustración para miles de jóvenes, deseosos de participar en la vida del país. Es entonces imprescindible una optimización del desarrollo científico y tecnológico del país.

Una forma de la mencionada optimización es la masiva utilización de los laboratorios de los institutos por universitarios e industriales. En esto se ha venido trabajando, por ejemplo, en el IPEN. Cada año pasan más de 50 practicantes y tesis por los laboratorios de San Borja y otros 50 por los laboratorios de Huarangal de ese instituto. Pero lo que no se ha logrado es la participación de investigadores profesionales en la utilización de esos laboratorios. Lo ideal sería que los profesores lleven a sus alumnos para realizar investigación en sus trabajos de tesis. Ello no se logra, porque nadie quiere trabajar fuera de "su lugar" sin nada a cambio. Cabe señalar que si los estudiantes lo hacen es porque están obligados para completar sus estudios.

Ante esta realidad, si se quiere evitar la desaparición de los institutos por falta de personal, caben dos posibilidades: contratar nuevos investigadores para reemplazar a los renunciados o disponer un incentivo significativo para los investigadores que realicen trabajos en los institutos.

Una solución clara al problema podría venir de la ley universitaria, en la que se estableciera el status de investigador en la carrera docente. Con remuneraciones tentadoras, el camino

hacia los institutos de investigación sería más fácil y tendríamos posibilidades de un despegue tecnológico en el mediano plazo.

Todo ello llevaría a un flujo de científicos e ingenieros con alta formación a los laboratorios estatales, los que verían el restablecimiento de una masa crítica. Ello crearía, en forma natural, la necesidad práctica que dichos laboratorios sean coadministrados por las instituciones usuarias.

En tal hipótesis, la demanda de facilidades experimentales sería tan grande que la programación del uso de las facilidades tendría que ser decidida por un Consejo, en el marco de un plan integral de desarrollo científico tecnológico. El ejercicio de imaginación que acabamos de realizar, buscando salida al atolladero en los caminos de la optimización del uso de los recursos estatales, es una realidad cotidiana en todos los países con un mínimo grado de visión de futuro. No veo nada que pueda impedir su práctica en el Perú.

### **Preocupaciones ambientalistas**

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.

### **Imágenes médicas: de los rayos X a la resonancia magnética**

Suplemento Dominical. Sección: Ciencia. 4 de septiembre de 1994

Las modernas técnicas de imágenes han revolucionado el estudio del cuerpo humano, debido a que pueden detectar imágenes de tamaño muy reducido y evaluar el flujo sanguíneo y sus variaciones. Como veremos más adelante, esta última característica permite estudiar la función de las diferentes partes del cerebro del hombre.

Apenas Roentgen descubrió los rayos X, en 1895, se aplicaron al diagnóstico médico. En efecto, los rayos X atraviesan los tejidos blandos y sólo son detenidos por los huesos, por lo que permiten visualizarlos. Las imágenes del esqueleto así obtenidas son valiosas, pues permiten diagnosticar anomalías de los huesos, como las fracturas. Los rayos X usan radiaciones de alta energía que no permiten ver los tejidos blandos ni hacer imágenes

tridimensionales. Por ello, con el advenimiento de la computación, se perfeccionó la imaginería por rayos X gracias a la tomografía axial computadorizada (TAC).

En los años 80 dos técnicas se han desarrollado fundamentalmente: la tomografía por emisión de positrones (TEP) y la resonancia magnética (RM). La primera permite estudiar la función cerebral, gracias a que mide los incrementos del flujo sanguíneo en una determinada región. Cuando una parte del cerebro entra en función (por ejemplo, el lóbulo temporal izquierdo al comunicarnos por medio del lenguaje) la cantidad de sangre que le llega aumenta. Por lo tanto, si contamos con un equipo que detecte este aumento de sangre podemos decir que la región cerebral está activa. Con esta técnica se pudo estudiar, por primera vez, como funciona el cerebro en un hombre normal y de manera no cruenta. Los elevados costos de la PET han hecho aplicar un método menos oneroso, pero también menos exacto: la tomografía por emisión de fotón único.

La resonancia magnética tiene varias ventajas sobre las técnicas arriba mencionadas: no usa radiaciones de alta energía, por lo que no puede provocar mutaciones cancerígenas, tiene un mayor poder de resolución de los tejidos blandos, realiza imágenes en cualquier plano del espacio y mide el flujo sanguíneo sin inyectar sustancias radiactivas como la PET. Rápidamente se está convirtiendo, pues, en el examen de elección para el diagnóstico médico por imágenes. Se basa en la emisión de ondas electromagnéticas, de la frecuencia de la radio, obtenidas al someter al cuerpo a un campo magnético y a una estimulación por ondas de radiofrecuencia, es decir, de muy poca energía. Por si no fuera poco, ya se pueden realizar estudios de la función cerebral. En efecto, la RM puede medir las variaciones del flujo sanguíneo de una región del cuerpo (en este caso las distintas regiones del cerebro), pero a diferencia del PET sin introducir sustancias radiactivas en el cuerpo. Tiene, además, la ventaja de tener un poder de resolución espacial mucho mayor que la PET, por lo que en este campo, también, es probable que pronto la desplace. Entre nosotros se usa habitualmente los rayos X simples, la TAC y la resonancia magnética. Este último método de diagnóstico ha sido instalado entre nosotros por la empresa RESOMASA.

## **Nueva acción para el 2021**

Opinión Nacional, 1 de septiembre de 1994

La CONFIEP presenta al país "Perú 2021: Una nueva visión". ¿Significará ello un cambio sustantivo de su accionar en los años que preceden al segundo centenario de la independencia del Perú? En el caso concreto de la ciencia y la tecnología -fundamentales para las empresas modernas- ¿veremos acaso una revolución?

Pocos países como el Perú han visto empresarios tan desinteresados en la innovación tecnológica y tan propensos al cortoplacismo que termina siempre por estrangular a sus practicantes y a las naciones que los abrigan y mantienen.

Ante esta realidad, la Confiep, en el folleto con el título arriba mencionado ve, que para el año 1995, "un pequeño grupo de empresarios, unidos en el proyecto tratan de sembrar en el empresariado nacional la idea de liderazgo empresarial y nacional".

El diagnóstico es bastante conocido y difundido, "Una educación que insiste más en la instrucción que en la formación. La investigación científica y tecnológica es casi nula.

El profesorado es, generalmente, muy elemental y mal pagado". En ecología se recuerda la contaminación urbana, del mar y los ríos, los aniegos y los basurales. Las empresas con maquinarias obsoletas, organizaciones verticales tipo militar. Los empresarios reconocen su aldeanismo y atraso. Los empresarios desconocen centros internacionales de investigación y conocimiento.

Del diagnóstico empresarial vienen las necesidades. En tecnología, quieren hallarse siempre al día, no sólo en maquinaria, instrumental y procesos, sino también en capacitación de personal. El uso de tecnologías importadas y propias son tomadas como instrumentos para el desarrollo y la producción.

Se valoriza el conocimiento como la mayor riqueza, lo que sugiere la permanente superación de todo el personal, incluyendo al empresariado. Se pone en relieve la creatividad, la innovación, la capacitación, la eficiencia y la productividad.

Esta visión nueva del empresariado es una vieja visión de los empresarios que han levantado a los países que hoy lideran el mundo.

Pero la vieja visión no sólo se quedó en ello, sino que se actuó, y se invirtió en investigación científica y tecnológica y en todos los aspectos arriba señalados. Todo ello toma sentido cuando se pone los recursos concretos y sonantes. De lo contrario, éste será un grito similar al que lanzaron nuestros héroes, hablando de independencia, pero no se construyeron las bases ni siquiera para una moderada interdependencia.

¿Qué porcentaje de las utilidades de las empresas serán gastadas en investigación? Sólo con decir una cifra ya podríamos ver una verdadera voluntad.

La visión actual de los empresarios competitivos los ha llevado a una permanente investigación de nuevos productos. Al mismo tiempo que comercializan sus productos actuales están buscando sus reemplazantes. Ello impide el triunfo de las copias, realizadas por empresas con bajo grado de desarrollo.

El país cuenta con centros de investigación científica y tecnológica, pero que no han logrado captar el interés de las empresas. La razón de ello se desprende del diagnóstico empresarial. Un cambio de visión debería normalmente llevar a los empresarios a explorar los puentes que el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología está tratando de tender entre esos centros y la empresa.

No se trata de comenzar de cero. Si bien los empresarios no conocen la naturaleza de los centros de investigación, pueden visitarlos, comunicarse con sus científicos e ingenieros, pueden intercambiar experiencias. En el Perú quedan pocos científicos investigadores. El número seguirá reduciéndose en la medida que persista un muro entre los laboratorios y los escritorios empresariales.

De modo que de la visión debe pasarse a la acción, y ello no es difícil cuando esa corresponde a una verdadera voluntad de progreso como parece ser el caso.

### **Electrónica: el salto tecnológico**

Suplemento Dominical. Sección: Ciencia. 30 de octubre de 1994

Es mejor enseñar a pescar que dar los peces, decía Confucio, el célebre filósofo chino. Hoy, dice Norbert W. Chien, gerente para América Latina de la Corporación Mentor Graphics, el software es la caña de pescar para la sociedad moderna. La tecnología del software, señala Chien, hace posible a cualquier individuo poseer el conocimiento de cómo están hechas las cosas y le brinda información analizada por expertos del mundo entero.

Dentro de la alta tecnología, la telefonía celular, las computadoras, los satélites, los televisores, las videograbadoras, las computadoras portátiles, los sistemas de control y automatismo, entre otras, tienen la base informática realizada por grandes empresas multinacionales, entre las cuales se encuentra la Mentor Graphics, la que está decidida a iniciar trabajos conjuntos con las universidades de San Marcos y de Ingeniería.

El camino de la industria electrónica no es tan fácil como lo fue el de la explotación de los recursos naturales. Sin embargo, el desarrollo tecnológico mundial ha generado posibilidades de despegue para países con pocos recursos económicos.

Como muestra de esta rápida evolución podemos recordar que antes de diseñar la primera supercomputadora fueron necesarios millones de dólares y un enorme grupo de investigadores. Hoy en día, con un software especializado EDA (Diseño Electrónico Automatizado) y unos cuantos ingenieros bien preparados se pueden hacer "maravillas".

El hardware actual es cada vez más poderoso y económico. El software también se enriquece. En realidad, el software es una especie de condensación de la inteligencia y conocimientos de brillantes ingenieros y científicos, puestos a disposición de ingenieros para avanzar más rápido.

Es importante señalar que, actualmente, es imposible diseñar algo significativo sin un software especializado. No se puede competir con tantos especialistas expresados en el software. El tamaño físico de los circuitos, donde los transistores están medidos en micras (milésimas de milímetro) -y se van reduciendo cada vez más- impide que alguien pueda ensamblarlo transistor por transistor. Otra dificultad proviene del hecho del gran número de transistores. Un millón de transistores ocupan un área similar a la que ocupa un botón.

Así, el software especializado abre camino hacia la competencia mundial con amplias posibilidades de éxito. La tecnología desarrollada permite una fácil adaptación a las necesidades existentes.

En esta realidad mundial, es preciso que nuestras universidades recuperen posiciones y establezcan las condiciones para poder subsistir y crecer el siglo XXI, usando las herramientas modernas. Por ello, insistimos tanto en la necesidad del software de diseño, una de las pocas posibilidades para nuestro país, que cuenta con cerebros pero con pocos recursos económicos.

Las materias primas son cosas del pasado y, en cierto modo, desde la época colonial, nos acostumbraron a vivir sin esfuerzo creativo. Hoy, esta fuerza creativa, concentrada principalmente en nuestra juventud, está lista para dar el salto tecnológico.

## **Nobel a los neutrónicos**

Opinión Nacional, 26 de octubre de 1994

El premio Nobel de Física 1994 fue compartido por el físico canadiense Bertram Brockhouse y el físico norteamericano Clifford Shull, por haber desarrollado técnicas para el uso de neutrones en el estudio de materiales. Nuestro país, con el reactor de Huarangal, de haber contado con los instrumentos complementarios que se reclaman desde hace una década, pudo haber explotado esas técnicas en diversos campos de las ciencias e ingeniería. En cierta forma, el premio Nobel de Física 1994 muestra la importancia de un tema incomprendido en el Perú, que en esta nota trataremos de reivindicar.

Los neutrones son partículas neutras, sin carga, muy penetrantes en la materia, en comparación con las partículas cargadas o con los rayos X. Estas partículas son generadas en grandes cantidades en la reacción en cadena en un reactor nuclear. Para el estudio de materiales sólidos y líquidos se usa "chorros" o haces de neutrones que salen por tubos desde el núcleo del reactor hasta la sala experimental. Bertram Brockhouse y Clifford Shull usaron estos neutrones para investigar las propiedades de materiales, aplicadas a diversos campos de la ciencia y la ingeniería.

Un experimento clásico consiste en irradiar una muestra cristalina con un haz de neutrones. En la muestra, el haz se dispersa en diversos ángulos. De la forma en la que se dispersa el haz de neutrones se deduce la estructura del cristal, es decir, la organización de los átomos en el material.

Además de la estructura cristalina, que significa un orden geométrico de los átomos en los materiales, es importante conocer las fuerzas que los mantienen en sus posiciones ordenadas. Esta información midiendo el cambio de velocidad que sufren los neutrones a atravesar la muestra en estudio.

Las propiedades de los materiales sólidos y líquidos dependen del ordenamiento espacial de los átomos y las fuerzas entre ellos. De allí la importancia de su estudio. Por ello, los países han construido reactores de investigación e instrumentos para haces de neutrones.

En el Centro Nuclear "Racso" de Huarangal se tiene un reactor, pero faltan los instrumentos que permitirían aplicar las técnicas desarrolladas por los físicos galardonados con el premio

Nobel. Se siguen haciendo esfuerzos para adquirir tan valiosos instrumentos y se ofrezca, así, posibilidades de aplicar esas técnicas en beneficio de la industria nacional. Si hasta ahora no se ha logrado recursos para la construcción de estos instrumentos es porque seguramente no logró convencer de su importancia.

Desde hace 10 años vengo explicando que los instrumentos para usar los haces de neutrones atraerían a investigadores de las universidades y de la industria. En realidad, el reactor de Huarangal tiene 6 salidas para tubos de haces de neutrones. A pesar de la importancia del tema, ninguno de estos tubos tiene al final un instrumento para realizar estudios de materiales de la misma naturaleza que los realizados por los galardonados con el premio Nobel de Física 1994.

Cabe señalar que la mayor parte del equipamiento obtenido para el reactor nuclear proviene de la cooperación del Organismo Internacional de Energía Atómica. Sin embargo, como es por todos conocido, la cooperación internacional prioriza temas primarios, que tienen que ver con la supervivencia de los países subdesarrollados.

Para iniciar investigaciones tendientes a un desarrollo tecnológico trascendente a mediano plazo es necesario inversión por parte del Estado. De lograrse esa inversión, el reactor de Huarangal se convertiría en un polo de atracción para científicos e ingenieros interesados en los nuevos materiales. Es bueno recordar que, precisamente, los nuevos materiales reemplazarán las materias primas sin valor agregado.

### **Imágenes médicas con trazadores nucleares**

Suplemento Dominical. Sección: Ciencia. 23 de octubre de 1994

El cuerpo humano es un complejo sistema que, para mantenerse, física y químicamente procesa innumerables sustancias. Cuando algún órgano no funciona bien, o un tejido comienza a crecer anormalmente, se perturba la distribución de esas sustancias en el cuerpo. Hoy en día existen diversas técnicas para observar esas alteraciones. Entre estas técnicas están las basadas en el uso de isótopos radiactivos, que se integran a las sustancias procesadas para luego ser rastreadas, dando lugar a la medicina nuclear.

El uso de isótopos radiactivos en medicina comienza a finales de los años cuarenta. Se descubrió que la imagen radiactiva de un órgano normal tenía características bien definidas. Cuando un tumor, por ejemplo, invade un órgano, da lugar a imágenes diferentes a las normales.

Al principio era difícil rastrear los isótopos en el cuerpo. Con el invento de los escáneres de isótopos, a partir de los años 60, comenzaron a intensificarse las actividades en medicina nuclear. Un barrido isotópico permitía reconstruir la imagen radiactiva interna del cuerpo. En el presente se usa mayormente las llamadas cámaras gamma, compuestas de detectores de gran área sensible y sistema de adquisición automática de datos.

Las cámaras gamma reciben los rayos gamma emitidos por los radioisótopos incorporados a las sustancias procesadas por el cuerpo. La gran área que cubren los detectores permite imágenes de amplias regiones del cuerpo. Las cámaras gammas son fijas. Las imágenes son tomadas de frente, de lado o de espalda.

Con la cámara gamma, gracias a su capacidad de detectar la distribución de las sustancias en función del tiempo, puede estudiarse la dinámica de las sustancias procesadas. Un ejemplo fácil de comprender es el seguimiento de la orina con radioisótopos que baja del riñón a la vejiga. Por otro lado, en poco tiempo, puede obtenerse la imagen radiactiva del cuerpo completo.

En el Perú existen varios centros hospitalarios que cuentan con cámaras gamma y con especialistas en el área. La actividad ha dado lugar a la creación de la Sociedad de Biología y Medicina Nuclear.

Pero, a pesar de sus múltiples aplicaciones en medicina, los radioisótopos no han sido debidamente difundidos en el país. En parte, ello se debe a las posibilidades económicas de los centros hospitalarios y a la falta de conocimiento por la mayoría de los médicos.

Con el funcionamiento de la Planta de Producción de Radioisótopos, del Centro Nuclear "RACSO" de Huarangal, que cuenta con el reactor RP-10 (los radioisótopos son producidos irradiando sustancias en el núcleo del reactor RP-10) el país tiene la oportunidad de recuperar el tiempo perdido en el desarrollo de la medicina nuclear. El equipo de científicos, ingenieros y médicos especializados del Perú, tiene la capacidad suficiente para que la esperanza nuclear de la medicina peruana se convierta en una realidad en beneficio de la salud de la población. {ILUSTRACION}FOTO {DESCRIPCION}Foto 1: Un médico auscultado a un paciente con una gran máquina/Foto 2: Radiografías

## **Emergencias energéticas**

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 Chernobil para echar dudas sobre la seguridad de las centrales nucleares. En realidad, Chernobil 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.

**Ciencia e ingeniería: carreras con futuro**

Suplemento Dominical. Sección: Ciencia. 16 de octubre de 1994

El Perú tendrá posibilidades de desarrollo sólo si forma una masa crítica de científicos e ingenieros y que éstos emprendan los proyectos adecuados de desarrollo. Para ello, desde ahora, debemos contar con jóvenes que inicien carreras en esos campos. En tal sentido, hay que mostrar a la juventud que la ciencia y la ingeniería son atractivas y con futuro. Luego ofrecer un ambiente donde se forjen ciudadanos capaces de sentir, valorar e interpretar el mundo, con sus individualidades y sus interacciones con el universo.

Lo que prende la llama que apasiona a los jóvenes modernos es la competencia a nivel más alto. Para ser campeones mundiales en ingeniería electrónica, en física, química, matemáticas, sistemas, etc., se necesita prepararse en un ambiente donde se viva ya la competencia. Un ambiente donde los jóvenes más capaces sean entrenados para pensar, crear e innovar. Con un intenso entrenamiento, ellos tendrán el mundo a sus pies. Podrán gozar en la aventura del pensamiento y escoger la vida que quieran vivir en cualquier parte del Perú y del mundo. De paso, con la exploración de sus capacidades, los futuros profesionales darán un impulso al desarrollo del país.

Los ingenieros y científicos modernos pueden hoy enfrentar cualquier problema de la industria. Pero no solamente entrando en un sistema industrial ya establecido. La ebullición de su inteligencia con la propulsión de su formación el profesional es capaz de crear empresa, arriesgar y convertirse en un generador de empleo y esperanza para muchos.

Estas potencialidades son hoy multiplicadas por la globalización de la economía y de todos los aspectos del desarrollo de la humanidad. Las comunicaciones electrónicas ponen a los profesionales en contacto con los últimos descubrimientos e invenciones mundiales. Con facilidad se enteran por donde va la tecnología, el comercio, los servicios.

La ciencia e ingeniería, definitivamente, han cambiado todo y en buen sentido. Se tiene la impresión que el mundo se ha empequeñecido o que el hombre es más grande. Cerca están los tiempos que para llegar a la ciudad de Huamanga era necesario dos días de penoso viaje por carretera. Asombra a todos llegar hoy en media hora por avión. Asombran también las comunicaciones por satélite que nos trae la noticia en vivo, directamente desde el lugar de los hechos.

Qué decir de los circuitos electrónicos, del control de la energía nuclear, sus múltiples aplicaciones a las ciencias e ingeniería, de la energía solar con el encantamiento que lleva a peruanos, hijos del sol.

Qué decir del descubrimiento de las sutilezas de la naturaleza que crean un ambiente delicado donde el hombre debe vivir preservándolo, para lo cual se prepara en ciencias e ingenierías especializadas.

Esa riqueza intelectual, sobre la que reposa las esperanzas del país, está en el campus universitario. En tal sentido, la Universidad Nacional de Ingeniería, desde su creación, se ha convertido en la forjadora de la élite intelectual en ciencias e ingeniería. Los exámenes

de admisión que son una verdadera competencia de neuronas permiten la selección de los mejores cerebros del país con gusto por las ciencias e ingeniería.

No podemos olvidar que por acción de una tempestad huracanada, generada por la insensatez, se logró hacer tambalear esa embarcación que lleva al país por los mares del progreso científico y tecnológico. Pero hoy, tomando conciencia de su rol histórico, la UNI ha vuelto a poner sus motores plenamente en la dirección del progreso. Ha creado empresas, organiza sus fuerzas al servicio de los diversos sectores productivos y de servicios, investiga. Todo ello hace interesante una visita a la Universidad de Ingeniería, la que presenta una nueva imagen.

### **Don Mario y las ciencias**

Opinión Nacional, 10 de octubre de 1994

La personalidad de don Mario Samamé Boggio tiene una serie de características que merecen ser resaltadas, como ejemplo para la juventud, los profesionales y los gobernantes. En particular me refiero a las relaciones con su visión de la educación, la ciencia y la tecnología.

Cuando el Ing. Mario Samamé fue rector de la Universidad Nacional de Ingeniería en los 60, llamaba a muchos la atención verlo compartiendo con los alumnos las mesas del comedor universitario, en el sótano del pabellón central de la UNI. En realidad, estaba haciendo docencia como verdadero maestro, intercambiando ideas y transmitiendo su amplia experiencia a los alumnos.

Fue ingeniero minero y luego estudió matemáticas, disciplina que impulsó con los mejores cerebros de su época. Fundó, con el Dr. José Tola Pasquel, el Instituto Matemático de la UNI (Imuni), en el que logró crearse un ambiente científico de primer orden internacional.

Durante su mandato creó la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, invitando a ilustres científicos para conformar su plana docente y de investigadores. Convocó a varios de los que entonces se encontraban en el extranjero. Impulsó las ciencias en la UNI, caracterizada hasta entonces sólo por las carreras de ingeniería.

Con el Ing. Mario Samamé Boggio, la Facultad de Ciencias adquirió prestigio internacional, recibiendo a los mejores alumnos de la Universidad. Le otorgó un presupuesto y canalizó la cooperación internacional para impulsarla.

Para dar fuerza al proyecto, el rector Samamé Boggio invitó a brillantes científicos del mundo para ofrecer conferencias. Entre los más célebres visitantes de la UNI, cabe mencionar al físico Robert Oppenheimer, director científico del famoso proyecto Manhattan que llevaría a la construcción de la bomba atómica.

Al dejar el rectorado de la UNI, no vaciló en aceptar el cargo de Decano de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, lo que muchos considerarían como "bajar al llano".

Samamé se había propuesto promover las ciencias, invitando a varios científicos internacionales para apoyar estos esfuerzos. A los investigadores que entraron a la Facultad de Ciencias les otorgó el mayor nivel que era posible, mostrando que cuando se tiene planes de desarrollo se otorgan los medios necesarios.

Para los alumnos de la Facultad de Ciencias, era un lujo y un formidable incentivo tener como decano a tan brillante personalidad.

La vida del Ing. Mario Samamé siempre estuvo al servicio de la ciencia y la tecnología, las que siguió promoviendo como ministro de Energía y Minas. Siempre estuvo atento a la convocatoria de los jóvenes que se organizaban para crear ciencia científica y tecnológica en el país.

Por ejemplo, la Sociedad Peruana de Ciencia y Tecnología (Sopecyt) fue honrada por don Mario -como lo llamaban sus alumnos y amigos- al tomar juramento de su primer Consejo Directivo, compuesto por jóvenes cuyo único objetivo era y sigue siendo poner a la investigación científica y tecnológica al servicio del país.

Ya cuando sus fuerzas físicas no eran las de antes, tampoco tuvo impedimentos para ir al Colegio de Ingeniero del Perú (CIP) para tomar juramento de sus directivos.

Para los científicos como para los ingenieros, la vida de don Mario Samamé Boggio se ha constituido en un faro. Su amor al trabajo, al país y su facilidad para borrar toda barrera entre generaciones han logrado que se comprenda su mensaje a cabalidad.

Sólo queda convocar a científicos e ingenieros, donde se encuentren -laboratorios, curules parlamentarios o sillones presidenciales- para tomar acciones en la misma dirección que deseaba don Mario: el progreso, apoyado en la ciencia; la tecnología y el trabajo intenso e indismayable.

### **Microcomputadoras: la revolución permanente**

Suplemento Dominical. Sección: Ciencia. 2 de octubre de 1994

En 1950, la máquina UNIVAC 1, compuesta de tubos de vacío que llenaban una habitación, daba inicio a la permanente revolución en la construcción de computadoras. Hoy en día, la más pequeña de las microcomputadoras tiene mayor potencia de computación que la UNIVAC 1.

Los tubos de vacío son dispositivos que tienen una lógica biestable: un estado es cuando pasa la corriente y el otro cuando no pasa. A fines de los cincuenta, el tubo de vacío fue reemplazado por el transistor, una pequeña porción de silicio convenientemente dopado con una impureza.

Los conceptos básicos para el diseño de computadoras fueron desarrollados en 1833 por Charles Babbage, quien usó las potencialidades de un lenguaje en un sistema binario, es

decir que aceptaba sólo dos estados estables, con la posibilidad de intercambiarse por acciones externas.

A pesar de que los conceptos sobre los que se basa la construcción de computadoras, éstas se han desarrollado gracias al avance de la física del estado sólido. Las nuevas tecnologías electrónicas han originado la caída de los costos a tal punto que hoy, la computadora -cada día más pequeña, con mayor capacidad y más rápida- está al alcance de un gran sector de la población.

En 1960, los precios de las computadoras eran suficientemente bajos como para usar para propósitos múltiples. En 1965 la computadora PDP-8, la que costaba 50,000 dólares, comenzó a usarse en los laboratorios y las plantas de producción en cadena, dando lugar a la industria de la minicomputadora.

Luego nace la microcomputadora con la que se puede controlar procesos como una máquina de lavar o un horno. El precio de esta máquina es tan bajo que se ha convertido en un componente más del mercado masivo.

Las proyecciones realizadas en varios países indican que la utilización de la computadora seguirá intensificándose. Esta realidad ha generado la creación de empresas ensambladoras de computadoras, cuyos componentes los adquieren de las empresas internacionales.

En 1989, en el Perú había 32 empresas. Actualmente hay 160 microempresas legalmente constituidas, sin contar con las ensambladoras informales.

El avance de la tecnología de las microcomputadoras ha sido muy rápido en estos años. Al mismo tiempo, la expansión del mercado ha creado demanda de capacitación de personal técnico y profesional. En consecuencia, universidades e institutos tecnológicos ofrecen cursos especializados en ensamblaje. Ello ha generado una competencia por la búsqueda de información, la que evidentemente viene de las grandes empresas multinacionales de microcomputadoras.

Al principio, la guerra de las ensambladoras peruanas se daba a nivel de precios. Hoy en día, con el enriquecimiento del mercado está iniciándose el proceso de selección especializada y profundo conocimiento tecnológico de los competidores.

Paralelamente al ensamblaje de microcomputadoras, los ingenieros y científicos peruanos comienzan a diseñar microcircuitos con fines específicos, introduciéndose entonces en temas fundamentales de la tecnología de las microcomputadoras.

Podríamos afirmar, entonces, que la interacción entre los profesionales del ensamblaje, el diseño de microcircuitos y el automatismo y el control, está dando lugar a un ambiente de efervescencia tecnológica cuyas proyecciones justifican el optimismo.

## **Realidades educativas**

Opinión Nacional, 3 de octubre de 1994

En el espacio de una semana, inesperadamente, una violenta avalancha cayó sobre las frágiles bases que sostenían el optimismo de aquellos que, deslumbrados por la propaganda, empezaban a ver la salida del abismo en que se encuentra la realidad educativa del país.

Recientemente participé en un programa televisivo sobre niños y jóvenes talentosos. Se mostró, descarnadamente, la desoladora realidad por la que pasan los más brillantes alumnos de la Universidad peruana. Los jóvenes que se presentaron pusieron en evidencia la falta de apoyo para dedicarse a los estudios y el asesoramiento inadecuado por parte de sus profesores para optimizar el proceso de su formación.

Pero lo que sobrepasó lo imaginable fue que el estudiante Wilfredo Ruiz, quien había ingresado a la Universidad Nacional de Ingeniería y a la Pontificia Universidad Católica del Perú -a esta última, con la mejor nota de toda su historia- después de dos días del programa muera de la enfermedad sinónimo de pobreza y abandono: la tuberculosis. ¿Qué está pasando en nuestro país para dejar morir a la élite intelectual? En cualquier país medianamente desarrollado, sólo por ser brillante, este joven habría gozado de las mejores comodidades para seguir sus estudios. Coincidentemente, el rector de la Universidad San Cristóbal de Huamanga, Ing. Pedro Villena, invitó a Wilfredo Ruiz para participar en el II Encuentro Nacional de los Mejores Estudiantes de la Universidad Peruana, que se llevó a cabo en Ayacucho y que tomó el nombre de Wilfredo Ruiz.

La irremediable ausencia de Wilfredo Ruiz en el mencionado certamen fue la inocultable prueba de que las cosas en Educación no van por buen camino, que empeoran día a día. Sobran argumentos y discursos. Como si no fuera suficiente, al encuentro de los mejores estudiantes sólo participaron 12 de la cincuentena de universidades existentes en el país. La mayoría no pudo asistir por falta de apoyo de sus autoridades. ¿Cómo es que los rectores pueden reclamar mejores condiciones remunerativas cuando al mismo tiempo se olvidan de premiar a sus mejores estudiantes, enviándolos a un encuentro con sus colegas de todo el país? El Ing. Pedro Villena tiene razón cuando señala que en el Perú se apoya a los mejores deportistas al mismo tiempo que se olvida a los mejores estudiantes. ¿Por qué? La pregunta va en el mismo sentido que otras como ¿por qué seguimos pobres? y ¿por qué la tuberculosis rebrota en nuestro país? Entre las conclusiones a las que llegaron los participantes al mencionado encuentro se tiene el reconocimiento de que la investigación es la base de la universidad. Al mismo tiempo, manifestaron no contar con asesoramiento de los profesores para realizar investigación.

Para completar con el sombrío panorama, ante la pregunta de una periodista sobre por qué existe una diferencia abismal entre las remuneraciones de los magistrados y los docentes universitarios -que debería estar a la par, según la ley- el ministro de Educación respondió que es una cuestión de limitaciones de caja. Parecería lógico que si no hay dinero y dos grupos deben tener las mismas condiciones, ambos tendrían que recibir poco. La verdad de todo es lo de siempre, la Educación no es prioritaria para este Gobierno.

En conclusión, podríamos decir que un Gobierno que económicamente trata a sus profesores universitarios peor que los conserjes del Congreso, con sueldos insignificantes

en comparación al que reciben los congresistas, y que no cuenta con sistemas que impidan la muerte de los mejores estudiantes universitarios, simplemente es un Gobierno que tiene valores que no se centran en una comprensible visión y una estrategia de desarrollo. Las construcciones y las computadoras repartidas semanalmente por el Gobierno no pueden ocultar la cruda realidad con la que el país entrará al siglo XXI.

### **Tecnologías avanzadas: control y supervisión total**

Suplemento Dominical. Sección: Ciencia. 27 de noviembre de 199

El conocimiento se ha convertido en la más poderosa arma para la competencia tecnológico-comercial en la economía globalizada. Los científicos e ingenieros de empresas multinacionales trabajan intensamente para generar productos en óptimos procesos industriales, con "cero defectos", en el marco de la imprescindible calidad total. Las empresas peruanas, ante la apertura de fronteras comerciales, no tienen posibilidad de supervivencia si no usan las mejores herramientas para generar sus productos.

La más urgente de las tecnologías necesarias para los procesos de laboratorios y plantas se refiere a la supervisión y control por computadora, usando paquetes de software competitivos, entre los cuales tenemos al LabWindows.

No se trata necesariamente de reemplazar instrumentos, equipos o maquinarias, sino de añadirle conocimiento a través del software especializado y de un trabajo de interface. El software facilita la programación de la supervisión y control automáticos de los procesos, haciendo posible la interface máquina hombre.

Todo tipo de operaciones de supervisión, obtención automática de medidas y presentación en tablas y gráficos, así como las operaciones correctivas, son realizadas por computadora con programas que se facilitan como software que cuentan con una serie de paquetes ejecutables.

Como un apoyo insustituible se tienen programas de simulación de procesos, los que permiten planificar sin necesidad de construir costosas plantas pilotos.

Los laboratorios y plantas con control y supervisión automáticos ahorran tiempo y dinero. Las plantas y laboratorios peruanos se comienzan a equipar con estos sistemas modernos. Un cinco por ciento de empresas en el país ya cuentan con estos sistemas. En Japón este porcentaje se acerca al cien por ciento y en los países industrializados se está avanzando muy rápidamente en este campo.

En nuestro país algunos centros de investigación, como el Centro Nuclear "RACSO" de Huarangal, gracias a la cooperación internacional, cuentan con profesionales altamente calificados en el tema del control y supervisión por computadora. Estos profesionales, que mantienen permanente contacto con empresas extranjeras, poseen el conocimiento actualizado, dispuesto a ser transferido a las empresas modernas.

A puertas del siglo XXI, con empresas deseosas de invadir el mercado peruano, el país tiene que ponerse a la altura del desafío. No tenemos desventajas, contamos con los recursos humanos y tenemos acceso al software moderno. Sólo nos queda decidimos. Afortunadamente, varias empresas y laboratorios ya lo están haciendo.

### **Empresa-Universidad: ciencia, tecnología y desarrollo**

Suplemento Dominical. Sección: Ciencia. 20 de noviembre de 1994

En la confrontación tecnológico-comercial globalizada, los países industrializados han puesto especial énfasis en la relación de la investigación científica y tecnológica con los procesos productivos. En América Latina, varios países comienzan a diseñar mecanismos para fomentar el crecimiento de las pequeñas y medianas empresas, incentivando la creatividad e innovación.

En Brasil, Argentina, México, Colombia y Venezuela, para promover la innovación, se acude al financiamiento en innovación tecnológica y a la capacitación permanente de personal. Asimismo se observa la creación de centros de ciencia y tecnología por los gremios empresariales, con apoyo de universidades y otros centros de investigación.

La apertura de las fronteras comerciales, con la importación masiva de productos, ha creado la necesidad de impulsar el desarrollo tecnológico.

Por otro lado, se ha creado mecanismos de cooperación internacional, como el proyecto Iberoeka con España, y el Programa Bolívar con el auspicio del BID.

Cabe resaltar el tema de los recursos humanos, sin los cuales no hay ninguna posibilidad de desarrollo. Los altos niveles profesionales y técnicos, con capacidad para aprender continuamente y adaptarse al cambio permanente del ambiente tecnológico y comercial, son buscados por todos los medios disponibles. Ello porque se reconoce que la competencia internacional se da en ese campo, en el nivel de sus profesionales y técnicos.

En el Perú, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONCYTEC, está propiciando el acercamiento entre las empresas, las universidades y los centros de investigación. Para ese propósito se ha creado el Grupo de Desarrollo Tecnológico Empresarial para la Competitividad (DETEC), teniendo como principales animadores actualmente a Mariano Cucho, del CONCYTEC, Alberto Wurst, de UNITEC-UNI y Eduardo Ismodes, de la Universidad Católica. DETEC está conformado por los gremios empresariales, tales como CONFIEP, SNI, IPAE, CAPECO, APEMIPE, entre otros, y de las universidades UNI, PUC, U. de Lima, Agraria, UNMSM y centros de investigación, como el IPEN, IMARPE, ITP, entre otros. En este esfuerzo se deberá aprovechar la experiencia adquirida por otros países latinoamericanos, cuyas realidades, por razones históricas, son similares a las nuestras.

En realidad, estamos en un entorno internacional que debe inducirnos a la creación de asociaciones multinacionales en el campo de la ciencia y la tecnología. La creación de la

Comunidad Europea o el reciente convenio de libre comercio entre Canadá, E.E.U.U. y México, son sólo algunos ejemplos de las grandes alianzas tecnológico-comerciales entre los países. Es claro que si no iniciamos en forma seria y decidida un proceso de integración científica y tecnológica en la América Latina, nuestras posibilidades de desarrollo disminuyen drásticamente.

Por ello, un intercambio de experiencias en desarrollo tecnológico integrando empresa, universidad y centros de investigación, apuntando a futuros programas de colaboración entre países latinoamericanos es impostergable.

Los gremios empresariales de la industria pequeña, mediana y grande, las universidades, los centros de investigación y las entidades financieras tienen la responsabilidad de buscar las vías más adecuadas de colaboración.

La innovación tecnológica, la demanda empresarial de tecnología, los mecanismos de vinculación entre el mundo académico y la empresa, los mecanismos de financiamiento para esa vinculación, entre otros, son temas que merecen un urgente análisis.

Los investigadores sobre desarrollo en el mundo están produciendo una avalancha de teorías sobre el tema de la competitividad. Se habla de calidad total, reingeniería, ingeniería recurrente, entre otros términos. Sin embargo, el tema permanente es el del conocimiento. En tal sentido, el rol de las universidades y los centros de investigación son fundamentales en este proceso.

En ese marco, el proyecto de Monitoreo de Nuevas Tecnologías de la Comisión Europea, Universidad Simón Bolívar-Bolivia, está participando con la finalidad de conocer las experiencias más recientes en el tema de vínculo empresa-universidad en la Región Andina.

## **La vía biotecnológica**

Opinión Nacional, 23 de noviembre de 1994

Desde hace unos 15 años, para los países subdesarrollados, aparece una alternativa seria para dejar la pobreza: la biotecnología. Esta disciplina -cultivada desde tiempos remotos- gracias a la Ingeniería Genética, ha adquirido una potencialidad asombrosa.

En América Latina, Cuba es uno de los países que han logrado una espectacular posición en el campo de las biotecnologías, especialmente relacionadas con la medicina. En los laboratorios de ese país se encuentran hoy investigadores de todo el mundo, con el propósito de entrar en lo último de la disciplina.

Las biotecnologías están entrando con fuerza en el campo agrícola. La Ingeniería Genética ha dado lugar a las plantas transgénicas resistentes a virus, bacterias, hongos, insectos, gusanos, etc.

Las plantas transgénicas se producen introduciendo en sus células los genes de otra planta o de una bacteria apropiada. Para ello se realiza una fusión de células, lo que permite la mezcla de los genes en el núcleo de la nueva célula que dará origen a la planta transgénica.

En 1986, la empresa belga Genetic Systems descubrió que ciertos genes de la bacteria *Bacillus thuringiensis* genera en las plantas toxinas contra los insectos parásitos. Los vegetales transgénicos pueden convertirse en resistentes a los herbicidas o su polen perder su fertilidad.

Se puede enriquecer las plantas con un componente útil o disminuir alguno en frutos de gran consumo. También se logra cambiar el color de las flores. Las plantas transgénicas pueden ser asimismo resistentes al frío, a la sequía, a suelos con alta salinidad, o cargados de metales pesados. Asimismo, se logran plantas capaces de captar el nitrógeno atmosférico o incluso que produzcan compuestos farmacéuticos (La Recherche 270, noviembre 1994).

Sobre Ingeniería Genética aplicada al mejoramiento de vegetales, el Perú cuenta con especialistas con experiencia internacional. Entre ellos podemos mencionar al doctor Francisco Javier Zapata, recientemente nombrado jefe de la Unidad de Mejoramiento de Plantas del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) de Viena.

Este investigador montó un laboratorio importante en un Centro Internacional de Filipinas y luego trabajó en el Centro de Energía Nuclear para la Agricultura en Sao Paulo. En Sao Paulo, el doctor Zapata investigó el caso del arroz. El problema es mejorar su productividad con técnicas de Ingeniería Genética, debido a que las actividades convencionales no logran pasar límites de productividad. El doctor Zapata fue el primero en Latinoamérica en hacer cultivo de proto plantas. Se trataba de lograr arroz resistente a ciertas enfermedades como el hongo *Pyricularia*. Para ellos se inserta genes resistentes a ese hongo o a hongos similares. Con las nuevas biotecnologías se espera vencer los límites de las técnicas convencionales. Entre las técnicas de la biotecnología se tiene el rescate de embriones, cultivos de anteras, fusión de proto plantas, transformación genética mediante la inserción de genes extraños.

Desafortunadamente, el doctor Zapata, años atrás, no recibió en el país el apoyo necesario para montar un laboratorio en el tema de mejoramiento de vegetales. Después de trabajar en diversos lugares, el doctor Zapata tiene una responsabilidad internacional en un laboratorio del OIEA. En una reunión con investigadores peruanos, recientemente llevada a cabo en el Centro de Preparación para la Ciencia y la Tecnología (CEPRECYT), ha manifestado la voluntad de colaborar con la formación de un grupo de investigadores en el tema de mejoramiento genético de vegetales.

Vemos pues, que como en todos los campos de la ciencia y la tecnología, peruanos con amplia experiencia y prestigio internacional están en el extranjero. Sólo nos queda organizarnos para canalizar adecuadamente la colaboración de nuestros compatriotas en su forzado exilio.

**Antropología y desarrollo: el hombre y la calidad**

Suplemento Dominical. Sección: Ciencia. 13 de noviembre de 1994

Hoy en día han surgido diversos términos que tienen que ver con el desarrollo tecnológico y comercial de los países. Entre ellos puede mencionarse la reingeniería, la ingeniería concurrente y la calidad total. En las aplicaciones de estos conceptos en nuestro medio a menudo se olvida el origen y la razón del desarrollo: el hombre. Robert Hidalgo, uno de los pioneros en el Perú en el tema de calidad total (Total Quality Management), hace notar que, en la mayoría de los casos, se toma al hombre con un factor más en las empresas y los negocios. Esto, dice Hidalgo, disminuye o elimina la potencialidad de los cambios que se quieran imprimir a las empresas.

La ciencia trata de conocer la naturaleza, y la tecnología utiliza los conocimientos para elevar la calidad de vida del ser humano. Siendo el ser humano el que hace ciencia y al mismo tiempo el que se beneficia del progreso, es primordial conocer su naturaleza para crear sistemas que permitan el desarrollo pleno.

Como el hombre está desde el principio hasta el fin en todos los procesos generados en la sociedad, la calidad total de estos procesos se fundamenta en la calidad del hombre, la que comprende todos los aspectos del ser humano, los que son innumerables y vastos. Podríamos decir que la calidad total y el hombre total están ligados por un cordón umbilical abstracto, pero de consecuencias concretas que se manifiestan en el bienestar de la humanidad.

Es claro que el término calidad tiene una innegable base cultural, sobre la que se establece la estructura intelectual construida con la educación y la instrucción.

En el actual período de la historia se ha generado una confrontación tecnológica y comercial entre países, lo que se manifiesta como una competencia entre hombres. Los ganadores son indudablemente aquellos que tienen una cultura sólida, los que han tenido un intenso entrenamiento para lograr una manera de ser. Eso le permitiría crear y hacer mejor las cosas.

Analizando el tema del empleo en E.E.U.U., Peter Drucker plantea (The Aspen Institute Quarterly, 1994) la necesidad de un aprendizaje continuo, perpetuo. Tomando como ejemplo Japón, Drucker recuerda la lección de "aprender a aprender", es decir, la disciplina de aprender y el proceso de aprender. Estos pueden ser más importantes que las materias y el programa de estudios.

Según Hidalgo, el éxito de una empresa ya no depende de las máquinas, sino de la capacidad de sus hombres para pensar y aprender cosas siempre nuevas, que a su vez permitan a la empresa crear y desarrollar productos o servicios de calidad o excelentes para sus consumidores. En consecuencia, la calidad total tiene una finalidad antropológica y necesita una filosofía.

Es conocida la frase despectiva "los peruanos no funcionan". Esta no debe ser motivo de pesimismo, sino de cuestionamiento de los valores culturales con los que carga nuestro

cerebro. Es innegable que algunos de estos valores tendrían que cultivarse, mientras que otros deberán ser desterrados. Robert Hidalgo propone replantear la educación en general y tomar una decisión de cambiar la estructura mental de los hombres en la empresa, comenzando por sus dirigentes y, luego, proyectando este cambio a la sociedad peruana.

## **Universidad, institutos y empresa**

Opinión Nacional, 16 de noviembre de 1994

En el mundo entero está surgiendo interés por la relación entre la empresa, los institutos, la universidad y el Estado. En el Perú, esta relación se está empezando a cultivar, lo que debe incentivarse para aumentar las posibilidades de desarrollo nacional.

En Estados Unidos, país que está recuperando terreno en la competencia tecnológico-comercial, se realizó una encuesta entre 1000 ejecutivos, para escoger las mejores ciudades de E.E.U.U. para sus empresas. En primer lugar quedó el área metropolitana de Raleigh/Durham (Carolina del Norte). ¿Por qué esta selección? La razón es que allí se encuentran tres universidades dedicadas a la investigación, con 34,000 científicos investigadores en temas de punta, y las relaciones entre la universidad, la Empresa y el Gobierno estatal son óptimas.

En el Perú, los institutos de investigación científica y tecnológica tienen una historia que muestra con gran claridad la evolución de la política, dependiente de los sucesivos gobiernos del país. En el transcurso de esa historia, en forma independiente de la política, se han creado condiciones que obligan a replantear el tema.

Uno de los más antiguos centros de investigación es el Instituto Geofísico del Perú, que fue fundado e impulsado por el Ingeniero Alberto Giesecke. La suerte del IGP, como suele decir el renombrado científico, fue de encontrar condiciones excepcionales, únicas, para su desarrollo. Se trata de la dirección horizontal que toma el campo magnético en Lima, que permite una serie de investigaciones al respecto. Estas condiciones hicieron que universidades extranjeras prestaran atención y otorgaran recursos para realizar investigaciones. Otro instituto favorecido fue el IPEN, el que tuvo el apoyo del Gobierno militar. Este Gobierno, preocupado por el impulso nuclear que tomaba Chile, creyó ver un cierto riesgo militar si el Perú no iniciaba un programa adecuado.

Estos institutos como otros nacieron aislados de la Universidad. Hasta ahora siguen formalmente en esa situación. Sin embargo, con el tiempo, los investigadores -sobre todo los más jóvenes- de los institutos fueron ingresando como docentes a las universidades, estableciéndose un nexo real, aunque no planificado, entre los institutos y la Universidad. Hoy en día, los investigadores de los institutos son a la vez profesores universitarios y de institutos tecnológicos superiores. Estos investigadores llevan sus alumnos a los laboratorios de los institutos para realizar prácticas de cursos regulares o como practicantes pre-profesionales. Algunas veces los alumnos ingresan como tesisistas en los laboratorios de los institutos.

Ello genera una colaboración natural entre institutos y universidad, la que se concreta en algunos casos en proyectos de colaboración inter-institucional con apoyo de organismos internacionales.

Esta situación de los investigadores, de pertenencia al binomio universidad-instituto, constituye un modelo a ser aplicado a otro binomio de trascendencia tecnológico-comercial, conformado por la universidad y la empresa. De esa forma, las empresas podrían contar con profesores universitarios, los que constituirían un canal para captar a los mejores estudiantes, después de sus prácticas pre profesionales y de sus trabajos de tesis.

Además de lo que acabamos de mencionar, es necesario recordar que los organismos de colaboración internacional están priorizando proyectos con beneficiarios inmediatos, los que se materializan a través de la empresa.

Esta forma de fortalecer la relación entre la Universidad y la Empresa, favorecería la posibilidad de realizar investigación científica y tecnológica en la universidad, en relación con las necesidades de la empresa, lo que sería positivo en el sentido de la competitividad empresarial y el rol de la Universidad en la Sociedad.

### **Educación para el cambio**

Opinión Nacional, 11 de noviembre de 1994

La globalización de la economía ha convertido el mundo en un terreno de competencia tecnológico-comercial entre países, donde los perdedores quedan condenados a la pobreza, la que algunas veces alcanza niveles infrahumanos. Los ganadores, en cambio, gozan de elevados niveles de vida y de influencia política y cultural en el resto del mundo. En esa realidad los países se preparan para una verdadera confrontación internacional, la que se da en el campo del conocimiento.

El tema inquieta a todos. Varias instituciones internacionales se dedican a estudiar las consecuencias de esta dinámica. Se han generado varios informes especiales al respecto. En la revista *Business Week*, por ejemplo, en el número especial por su 65 aniversario, se explica la actual naturaleza cambiante de los puestos de trabajo en los Estados Unidos.

De acuerdo a las proyecciones, seguirán aumentando las necesidades de profesionales, de niveles gerenciales, técnicos y los servicios altamente calificados. En cambio, los puestos de trabajo de baja calificación disminuirán progresivamente. Por otro lado, aumentará también el porcentaje de empleos a tiempo parcial y los trabajos independientes.

El crecimiento de las ocupaciones profesionales y técnicas demandarán mayor nivel formativo y un replanteamiento de los sistemas educativos. Terminaron las profesiones estáticas, puesto que las características del trabajo evolucionan tan rápido que el aprendizaje y el entrenamiento es la clave de la supervivencia.

En tan inestable sistema, los niños y jóvenes de hoy deben prepararse para un constante aprendizaje y una intensa y sofisticada formación técnica o profesional. Los jóvenes tendrán más dificultades para lograr un empleo o para mantenerlo. Tendrán que estar dispuestos a la adaptación, a la independencia, o simplemente dispuestos a lanzarse por su cuenta al mundo empresarial.

E.E.U.U. ha tenido que reinventarse a sí mismo para recuperar terreno en la competencia tecnológico comercial, escogiendo algunos campos tecnológicos, especialmente el de los semiconductores. Las empresas Compaq Computer Corp., Intel y Electronic Data System, han comenzado a dominar el mercado de los "chips". Esta recuperación ha sido posible gracias a una verdadera liberación de antiguos métodos y a una mayor participación de profesionales altamente calificados, así como a una profunda investigación científica y tecnológica.

La voluntad de innovación norteamericana se hace evidente frente a los europeos. El número de patentes en el campo de microelectrónica, la biotecnología y la tecnología médica crece año a año en E.E.U.U., mientras que Europa se ha estancado. Como resultado, el mercado europeo está invadido por productos norteamericanos.

"Los vientos de cambio soplan en todas partes", se lee en grandes caracteres en la revista Business Week. Y es cierto. En Perú, con sus millones de desempleados y subempleados, se respira ansiedad y preocupación ante el panorama de recrudescimiento de la competencia internacional y ante la falta de exportaciones importantes.

Entre las razones de mayor preocupación por el panorama sombrío está la situación del sistema educativo, el que presenta enormes debilidades. Por ello, hoy debemos priorizar la formación de maestros, los que, a su vez, deben tener acceso a una capacitación permanente.

Otro tema crítico es falta de comprensión de la importancia de la investigación científica y tecnológica. Esta incomprensión es real, sobre todo entre los empresarios, lo que agrava el problema.

Sin embargo, no todo es oscuro. Existen algunos sectores que ya comienzan a realizar actividades promotoras de la innovación. Los medios de comunicación difunden esa tendencia. Falta una intensificación de estos esfuerzos y, sobre todo, una coordinación nacional para lograr resultados significativos para el futuro de la Nación.

### **Feria de Ciencia y Tecnología: escolares investigadores**

Suplemento Dominical. Sección: Ciencia. 6 de noviembre de 1994

Aprender a investigar y crear constituye algo muy valioso que uno puede recibir de la escuela. Como parte del proceso educativo, debemos resaltar ese aspecto de la educación. En tal sentido, la Feria Escolar Nacional de Ciencia y Tecnología, organizada por el

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONCYTEC, valoriza la creatividad, indispensable para salir del subdesarrollo.

En cada centro educativo, con el asesoramiento de profesores y, algunas veces, con apoyo de los padres, los escolares realizaron esfuerzos por lograr el más original e impactante proyecto, para luego ser presentado a la Feria.

La selección del tema, la constitución del equipo de trabajo, la recopilación de información, la elaboración de un producto, su optimización y luego la presentación ante el público, constituyen elementos formadores irremplazables.

La competencia ante un jurado confundido entre el público agudizó en los concursantes la necesidad de "vender" su proyecto, tal como será más tarde en la vida real, en un mercado cada vez más exigente.

La Feria Escolar de Ciencia y Tecnología tiene un mérito movilizador en los centros educativos. La competencia ya no será sólo en el campo del deporte, como se ha acostumbrado tanto el país, sino en un dominio de mayor trascendencia para el desarrollo. La selección se dio en varios niveles. Primero fue en cada centro educativo, luego en los de órganos de ejecución desconcentrados; después a nivel departamental; y finalmente toma carácter regional. Todo ello se culmina con una Muestra Nacional de ganadores departamentales.

La Feria nos permitió, de paso, evaluar el desarrollo de la educación científica y tecnológica. Lo que debe servir de base para establecer una política de incentivos a la creatividad y a la formación permanente de los profesores.

En el mundo desarrollado, las ferias de ciencia son apoyadas por los diversos organismos públicos y privados, y alcanzan resonancia en los medios de comunicación. De allí han salido inventores y científicos de renombre, incluso galardonados con el premio Nóbel.

En el Perú estamos ante la IV Feria Escolar Nacional de Ciencia y Tecnología. Se ha logrado resonancia y aceptación entre la colectividad, y de esa forma ha aumentado el interés de los participantes alumnos y profesores.

Para el próximo año se espera mayor apoyo de las empresas privadas, las que deberían "apadrinar" los equipos de trabajo en los centros educativos de su distrito. Con ello se lograría elementos de mayor componente tecnológico elevando el nivel de la competencia. De esa forma, tendríamos equipos capaces de participar con probabilidades de éxito en ferias internacionales. Así, el Perú se estaría preparando para exportar su tecnología.

## **Recetario económico mundial**

Opinión Nacional, 4 de noviembre de 1994

Con relación a la situación económica de Argentina, el Banco Mundial publicó en 1983, el informe titulado "De la Insolvencia al Crecimiento". Entre las recomendaciones del documento podemos reconocer varias medidas tratadas de introducir luego en el Perú. Ello nos lleva a preguntarnos si, en el marco de una visión globalizante, las políticas de desarrollo son independientes de los países. En esta nota nos referimos a las recomendaciones que conciernen a la ciencia, la tecnología y la educación.

La drástica reducción del empleo público y la privatización de las empresas públicas son las recomendaciones más notorias del mencionado informe. Ello, como se sabe, se orienta a reducir el rol del Estado en la economía.

Una sorprendente recomendación es la privatización del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), debido a que "las actividades de investigación y desarrollo podrían ser llevadas a cabo por las universidades públicas y privadas". El Gobierno podría apoyar estas actividades a través de programas específicos, financiados de acuerdo a su jurisdicción ministerial, sobre la base de su necesidad inmediata y sus requerimientos económicos.

Con respecto a la Comisión de Energía Atómica (CNEA), el informe del Banco Mundial sugiere su reestructuración en unidades comerciales y de investigación para ser posteriormente privatizadas.

En las universidades, la eliminación de la gratuidad de la enseñanza es sugerida sobre la base de las posibilidades económicas de un sector de la población estudiantil. Reconociendo el deterioro de la educación pública, se propone subsidios para estudiantes en forma individual, reemplazando a los subsidios para instituciones.

En cuanto al sistema escolar, el Banco Mundial sugiere compra de libros para reemplazar los viejos y obsoletos, así como la rehabilitación de edificios escolares.

Con el correr del tiempo, el Banco Mundial se ha convertido en el guía de los gobiernos ávidos de consejos y de recursos financieros. Así, cuando uno visita cualquier país de América Latina, se sufre la sensación que tenemos todos un mismo gobernante. Se puede constatar que el Gobierno peruano, con diversa suerte, sigue también las sugerencias del Banco Mundial. Los institutos de investigación han sido reducidos a su mínima expresión. Sus laboratorios, en parte, han sido transferidos a las universidades públicas y privadas. En la mayoría de los casos, esta medida ha significado el término de las actividades de investigación. Ello se debe a que, contrario a lo que pasa en Argentina, la investigación universitaria en el Perú es prácticamente inexistente.

Por otro lado, en las universidades peruanas se ha sellado definitivamente la separación social. Los numerosos estudiantes con escasos recursos económicos deben pasar exámenes altamente selectivos para ingresar a pauperizadas universidades públicas. Los ricos ingresan a universidades privadas sin gran dificultad. En este campo, durante este gobierno se ha producido un cambio significativo. Lo que sí se ha sentido es una permanente espera de la anunciada nueva Ley Universitaria cuya naturaleza probablemente siga las recomendaciones del Banco Mundial.

Como vemos, parece no haber lugar para la creatividad política. Sin embargo, debería preocupar el hecho de que las potencias industriales, con mayor libertad para decidir su política, siguen direcciones diferentes a las nuestras.

Cabe mencionar que México -país que con E.E.U.U. y Canadá ha establecido un acuerdo de libre comercio- ha fortalecido su apoyo a la ciencia y la tecnología preparándose, de esa forma, para dejar el mundo subdesarrollado. En el Perú, estas actividades, a pesar de su vital importancia para el futuro del país, no entran en el debate político, el que se convierte en tradicional e intrascendente.

### **Calidad total: la producción perfecta**

Suplemento Dominical. Sección: Ciencia. 29 de mayo de 1994.

Después de la Segunda Guerra Mundial, Japón, a partir de sus escombros, decidió producir lo mejor con lo poco que tenía. Los japoneses miraron a su alrededor y en base a metódico trabajo comenzaron a conquistar el mundo a través del comercio tecnológico, desplazando rápidamente a las antiguas potencias. Así comenzó la nueva tecnología llamada calidad total.

Entre los conceptos que antecedieron a la tecnología de la calidad total tenemos el control de calidad y el control estadístico de la calidad. Pero la magnitud de la producción hacía insuficientes y antieconómico el proceso productivo con esas técnicas que se convirtieron en una minúscula parte de lo que hoy es el control total de la calidad, más conocido como calidad total.

A partir de 1980, el investigador japonés Genechi Taguchi, utilizando métodos de diseño experimental y análisis estadístico de datos para el mejoramiento de la calidad de productos y procesos, introdujo métodos que hoy se constituyen como los más avanzados en el tema.

En las empresas japonesas, se crean los círculos de calidad, con la participación de todos los miembros de una empresa, para mejorar el entorno y el proceso productivo. Con el tiempo, el término calidad total se convirtió en una mezcla de ciencia, tecnología y arte, difundándose en el Occidente, principalmente en E.E.U.U., Francia e Inglaterra. En estos países la nueva área multidisciplinaria del conocimiento y la tecnología tomó el nombre de ingeniería de la calidad.

Las más grandes y prestigiosas compañías japonesas como Nippon Telephone and Telegraph Company, Toyota, Fujifilm, entre otras, y las empresas norteamericanas AT & T, XEROX, Ford Motor Company están usando intensamente esta nueva tecnología. Es conocido que la aplicación de la calidad total en la producción de estas empresas ha significado, en la práctica, un aumento espectacular de sus ventas, llegando a lo que hoy se denomina niveles de excelencia.

En el Perú, desde hace tres años, se viene escuchando insistentemente los términos de calidad total, creando primero curiosidad y luego expectativa en el sector empresarial. En la Sociedad Nacional de Industrias, por ejemplo, se ha creado la "Semana de la Calidad".

En términos sencillos, se entiende por calidad total la optimización de todos los aspectos de la producción, incluyendo el entorno en el cual se dan los procesos productivos. Para mejor comprensión podría decirse que en proceso de producción, venta y uso del producto, quedan contentos todos los trabajadores de la empresa, su gerente, los vendedores, las casas distribuidoras, los medios de difusión, y, principalmente, los clientes.

Al fin de cuentas, en una competencia por ganar mercados, todo está diseñado para convencer y satisfacer al cliente, quien finalmente paga el intrincado proceso de producción y distribución.

Ante la efectiva integración de esta ingeniería en un creciente número de empresas, la Universidad está llamada a ser un elemento fundamental en la difusión y aplicación de la ingeniería de la calidad, aplicándola en sus propios procesos educativos, en la investigación y en su interacción con el sector empresarial.

Portadora de los nuevos conocimientos universales se convierte en el centro de creación de conceptos de ingeniería de la calidad, perfeccionándolos. Ello es posible en parte a la colaboración interinstitucional e internacional.

Los organismos internacionales, interesados en elevar y difundir esta nueva tecnología, están estableciendo o auspiciando centros de investigación sobre el tema. En la Universidad Nacional de Ingeniería, a través de la Escuela Profesional de Estadística, dirigida por el magister en Estadística, Víctor Valdivieso Benavides, se está iniciando el camino hacia la ingeniería de la calidad. Ello ha provocado una movilización intelectual en los jóvenes egresados de ingeniería y estadística, los que finalmente ingresarán al siglo XXI, en el que la ingeniería de calidad será el pase a la supervivencia tecnológica de las naciones.

### **La industria computarizada**

Suplemento Dominical. Sección: Ciencia. 15 de mayo de 1994.

El hombre dedicado a tareas repetitivas y técnicas está perdiendo lugar en los sectores de la producción y servicios. Las empresas en ruda competencia tecnológico-comercial instalan sistemas de automatización y control basados en una computadora. Con ello logran productos y servicios mejores y más baratos en el mercado.

En el Perú, los avances tecnológicos están ingresando lentamente. Pero las perspectivas muestran una creciente incorporación de la computadora en los sectores industriales, salud, educación y servicios.

### **Un producto de la física**

La física -particularmente la física nuclear- ha sido una de las iniciadoras de la automatización y control por computadora. La razón reside en el hecho de que las reacciones nucleares sólo pueden procesarse con esa tecnología.

Cada producto de una reacción es detectado por sensores que emiten señales electrónicas que son enviadas hacia una computadora programada para tomar decisiones rápidas y poner en acción mecanismos apropiados.

En un laboratorio se ve una serie de mecanismos en acción sin la presencia de técnicos. Uno tiene la impresión de encontrarse en una estructura con vida propia, con todos sus componentes en pleno movimiento.

Además, en física nuclear, en un experimento es inmenso el número de eventos que deben registrarse por segundo. Más aún, cada evento es discriminado en función de sus características, para escoger el tratamiento adecuado.

Por ello, no es extraño ver técnicos de empresas especializadas, probando sus nuevas computadoras en laboratorios nucleares, antes de ponerlas en el mercado.

### **Los robots técnicos**

Así como en muchas actividades de la física, las computadoras están tomando un importantísimo lugar en la industria. En los países industrializados, es común ver la producción en serie, en la que cada paso es realizado por brazos mecánicos computadorizados.

En Japón -donde la robótica ha alcanzado sus mayores niveles de aplicaciones- las plantas de producción de automóviles son impresionantes. Los autos son armados por una cadena de robots, que se encarga de las minuciosas tareas que terminan con el pintado y acabado.

La competencia tecnológica se plantea, entonces, en gran medida, en términos de automatización. Los obreros de industrias no automatizadas están compitiendo con rapidísimos y eficientes robots de Japón y otros países líderes en el tema.

### **Los controladores invisibles**

Pero no sólo en la producción en serie se da la competencia por computadoras interpuestas. También en el control de procesos industriales.

En el Perú aún se ve técnicos que se desplazan en plantas industriales, tomando notas de los medidores de presión, temperatura, corriente, voltaje, potencia, energía consumida, entre otros. Estos llevan sus cuadernos de notas a una sala, donde los ingenieros interpretan los datos y ordenan acciones correctivas. Estas son ejecutadas por otro grupo de técnicos.

Todas estas acciones pueden ser realizadas automáticamente, con sistemas de automatización y control por computadora. Los datos son tomados por sistemas

automatizados, los que envían sus datos a una computadora central. Esta computadora ordena las correcciones en el proceso, ejecutadas por sistema automático.

### **Esperanza de la industria**

Actualmente, en el Perú existen instituciones científicas y empresas especializadas en automatización y control por computadora.

La tecnología está al alcance. El país no puede darse el lujo de ignorarlo. El siglo XXI verá un grado de automatización. La supervivencia de la industria peruana pasa, necesariamente, por una etapa de modernización, la que involucra la automatización y el control.

La incorporación de la tecnología avanzada en el país logrará el mejoramiento de la industria pero, sobre todo, un cambio positivo en la calidad de vida de la sociedad. El hombre dejará las tareas simples y tediosas a la computadora, reservando el derecho a la creación, la que precisamente dio lugar a las computadoras.

### **Educación moderna: semilleros científicos**

Suplemento Dominical. Sección: Ciencia. 20 de abril de 1994

La insaciable curiosidad, la avidez de conocimiento, la ausencia de prejuicios y la pasión por construir y experimentar son las características que hacen de los niños científicos en potencia. Los más grandes científicos son, precisamente, aquellos que no perdieron esas cualidades. En la enseñanza de la ciencia se trata, entonces, de incentivar esas características naturales de los niños. Además, cabe recordar que, como en toda disciplina, la óptima preparación en ciencias comienza desde los primeros años de la vida.

Por otro lado, la educación del niño es permanente y se va dando en todos los ámbitos de su vida. La sociedad misma tiene que capacitarse para comenzar la nueva educación. El primer paso es la erradicación del culto al memorismo, que reduce al cerebro a su mínima expresión: un simple almacén de datos, con consecuencias fatales en el desarrollo intelectual y emocional del niño.

La exploración de la enorme riqueza del cerebro, el que concentra en su estructura los reflejos del universo en su conjunto, es en sí apasionante. El cerebro sólo espera un estímulo para formalizar las leyes que rigen el universo.

### **Experimentación.**

Por otro lado, debemos recordar que las ciencias naturales se basan en la experimentación. Los científicos tratan de describir formalmente, en un marco de modelos o teorías, los fenómenos naturales observados. Con éstos, se predice la evolución de los procesos iniciados en determinadas condiciones.

En tal sentido, enseñar ciencia a un niño es guiarlo en sus observaciones y luego inducirlo a plantear modelos, a confrontarlos con la experimentación, corregir sus modelos, para volverlos a confrontar con la experiencia, y así hasta que se encuentre concordancia entre la teoría y el resultado experimental.

Dicho lo anterior, es fácil comprender que, en el proceso educativo, el elemento fundamental lo constituye el maestro, quien dirige al alumno por los caminos adecuados de la formación. En cierta forma, podemos decir que del maestro dependerá la calidad de la nueva generación. Lo ideal es que el maestro de futuros científicos sea un científico.

### **La computadora**

la computadora es un instrumento de apoyo para la formación, porque facilita una serie de operaciones programadas por los maestros y especialistas. Esa máquina puede ofrecer facilidades en la búsqueda de datos en diccionarios o enciclopedias. Con la informática se guarda fotografías, discursos de personajes históricos, etc., los que pueden ser procesados con facilidad.

Conectado con instrumentos de medición, puede tomar datos sobre masa, velocidad, fuerza, corriente, etc., y construir gráficos con los parámetros que escoja el maestro. Ello permite estudiar con facilidad las leyes naturales. Además, los métodos informáticos pueden simular fenómenos naturales, los que serán entonces observados por los alumnos.

Recordemos que la computadora es programada por el cerebro, el que no puede ser igualado por ninguna máquina. El cerebro tiene un funcionamiento que acopla una infinidad de actividades en paralelo, coordinadas creativamente con un toque de cada una de las innumerables capacidades sensoriales, que significan sofisticadas reacciones físicoquímicas en su seno.

Así, la computadora es un elemento amplificador de las actividades del ser humano; es un apoyo efectivo, pero jamás con posibilidades de reemplazarlo en las etapas fundamentales de la enseñanza.

### **Siglo XXI científico**

El siglo XXI será altamente científico, a tal punto que las personas que no tengan un criterio científico en el desarrollo de su carrera constituirán lo equivalente a los analfabetos de hoy. Por ello, es necesario que iniciemos a nuestros niños en los caminos de la ciencia. Así, los futuros profesionales, aunque no todos serán científicos o ingenieros, tendrán una actitud científica que mucha falta hace para plantear soluciones originales a los problemas tan propios al Perú.

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

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.

### **Ciencia aplicada: vínculo Universidad - Empresa**

Suplemento Dominical. Sección: Ciencia. 16 de junio de 1994.

A pesar de la historia, pocos saben que las más grandes aventuras científicas y tecnológicas que dieron lugar a imperios comerciales comenzaron en los laboratorios de institutos y universidades. Tal es el caso, por ejemplo, del Silicon Valley (California, E.E.U.U.).

Hoy, a medida que en el mundo se agudiza la competencia tecnológico- comercial, se intensifican las relaciones entre los laboratorios de investigación de los institutos, universidades y la industria. Los representantes más espectaculares de ello lo constituyen los parques científicos y tecnológicos, donde se han establecido empresas y universidades para optimizar la transferencia tecnológica.

Los temas de automatización y control, nuevos materiales, informática, biotecnologías, entre otros, son abordados en forma multidisciplinaria y multiinstitucional, con una visión global y utilizando todos los recursos tecnológicos modernos.

En el Perú, las universidades y los institutos han creado, aisladamente, mecanismos para ofrecer servicios tecnológicos al país. Como ejemplo podemos mencionar la empresa UNITEC de la Universidad Nacional de Ingeniería, el Centro de Servicios y Transferencia Tecnológica ( CCT) de la Universidad Católica y el Centro de Aplicaciones Científicas y Tecnológicas ( CACYT) del Instituto Peruano de Energía Nuclear.

Sin embargo, debido a una serie de factores de organización, formación de los investigadores, trabas administrativas, brechas culturales entre los investigadores e industriales, formas controversiales por parte de unos y otros de enfocar la ciencia y la tecnología, la transferencia no es fácil. Por el lado de la empresa se desconoce el rol del desarrollo tecnológico. Se tiene la idea que la tecnología se compra fácilmente, sin tomar en cuenta que ello implica el permanente retardo en la carrera por la competitividad. En la empresa privada existe, también, desconfianza en la Universidad como generadora de innovaciones, lo que se une al "complejo" tecnológico que se traduce en pensar que lo extranjero es mejor. Más aún, la falta de recursos económicos por la recesión agudiza el divorcio de la empresa con la investigación.

A fines del siglo XX, cuando pequeños países, gracias a mecanismos de transferencia tecnológica, logran éxitos incontestables, el Perú decide intentar su suerte, haciendo esfuerzos por echar puentes entre la industria y los laboratorios de investigación. Para lograr este objetivo, el CONCYTEC - institución promotora del desarrollo científico y tecnológico en el país- conjuntamente con universidades, institutos, centros de investigación y asociaciones empresariales, ha creado el Grupo de Trabajo Desarrollo Tecnológico y Empresarial para la Competitividad (Grupo DETEC).

DETEC ha realizado seminarios sobre oferta tecnológica, a partir de lo cual está elaborando el catálogo tecnológico de universidades, institutos y centros de investigación. Asimismo, se apresta a organizar la maestría en gestión tecnológica.

Paralelamente a los esfuerzos de integración, el CONCYTEC organiza o auspicia eventos sobre temas tecnológicos de actualidad, entre los se tiene el Curso Taller sobre Reactores Católicos , a cargo de científicos extranjeros, a realizarse en estos días.

Pero, además, conscientes que el desarrollo científico y tecnológico tiene dimensiones educativas y culturales, se ha convocado a la IV Feria Escolar Nacional de Ciencia y Tecnología, a la que se presentarán trabajos creativos, originales, prácticos, de aplicaciones de los conocimientos científicos y útiles para la comunidad.

En ese marco, y buscando una verdadera optimización de los recursos del Estado, el CONCYTEC ha construido su nuevo local en San Borja, logrando con ello una mejor comunicación con universidades y centros de investigación. Todo ello enmarcado en la perspectiva de convertir a San Borja en el embrión de un distrito científico y tecnológico para el desarrollo del país. En este distrito se está concentrando la mayoría de los laboratorios y empresas de altas tecnologías del INICTEL, CPT-TELEDATA, IPEN, entre otros.

## **Máquinas controladas por computadoras**

Suplemento Dominical. Sección: Ciencia. 12 de junio de 1994.

Los usos de la computadora en la industria, enseñanza, laboratorios y vida diaria, nace con la necesidad de hacer funcionar un sistema bajo el control de otro más inteligente. Ello da lugar a las interfaces, las que ponen en comunicación ambos sistemas.

Las interfaces comenzaron a desarrollarse inicialmente en laboratorios, pero se intensificaron con el impulso de la industria que buscaba formas más eficientes de trabajo. A principios de los años 50 y fines de los 60, las computadoras dejaron de ser máquinas reservadas sólo para investigaciones en los grandes laboratorios y complejos militares.

A fines de los 60 se produjo un gran salto en la tecnología por la miniaturización de los dispositivos electrónicos, disminuyendo el costo de las computadoras orientadas al control de procesos.

Hasta la primera mitad de la década pasada, las computadoras de uso industrial eran por regla general "minicomputadoras" (un intermedio entre las grandes computadoras y los microprocesadores). Sin embargo, cada fabricante tenía sus propias normas.

A partir de la segunda mitad de los 80 se comenzó a utilizar, de un modo más intenso, las computadoras personales (PC), debido a su menor costo y mayor potencia que los microprocesadores. Este abaratamiento produjo un cambio radical en el control de los procesos de la pequeña y mediana industria, ya que se tenía acceso a la automatización en los procesos repetitivos, mecanizados y en los que el hombre tiene la desventaja de los horarios y fatiga. En estos casos, los microprocesadores o computadoras son programados para operar, por ejemplo, máquinas herramientas (taladros, fresadores, etc.).

Para el uso de las computadoras es necesario conocer en detalle todos los pasos del proceso y los mecanismos que se deben poner en movimiento. Hay que recordar, en primer lugar, que una computadora trabaja con impulsos eléctricos, y que es necesario transformar las señales eléctricas de la computadora en otra que actúe sobre el sistema (actuadores) y, asimismo, convertir los parámetros que se observan en el proceso en señales eléctricas que puedan ser leídas por la computadora (sensores). Estos dos elementos reciben el nombre genérico de transductores. De acuerdo al proceso se seleccionan los actuadores y sensores.

Los actuadores son dispositivos que convierten una señal eléctrica en una señal de potencia, como por ejemplo control de fluidos con electroválvulas, sistemas neumáticos, hidráulicos o eléctricos de potencia.

Los sensores son dispositivos que transforman un parámetro físico -como por ejemplo presión, temperatura, humedad, acidez, altura, volumen, posición, peso, etc.-, en una señal eléctrica.

Es necesario conocer cómo controlar los actuadores, es decir, la relación que existe entre la señal eléctrica y el parámetro físico.

Luego se selecciona la unidad de control. Si la selección es microprocesador o microcontrolador, se le denomina sistema dedicado. Con una computadora personal se pueden utilizar todas las facilidades de la computadora -uso de las unidades de almacenamiento masivo, impresoras, facilidades de comunicación entre otras. Si la planta no está funcionando, la computadora puede utilizarse en sus tareas habituales. El siguiente paso es desarrollar el programa de control de acuerdo al elemento escogido.

Finalmente, viene la prueba del sistema, primero por partes y, posteriormente, de un modo integral. De aquí se encuentran los "bugs" o errores no previstos. A esta etapa se le denomina puesta a punto.

Actualmente, en el marco de reconversión tecnológica, en la cual se utiliza la infraestructura activa y se cambia sólo el método con el cual se hace el control, la inversión se reduce sólo a la adquisición de una computadora personal y a las interfaces (tarjetas de adquisición y control, acondicionadores, etc.).

Por su lado, con la computadora, los laboratorios son capaces ahora de realizar análisis más precisos en menos tiempo, utilizando las técnicas modernas del procesamiento digital de señales en tiempo real o virtual (DSP).

En el campo del uso de las computadoras en la industria, el país cuenta con excelentes profesionales, capacitados en diversos países industrializados, los que están aplicando sus conocimientos en los sectores productivos y educativos nacionales. La modernización del país tiene, entonces, el potencial humano necesario, el que debe contar con los recursos económicos del Estado y la empresa privada.

### **San Borja: distrito tecnológico**

Suplemento Dominical. Sección: Informe. 5 de junio de 1994

San Borja se ha convertido en un distrito privilegiado en ciencia y tecnología. Uno de los mayores complejos de laboratorios lo constituye el Centro de Aplicaciones Científicas y Tecnológicas (CACYT) de San Borja, del Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN).

Entre los campos de aplicaciones se tiene la hidrología isotópica, la que sirve para la prospección de recursos hídricos, la que ha sido utilizada, por ejemplo, en el estudio de la represa del Proyecto Pasto Grande, obteniéndose informaciones sobre filtraciones. También se estudió los recursos hídricos en torno del río Cañete, donde ELECTROPERU piensa construir una central hidroeléctrica. Como resultado se descubrió indicios de conexiones entre la cuenca del Mantaro y la cuenca del Rímac. Asimismo, en el marco del convenio entre el IPEN y el Proyecto Especial Tacna, los científicos del CACYT estudiarán el Sistema acuífero del Sur del Perú.

En perspectivas, en convenio con la Universidad Nacional de Ingeniería y el proyecto CHAVIMOCHIC, se plantea estudios del sistema acuífero de la región de Chao y Virú. También se ve en perspectiva la continuación del estudio de los pantanos de Villa. Resultados preliminares indican que las aguas de los pantanos de Villa no tienen recarga, lo que hace crítico su estado de contaminación.

Las técnicas de hidrología isotópica también han sido usadas en el CACYT para estudiar la dinámica de procesos industriales.

Por otro lado, se cuenta con técnicas de ensayos no destructivos con rayos X, con las que han dado diversos servicios, entre los que destacan el control de calidad de líneas férreas de ENAFER, en colaboración con la UNI, y buques del SIMA. Se cuenta con otras técnicas complementarias a los rayos X.

En el CACYT se cultivan, también, las técnicas de análisis químicos de fluorescencia de rayos X, absorción atómica, análisis por activación neutrónica.

Entre las más grandes facilidades experimentales se tiene un pequeño reactor, adecuado para la formación de ingenieros y científicos del área energética, electrónica, mecánica, física y química. Se tiene, también, un acelerador, generador de neutrones que sirve, principalmente, para análisis químicos por activación neutrónica.

En el CACYT, el IPEN desarrolla un intenso trabajo de cooperación con las universidades del país. Los laboratorios son usados para las prácticas de alumnos de diversas universidades. Poco a poco, el Centro se ha convertido en un punto de encuentro de profesores y alumnos de universidades de toda la República, donde se organizan cursos de capacitación sobre diversos temas científicos y tecnológicos.

La protección radiológica, necesaria para los profesionales relacionados con fuentes de radiación (en su mayoría hospitales) es uno de los temas difundidos.

Otro de los campos de investigación aplicada es la construcción de componentes electrónicos, campo en el que trabajan ingenieros electrónicos de primera línea, entrenados en diversos países industrializados. Este grupo de electrónicos es, también, especialista en temas de automatización, control e instrumentación.

Una de las instituciones más activas en la cooperación con el IPEN es la Universidad Ricardo Palma, con la que se inician trabajos en los campos arriba mencionados.

Por otro lado, recientemente, el rector de la UNI, arquitecto Sota, ha nombrado al Dr. Alberto Wurst, gerente de la empresa UNITEC, para la intensificación de la cooperación entre la UNI y el IPEN, en el marco del CACYT. Entre los programas más importantes del CACYT están las maestrías en energía nuclear y de física nuclear, realizadas en cooperación entre la UNI, la Universidad de San Marcos y el IPEN, con el auspicio del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC). Esta maestría dio lugar a un concurso de admisión simultáneo en Lima, Trujillo y Arequipa.

El Centro de Información y Documentación (CID) del CACYT, cuenta con miles de libros y un sistema de CDAROM, que permite hacer búsquedas bibliográficas instantáneas. Además, a través del correo electrónico se tiene acceso a centros de investigación del Perú y el extranjero. Este centro está abierto a universitarios y profesionales.

Lo anterior nos hace pensar que el CACYT tiene perspectivas interesantes en relación con la ciencia y tecnología en el país. Los diversos sectores productivos y educativos tienen en el CACYT posibilidades aplicativas.

Finalmente, cabe señalar que el IPEN cuenta con dos centros de investigación de primer nivel. Se trata del Centro Nuclear de Huarangal, especializado en la utilización de un reactor de investigaciones y la producción de radioisótopos, y el CACYT, dedicado a las aplicaciones tecnológicas en diversos sectores, con los cuales interactúa diariamente. La mayoría de los usuarios de los servicios del IPEN tienen en el CACYT su puerta principal hacia las tecnologías de avanzada.

### **Software: materia gris informática**

Suplemento Dominical. 24 de julio de 1994

Usuarios de sistemas informáticos, y público interesado en computadoras, se plantean siempre la interrogante cómo un simple golpecito en un teclado o un aplacible click del mouse inicia una secuencia de órdenes y procesos lógicos que, en algunos casos, parecería venir de un super cerebro o un artista consumado.

La respuesta es simple y compleja a la vez. La unión de muchos eventos electrónicos simples -se dan en pequeñísimos componentes, apiñados en microscópicos chips- producen o generan otros complejos procesos electrónicos, mecánicos, químicos, etc., emulado el proceso de la vida misma.

El arte bello y retador del software, ha producido millonarios y poderosos empresarios. Estados Unidos es el mayor productor de software en el mundo. Con ello, se han creado imperios tecnológico-comerciales, entre los cuales, de lejos, destaca la empresa multinacional Microsoft, de Bill Gates. Compuesta principalmente por jóvenes recién egresados de la Universidad, dicha empresa ha mostrado la magnitud del inmenso poder de la creatividad en informática para el uso múltiple de las computadoras.

Lo que es importante para nuestro país es saber que software significa que hay poca infraestructura pero mucha materia gris. No se necesita grandes y costosas maquinarias ni equipamiento. Sólo el cerebro y unas cuantas computadoras. Y cerebros, en Perú los hay. Sólo falta que conozcamos la potencialidad y poner en acción el potencial humano en beneficios de la modernización de la industria y otros sectores, Esto permitirá una productividad adecuada en estos tiempos de competencia internacional.

En el Perú se ha comenzado a introducir las computadoras en diversos sectores productivos y de servicio. La mayoría de los paquetes informáticos vienen directamente de las más

grandes empresas multinacionales. Paralelamente a ello, INDECOPI se dedica a impedir que se usen dichos paquetes sin antes pagar la costosa licencia respectiva, cuyo monto enriquece día a día a las empresas que la crearon.

Cabe, entonces, preguntarse si en el Perú puede iniciarse un proceso que nos lleve a crear nuestros propios paquetes informáticos, para fines o aplicaciones específicas. Uno de los rubros que tienen gran actividad y necesidades, en ese sentido, es la minería, debido principalmente a sus grandes masas de producción y a la velocidad requerida en los procesos.

Sin embargo, Javier Guarnizo, un joven ingeniero nuclear, especialista en desarrollo de paquetes informáticos, nos informa que varias industrias de procesos están introduciendo la informática en programas de modernización.

La empresa Cementos Norte Pacasmayo, por ejemplo, ha modernizado su laboratorio de control de calidad, automatizando sus equipos de análisis químicos con técnicas de punta (difracción y fluorescencia de rayos X). Actualmente, esos equipos están automatizados y operados con asistencia de una computadora personal y un software capaz de analizar y procesar los datos, e incluso producir el reporte de resultados. Esta modernización fue llevada por la empresa INDUCONTROL, con la participación de ingenieros y científicos con experiencia en la operación, mantenimiento, control y desarrollo del reactor de instalaciones nucleares.

Así como este caso, varias empresas se modernizan usando la tecnología de las computadoras, con el soporte informático peruano. En esa perspectiva, se puede asegurar que el lento restablecimiento de las empresas industriales será acelerado, usando las mismas armas de países que han logrado éxito en la competencia tecnológica.

### **La conquista del microcosmos**

Opinión Nacional, 27 de julio de 1994.

Con la participación de los premios Nobel en Física, Carlo Rubbia y Samuel Ting, entre el 1 y 13 de agosto, Cusco será sede de la "Primera Escuela sobre Física de Altas Energías", que concentrará especialistas del mundo entero. Este tema está relacionado con lo que podríamos llamar la conquista del microcosmos, pues intenta investigar los fenómenos a los que da lugar las partículas elementales de la materia y las interacciones que existen entre ellas.

Aunque menos conocida, la conquista del microcosmos es tanto o más espectacular que los viajes espaciales. Así como el viaje a la Luna, la conquista del microcosmos trae consigo consecuencias tecnológico-comerciales de gran trascendencia para los países que la han emprendido.

Las técnicas utilizadas para el estudio de las partículas elementales de la materia se basan en el choque de partículas con alta energía cinética. Los choques son violentos y la energía

cinética que llevan las partículas es concentrada en pequeñísimos volúmenes. La concentración de energía genera materia, de acuerdo a la teoría de Einstein, según la cual la masa se convierte en energía y viceversa.

La concentración de altos valores de energía en volúmenes pequeños tiene que ver con la simulación de las condiciones del universo en su origen, cuando la pequeña región donde estaba concentrada materia y energía explotó, dando lugar al Big Bang.

Para lograr partículas con altos valores de energía cinética se construyen enormes aceleradores alojados en túneles con decenas de kilómetros de longitud. En esos aceleradores, las partículas son sometidas a elevados campos electromagnéticos, constituyendo obras de avanzada tecnología. Ello provoca investigaciones tecnológicas para controlar intensas corrientes eléctricas y elevados campos electromagnéticos, que pueden luego ser aplicadas en otras áreas de la ingeniería.

Por otro lado, el choque violento, como en una explosión produce partículas que salen en varias direcciones. La detección de estas partículas requiere de técnicas de tratamiento muy rápido de señales electrónicas y de cálculo de cantidades relacionadas con las teorías de la física de partículas.

Envolviendo todos estos esfuerzos se encuentra también el deseo de los físicos por encontrar una fuerza única que explique todos los fenómenos naturales. Hasta ahora se ha logrado describir las interacciones de tres tipos: la interacción fuerte (nuclear), la interacción electrodébil (responsable de los fenómenos de radiación) y la fuerza gravitacional (responsable del movimiento de los cuerpos celestes).

En América Latina, la física de altas energías, en diverso grado, está siendo desarrollada en Brasil, Argentina, México y Colombia. En Perú, se está iniciando un proceso hacia la física de partículas. Las universidades San Marcos, Ingeniería y Católica, el Instituto Peruano de Energía Nuclear y el Concytec han firmado un convenio para promover, conjuntamente, el desarrollo de la física, en particular la física de altas energías en el Perú. El apoyo internacional para que el Perú inicie el camino hacia las altas energías, en virtud de un convenio con el Concytec, vendrá del Laboratorio Europeo de Física de Partículas (CERN), con sede en Ginebra.

Como paso intermedio de este trabajo en conjunto, las instituciones peruanas firmantes han iniciado un programa de maestría conjunta en física nuclear, que está relacionada íntimamente con la física de altas energías. Para el efecto, el IPEN pone a disposición su infraestructura física, constituida principalmente por sus ambientes y laboratorios del Centro Superior de Estudios Nucleares de San Borja así como el Centro "RACSO" Nuclear de Huarangal. Cabe resaltar el ejemplo de cooperación interinstitucional en el campo de la física nuclear y de la física de altas energías, en tanto señala una forma ideal de hacer o iniciar seriamente por el camino de la ciencia de alto nivel.

## **Alarmismo nuclear**

Opinión Nacional. 21 de julio de 1994.

Desde Ecuador se ha difundido la información de una supuesta contaminación radiactiva del mar. Por la gravedad del asunto, cabe analizar el verdadero significado de la noticia, enmarcándola en el amplio conocimiento que se ha logrado en la física nuclear y sus diversas aplicaciones.

En la naturaleza existen sustancias radiactivas, las que han sido descubiertas hace un siglo y estudiadas ampliamente por los científicos franceses Henri Becquerel, Pierre y Marie Curie, Frederic e Irene Joliot- Curie, entre otros. La radiactividad es de tres tipos: alfa (constituida por partículas con carga positiva), beta (electrones negativos) y gamma (rayos puramente energéticos, de la misma naturaleza que la luz). Cuando esta radiación incide sobre las células, las daña pudiendo destruirlas o modificarlas.

Estas sustancias radiactivas están repartidas en el suelo, subsuelo, aire y agua, en forma no homogénea. En algunas fuentes termales brota el agua arrastrando sustancias radiactivas desde las entrañas de la Tierra. Las plantas se nutren del suelo, asimilando los nutrientes que contienen una fracción pequeña de materia radiactiva. Los animales, por las plantas, ingieren sustancias radiactivas, las que el hombre las recibe a través de su ciclo alimenticio.

En esa forma, el ser humano recibe una dosis radiactiva del entorno y de su propio cuerpo. Aún más, la radiactividad, generada en las reacciones nucleares de las estrellas, llegan a sumarse a la dosis. En tal sentido, mientras a mayor altura se viva -es decir, a menor protección de capas de atmósfera- mayor será la dosis recibida del cosmos. Es más, cuando uno viaja en avión, a 10,000 metros de altura, se está recibiendo una dosis adicional.

Pero, la dosis radiactiva que recibe el hombre también proviene de algunas aplicaciones de la tecnología en la solución de problemas del ser humano. Cuando uno se toma una placa radiactiva, por ejemplo, la dosis adicional es equivalente a la que se recibe en forma natural en todo el año. Los aparatos de televisión también emiten radiación que afecta las células. De modo que la radiactividad no es nada extraño al ser humano. Es más, se podría decir que somos hijos de la radiactividad. En la evolución del hombre, mucho tiene que ver la radiactividad natural.

Ahora regresemos a la noticia. Se dice que se ha detectado niveles de radiactividad por encima de lo normal. Esta frase no tiene nada de científico. No se dice la cantidad de radiactividad detectada ni cuál es el nivel de referencia. Cabe recordar que los niveles de radiactividad natural varían de un lugar a otro y la dosis depende de la actividad del ser humano.

En realidad, el nivel de radiactividad puede ser varias veces superior a la dosis natural, sin conllevar riesgo significativo para el ser humano.

En cuanto a las explosiones nucleares, es claro que, en cada una de ellas, se ha liberado cantidades apreciables de sustancias radiactivas. Los productos de la fisión nuclear -empleada en los explosivos nucleares- son sustancias radiactivas. En el caso de explosiones aéreas, éstas se han dispersado en el aire, caído a Tierra por lluvia radiactiva e integrado a

las sustancias naturales. En el caso de las explosiones subterráneas, éstas han quedado atrapadas en la materia vitrificada que se formó por el calor generado.

Una medición sistemática y seria se realiza en forma regular en todos los países del mundo. En el Perú, nada anormal se ha observado.

Me atrevo a pensar que algún colega ecuatoriano "infló" su noticia con el objetivo de lograr que le den recursos para medir seriamente los niveles radiactivos del mar. Pero la técnica del alarmismo no es aconsejable en el medio científico, porque puede causar daños irreparables en la opinión pública y el prestigio del alarmista se va al fondo de los océanos.

## **Genios del siglo XXI**

Suplemento Dominical. Sección: Ciencia. 17 de julio de 1994

Los países que desean tener derecho a Sol en el próximo siglo tendrán que contar con una generación de científicos e ingenieros con niveles de excelencia, ingeniosos, creativos y competitivos. Para ello debemos comenzar a preparar esa generación con un sistema educativo apropiado, basados en la experiencia de países que han logrado éxito o de sectores de actividades que resaltan en el panorama mundial

## **Formación temprana**

Para comprender más fácilmente la formación de científicos e ingenieros de niveles de excelencia, permítanme poner el ejemplo de los futbolistas participantes de la Copa Mundial USA'94. Todos ellos comenzaron su formación desde la niñez. Cabe entonces analizar la preparación de esos campeones. Así como en el fútbol, los formadores de científicos e ingenieros excelentes tienen que ser científicos o ingenieros con experiencia en docencia.

## **Entrenarse con placer**

A muchos niños les gusta el fútbol, sus piruetas, sus movimientos y goles artísticos. Los que comienzan a entrenarse en la niñez, no sólo se limitarán a jugar con la bola: también deberán hacer ejercicios físicos y de concentración. Así, seguirán hasta dominar la bola con destreza y llevarla al fondo de las redes.

En ciencia e ingeniería es lo mismo. A los niños que les encanta pensar, crear, armar rompecabezas, jugar ajedrez, deberían ser entrenados para jugar los más hermosos partidos científicos y tecnológicos en la copa XXI.

## **Siglo de competencia y especialización**

El siglo XXI será caracterizado, precisamente, porque los laboratorios del mundo y sus investigadores competirán por descubrir más secretos de la naturaleza, generando nuevos productos tecnológicos. Con ello, las naciones verán el florecimiento cultural, el

mejoramiento de la calidad de vida y participarán plenamente de los avances de la humanidad.

### **Especialización**

Otro aspecto de la formación de científicos e ingenieros es el entrenamiento especializado. En el fútbol, los cursos escolares de educación física por sí solos, aunque éstos comprendan unos cuantos partidos, no son suficientes para formar excelentes futbolistas. Lo mismo ocurre en ciencia y tecnología. Por ello, es necesario promover centros especializados que den cabida a niños con inclinación temprana hacia las lides de la investigación.

El potencial humano es la base de todo sistema educativo, especialmente en ciencia y tecnología. Ningún laboratorio o computadora tendrá valor si no los maneja un maestro bien preparado. En tal sentido, los entrenadores de ciencia y tecnología tienen requerimientos especiales. En primer lugar, deben tener vocación hacia las ciencias. Mejor si son científicos e ingenieros con gusto por sus carreras, la educación y el trabajo con nuevas generaciones.

Podríamos decir, sin mucho lugar a equivocarnos, que un maestro excelente, con sus alumnos en el desierto, es más productivo que un maestro ignorante, perdido con sus alumnos de computadoras instalada en un lujoso local.

### **Comunidad científica**

Además, debería estar claro que la educación es una tarea de toda la comunidad, comenzando por la familia. Familias desinteresadas en ciencia y tecnología no ofrecerán un ambiente óptimo para la formación de los niños interesados en el tema. En ese mismo sentido, la comunidad debe participar en la creación de una generación científica.

### **Promover ciencia y tecnología**

Opinión Nacional, 14 de julio de 1994

A cuatro años del Gobierno actual, es pertinente evaluar algunas acciones de promoción de la ciencia y la tecnología en el país. Ello permitirá entrever los planes que se manejan en las esferas del poder.

Es conocido que la palabra tecnología fue usada por el Ing. Alberto Fujimori en la campaña electoral, la cual le fue favorable. Animada por ello, la Sociedad Peruana de Ciencia y Tecnología (SOPECYT) presentó una propuesta de proyecto de Ley para el investigador científico y tecnológico, la que tenía como objetivo impedir la emigración de ingenieros y científicos altamente calificados.

Esa propuesta fue derivada al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología dirigido por el Ing. Carlos Chirinos. Después de numerosas consultas con instituciones científicas -las que se reunían regularmente para estudiar el tema, convocados por el presidente del CONCYTEC- se generó un documento final. Sin embargo, el CONCYTEC consideró que

el asunto estaba englobado en el tema de la ciencia y la tecnología en general. En ese sentido, convocó a las instituciones estatales y privadas, así como a especialistas para elaborar un plan de política científica y tecnológica. Según recientes declaraciones del presidente del CONCYTEC, el plan ha sido propuesto al presidente de la República.

En el proceso real, las cosas no iban tan bien. En los institutos de investigación se daban remuneraciones de 100 dólares y se disponía incentivos para que los investigadores científicos renuncien a los laboratorios. Algunos laboratorios -como los del ITINTEC- eran cerrados para reemplazarlos por oficinas burocráticas de control. Se clausuró el Museo de Ciencia y Tecnología "Castro Mendivil" que recibía innumerables visitas de escolares.

Las universidades no contaron con recursos para equipar sus laboratorios y a los docentes universitarios se les condenó a sueldos simbólicos, que les obligaba a reducir su permanencia en la universidad para poder ejercer actividades complementarias. Esta realidad era perniciosa y convertía algunas acciones normalmente positivas en altamente desfavorables. Por ejemplo, si no se ofrecían las posibilidades de desarrollo, las becas que se daban a los egresados eran simplemente un boleto sin retorno.

Por otro lado, en la primera versión de la Constitución -elaborada por el Congreso Constituyente Democrático- había sido eliminada toda alusión al apoyo a la ciencia y tecnología. La SOPECYT, considerando que ello significaba un grave peligro para el futuro de una actividad fundamental para el desarrollo, coordinó con autoridades de institutos de investigación y universidades para lograr que se recupere el tema en la versión definitiva.

En esa coordinación participaron inicialmente el Dr. Conrado Seminario (IPEN), el Dr. Manuel Chang (IGP), y el Ing. Juan Barreda (INICTEL). Luego participaron el Ing. Hugo Sarabia (PUCP), el Arq. Javier Sota (UNI), entre otros. Las autoridades enviaron un oficio al presidente del CCD, lográndose finalmente que se incluya una valiosa frase en la nueva Constitución: "Es deber del Estado promover el desarrollo científico y tecnológico en el país". Es de esperar que ese éxito en favor de la ciencia se concrete en dispositivos legales promotores de este sector fundamental para el futuro de la Nación.

Es cierto que hay problemas urgentes que resolver. Pero ¿qué tema podría ser más importante que asegurar los mecanismos para que el país genere productos tecnológicos de alta competitividad? Y ello sólo se puede lograr con la formación de investigadores científicos y tecnológicos con niveles de excelencia, que dispongan de una infraestructura adecuada para avanzar a la misma velocidad o más rápidamente que los demás países de la región. Por ello es trascendente que la propuesta de un plan para el desarrollo científico y tecnológico sea atendida con una prioridad adecuada. ¿Cuál será el resultado?

## **Semiconductores y electricidad**

Suplemento Dominical. Sección: Ciencia. 10 de julio de 1994.

Los semiconductores han revolucionado la vida humana, haciendo posible el perfeccionamiento de varios instrumentos electrónicos cuya estrella es la computadora.

Para cerrar el círculo óptimo, es propicio recordar que, además, los semiconductores, en combinación con el Sol, nos entrega la electricidad que permite funcionar esos instrumentos.

Para comprender la relación entre la luz, los materiales sólidos y la corriente eléctrica, es conveniente saber primero que este fenómeno se debe al desplazamiento de electrones (cargas negativas) en un material.

Generalmente la corriente eléctrica es generada al aplicar una pila a una resistencia. Si el material no permite el paso de la corriente eléctrica, se dice que es un aislante. Un conocido caso de resistencia normal es el de las estufas eléctricas que se ponen candentes al recibir un voltaje. Pero el voltaje es aplicado a través de alambres conductores, los que tienen una resistencia pequeña. Existen otros materiales llamados aislantes, los que no dejan pasar la corriente eléctrica, siendo por ello usados para protegernos de los conductores de corriente.

Tanto los aislantes como los conductores ofrecen de todas maneras alguna resistencia a la corriente eléctrica, lo que produce calentamiento. Este calentamiento es contraproducente en el caso de instrumentos delicados como las computadoras. Por ello es que causa bastante interés el surgimiento de los llamados superconductores.

### **Semiconductores**

Para completar la lista de materiales eléctricos mencionaremos los semiconductores, que sólo se comportan como conductores a una determinada temperatura. En realidad, se puede decir que los semiconductores tienen atrapados a sus electrones y no los liberan sino cuando se les calienta o se les hace incidir luz. Todo ello tiene que ver con la manera cómo se organizan los electrones en un sólido. Se dice que éstos forman bandas: la banda de valencia, conformada por los que no se desplazan, y la banda de conducción, conformada por los electrones que dan lugar a la corriente eléctrica.

### **Celdas solares.**

Desde fines del siglo XIX se ha investigado los efectos de la unión de un semiconductor con un metal. En la unión se genera una diferencia de potencial que, eventualmente, puede dar lugar a una corriente eléctrica.

Así, un rayo de luz que incide sobre la unión libera electrones, los que sometidos a la diferencia de potencial producen una corriente eléctrica.

Cuando la iluminación se da en la superficie metálica, los electrones son liberados por el fenómeno llamado efecto fotoeléctrico, según el cual los electrones son arrancados de los átomos. Los electrones, por efecto de la diferencia de potencial, son luego desplazados hacia el semiconductor.

Cuando se ilumina el lado del semiconductor, parte de la luz puede llegar al lado metálico dando lugar al fenómeno anterior. Pero también se tiene el fenómeno por el cual la luz libera electrones de la banda de valencia y los pasa a la banda de conducción, dejándolos a merced de la diferencia de potencial responsable de la corriente eléctrica.

## **Riqueza en la arena**

Entre los semiconductores más comunes se tiene el silicio, que se encuentra formando silicatos y la sílice o arena. Es precisamente la arena que se emplea para su extracción industrial.

Hay varios métodos para producir el silicio, el más sencillo de los cuales es mezclando arena y carbón en un horno a 1400 C, obteniéndose el llamado silicio metalúrgico. Pero los procesos son más complicados, y más costosos, en la medida que se requiera mayor pureza. Así, el kilogramo de silicio metalúrgico cuesta un dólar, mientras que el llamado silicio preparado para celdas solares, dopado (proceso de colocar impurezas especiales al semiconductor), cuesta 650 dólares.

## **Perú solar**

El Perú está introduciéndose en la tecnología solar en forma lenta pero sistemática. La congregación de investigadores de calidad en torno al tema nos permite ser optimistas. Se tiene inclusive la tecnología para producir silicio dopado, tema multidisciplinario que daría elevado valor agregado a una materia prima al alcance de todos. Por otro lado, la utilidad de las celdas solares en lugares alejados de las redes convencionales hace aumentar las posibilidades de desarrollo solar en el país del Sol.

## **Empresa y Universidad**

Opinión Nacional, 7 de julio de 1994

Los cambios realizados estos años han afectado todos los aspectos de la vida del país, sobre todo en lo que se relaciona a la supervivencia de las empresas industriales y de las universidades. Para comprender los efectos de esos cambios, es instructivo tomar dos hitos en la historia de la relación de la industria con la investigación.

En abril de 1990, la Sociedad Peruana de Ciencia y Tecnología (SOPECYT) y la Sociedad Peruana de Física (SOPERFI) llevaron a cabo el foro "Ciencia y Tecnología para el Desarrollo", donde empresarios e investigadores entablaron un abierto diálogo, tratando de establecer relaciones de cooperación en beneficio del país.

Cuatro años más tarde, sobre el mismo tema, con el auspicio del CONCYTEC, se llevó a cabo el seminario "Rentabilidad de la Tecnología". ¿Qué cambios se han operado entre estos dos eventos?

En el foro de 1991 se observó que la empresa peruana no estaba muy interesada en realizar desarrollo propio, por lo que la investigación aparecía como superflua. El ingeniero Guillermo Cox, ex vice presidente de la Sociedad Nacional de Industria, afirmaba que los empresarios no podían estar pensando en investigar para obtener resultados en 5 años, cuando estaban luchando por no morir mañana, debido al estado de la industria nacional.

Sin embargo, desde mucho tiempo atrás, existía una actividad que privilegiaba la relación entre la empresa y la universidad: el sector minero. En Ingeniería Minera, la Universidad Nacional de Ingeniería recibía apoyo sustancial para laboratorios y talleres. Los egresados de la Universidad tenían trabajo asegurado, por la sencilla razón que se había priorizado esa actividad en el país.

Con excepción de la actividad minera, los otros sectores se han caracterizado por su lentitud. Para sobrevivir, la empresa se acostumbró al apoyo constante del Estado que usaba sus recursos para mantenerla artificialmente.

Con esa realidad, la empresa no necesitaba de la investigación, y, por lo tanto, a los investigadores no les interesaba la industria. Los investigadores realizaban trabajos en temas para los que obtenía recursos adecuados, los que generalmente venían del extranjero. Algunos, más pragmáticos, simplemente se iban a investigar a otros países.

Hoy tenemos excelentes científicos e ingenieros trabajando para grandes y prestigiosas empresas multinacionales establecidas en los países industrializados.

Cuatro años más tarde, en la práctica, aún no se logra romper el muro entre la Universidad y la empresa. Siguen realizándose seminarios o foros y siguen habiendo planes para establecer comunicaciones más fluidas. Pero, la expresión concreta de cambio no llega. Es más, el 95 % de los participantes al Seminario "Rentabilidad Tecnológica", realizado en el local de la Sociedad Nacional de Industria -dedicado precisamente a la demanda tecnológica de la empresa- eran universitarios. Eso dice mucho del interés que siguen teniendo los empresarios en lo que le puede ofrecer la Universidad.

En el panorama descrito, se ve de pronto caer la lluvia de productos extranjeros, obtenidos de acuerdo a las reglas de la competitividad. Cabe preguntarse qué futuro le espera a la Universidad y cuál será el destino de la industria nacional. Es fácil comprender que, si se sigue las leyes del mercado libre y del mínimo esfuerzo, los mejores ingenieros e investigadores se irán al extranjero. La empresa nacional se convertirá cada vez más en importadora y se sacará el jugo a las materias primas, permitiendo la supervivencia de algunos y condenando a la miseria a la mayoría de los peruanos. Nada nuevo.

Existe otro camino, nada fácil pero el único que parece tener posibilidades de cambiar el panorama. La unión de empresarios, profesionales e investigadores creativos, audaces, decididos a vivir una aventura tecnológico comercial, a quedarse en el país y ofrecer a sus hijos un ambiente digno de seres humanos.

Ello requiere que ambos empiecen a tener confianza mutua.

## **Investigación y desarrollo en salud**

Suplemento Dominical. Sección: En el mundo. 3 de julio de 1994

Desde el pasado milenario, el Perú ha desarrollado investigaciones en salud. En varios temas, los antiguos peruanos han sido pioneros, gracias a su profundo conocimiento del cuerpo humano. Hoy en día la tecnología moderna se une a las antiguas para mejorar la salud de los peruanos, convirtiendo el campo en multidisciplinario y multiinstitucional.

Entre los indicios del carácter multidisciplinario del tema de la salud podemos mencionar la construcción de un equipo de hemodiálisis, realizado por un ingeniero mecánico y un médico nefrólogo de la Universidad Cayetano Heredia. Este equipo es altamente competitivo y ha tenido demanda en el extranjero. Equipos multidisciplinarios han elaborado, también, equipos de fijación externa de segmentos con fractura ósea de los miembros y colchón térmico para uso pediátrico. Se ha desarrollado técnicas de diagnóstico médico y laboratorio (entre las que se encuentran las técnicas nucleares), así como de tratamiento, metodologías de aproximación disciplinaria e interdisciplinaria.

También es bueno saber que biólogos del Instituto de Enfermedades Tropicales de la Universidad Cayetano Heredia y físicos de la Universidad Nacional de Ingeniería estudian la dinámica de unión o separación de cromosomas para fines médicos ingresando, de esa forma, a la ingeniería genética.

En la dirección de la cooperación multidisciplinaria se tiene también estrecho trabajo de físicos y médicos en el campo de la terapia del cáncer, que se realiza en el Instituto de Enfermedades Neoplásicas (INEN).

En nutrición, químicos del Instituto Peruano de Energía Nuclear e investigadores del Instituto de Investigaciones Nutricionales analizan los nutrientes en las dietas populares con el fin de proponer una dieta balanceada y económica.

Finalmente, cabe mencionar que ingenieros, biólogos y químicos nucleares del Centro Nuclear de Huarangal RACSO investigan nuevos radiofármacos, poniendo al país a nivel internacional en temas de tecnologías de la salud.

Los avances multidisciplinarios de las investigaciones en salud se han realizado en un marco de constante comunicación en la comunidad científica y tecnológica de salud, convocada desde los años 80 por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC).

En los diversos eventos organizados por CONCYTEC -para analizar la realidad de investigación y proponer las medidas o reforzamientos, cambios o actualización- se han congregado médicos, odontólogos, médicos veterinarios, farmacéuticos, enfermeras, biólogos, nutricionistas, obstetras, asistentes sociales, tecnólogos médicos, sociólogos, antropólogos, psicólogos, economistas, educadores, arqueólogos, ingenieros sanitarios, mecánicos, electrónicos, físicos, químicos, arquitectos de salud y otros afines.

Por otro lado, como sucede en casi todas las actividades humanas, la información computadorizada ha adquirido un valor muy alto. En tal sentido, con el auspicio de la Organización Panamericana de la Salud (OPS), se ha creado la Red de Bibliotecas en Salud, cuyo punto focal es la biblioteca de la Universidad Cayetano Heredia.

En la década de los 90, el auspicio del CONCYTEC ha permitido varias investigaciones y la publicación de una serie de libros en campos prioritarios, como los de adolescencia, evaluación de proyectos de investigación en salud, medicina tradicional, nutrición y bioquímica.

Finalmente, como muestra del carácter multidisciplinario del tema de salud, es pertinente mencionar que el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) permitirá la participación de expertos internacionales para que la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Ingeniería, la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos y el Instituto Peruano de Energía Nuclear ofrezcan la Primera Maestría de Física Médica en el Perú.

Es oportuno mencionar que el Estado ha priorizado el Sector Salud. Ello, de traducirse en recursos para la investigación científica y tecnológica, se expresará en el florecimiento de laboratorios con científicos y tecnólogos de primer nivel en el campo de las ciencias y tecnologías de ese sector.

## **Diplomacia nuclear**

Opinión Nacional, 1 de julio de 1994

En Corea del Norte y sus vecinos tigres de la tecnología surgen voces de alarma nuclear que hace correr tinta por todos lados, oscureciendo el paisaje y haciéndonos perder un poco el buen sentido del análisis de la diplomacia nuclear. Avanzando hacia campo abierto, podemos notar varios aspectos valiosos para comprender los eventos actuales internacionales y nacionales.

Cuando los científicos liderados por el físico Robert Oppenheimer lograron la primera explosión nuclear, en julio de 1945, la historia de la humanidad adquirió un componente de temor a las fuerzas de la naturaleza desencadenadas en los laboratorios. Pero fue con el bombardeo nuclear de las ciudades de Hiroshima y Nagasaki que se liberó al terror nuclear, el que invadió brutalmente la conciencia colectiva. Por esa persecución del poder que tienen los Estados, los trágicos sucesos de Hiroshima y Nagasaki, dieron lugar a una febril carrera hacia la bomba nuclear.

En 1957, los países detentores de bombas nucleares promovieron la creación del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), con el objetivo de transferir la tecnología nuclear a todo país que se comprometa a no usarla para fines militares, dando lugar al Tratado de No Proliferación de Armas Nucleares (TNP).

No es difícil imaginar por qué los más entusiastas firmantes del TNP fueron los países que, no teniendo armas nucleares, estaban lejos de construirlas con sus propios medios, mientras que los países con alto desarrollo nuclear no quisieran adherir al mismo Tratado.

Contra la credibilidad del Tratado estaba también el interés de las Fuerzas Armadas de los países por dominar las instituciones relacionadas con la energía nuclear.

Era de esperarse que algunos países entren al TNP con la intención de adquirir la tecnología para luego abandonarlo. Después de todo, ante sus ojos el tratado parecía injusto. ¿Por qué eternizar el dominio atómico militar de unas cuantas potencias? Ello no parecía sostenible en el largo plazo.

No es extraño entonces que comenzaran a surgir países con secretas intenciones de contar con sus bombas ni que algunos desarrollen subrepticamente su tecnología nuclear militar.

Hoy en día, lo nuevo es que en las relaciones internacionales se establezca una distensión entre las dos super potencias nucleares y que haya más tiempo para hurgar en los laboratorios de los antiguos aprendices.

En América Latina Brasil y Argentina han comenzado a otorgarse confianza mutua en los campos nucleares. Chile da signos de querer entrar en los terrenos de la confianza nuclear con sus vecinos.

En el Perú, después de una entusiasta participación de militares en el desarrollo nuclear, lográndose en un multimillonario proyecto con Argentina, que les permitió adquirir los rudimentos de tecnología nuclear, hoy no queda uno solo en el Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN), institución responsable del desarrollo nuclear en el país.

Las ciencias nucleares, promovidas y desarrolladas por el IPEN, se aplican en todos los sectores de la actividad humana. Sin embargo, por razones históricas, el IPEN se encuentra en el Sector Energía y Minas que, según sus lineamientos de política, no parece estar interesado en responsabilizarse de las aplicaciones nucleares en el país.

En suma, mientras que en el ámbito internacional hay mucho nerviosismo nuclear y los países de América Latina intensifican sus lazos de cooperación en ese campo, en el Perú estamos dejando a la deriva una tecnología de múltiples aplicaciones. Ello no parece ajeno al desgano gubernamental en lo que, en general, a ciencia y tecnología se refiere. El asunto carecería de importancia si este desgano no comprometiera el desarrollo integral y sostenido del país.

### **Ciencia escolar en homenaje a Lima**

Suplemento Dominical. Sección: Especial. 16 de enero de 1994.

Cada año, el día de su aniversario, Lima ha recibido homenaje con diversas manifestaciones musicales, literarias, deportivas, etc. Pero este año, en las cercanías del año 2000, aparece un estilo de homenaje a tono con los tiempos: "La Primera Muestra Escolar de Ciencia y Tecnología".

Como una demostración de originalidad, los protagonistas del homenaje vienen de las cuatro regiones del Perú -de los cuatro suyos dirían nuestros ancestros-. Es más, los que vienen a rendir homenaje a la ciudad capital son niños, los que constituyen, sin eufemismos, el futuro del país, aquellos que hoy en día son el centro de las preocupaciones de los organismos nacionales y extranjeros.

Niños provenientes de 25 centros educativos traen consigo los proyectos científicos desarrollados en sus colegios, con asesoramiento de sus maestros, ganadores departamentales y regionales en la III Feria Escolar Nacional de Ciencia y Tecnología organizada por el CONCYTEC en 1993. Esos proyectos serán expuestos en el patio principal del ex edificio del Ministerio de Educación en el Parque Universitario, abierto a la comunidad entera.

Para nadie cabe duda, que la ciencia y la tecnología serán los elementos fundamentales para desarrollar el Perú. Los gremios profesionales, empresariales, las universidades, los dirigentes políticos, y los líderes de opinión, reiteran en toda ocasión, que sin ciencia y tecnología no hay solución a los problemas del país.

Por otro lado, todos estamos convencidos que la Educación Nacional debe ser modernizada en su contenido y en su forma. En tal sentido, valorizar la ciencia y la tecnología en el nivel escolar, valorizar la creatividad en los niños, mostrar nuestra admiración por escolares ganadores de premios científicos y tecnológicos, significa cambiar de fondo y de forma el tratamiento de la educación en nuestro país, secularmente reducida al memorismo y a la rutina.

En la III Feria Escolar Nacional de Ciencia y Tecnología, los ganadores fueron alumnos del colegio Teniente Manuel Cavero, en la Región Oriente, realizaron un "Filtro doméstico"; Lily Portugal del Colegio Corazón de María de Tacna, con "Aislamiento, identificación y letalidad de enterobacterias patógenas de tallo corto"; Luis Lozano del Colegio Francisco de Paula Gonzales Vigil de Ica, con la "Computadora artesanal y el aprendizaje audiovisual"; y alumnos del Colegio César Vallejo de Tumbes con el trabajo "Control automático de fluidos y sensor de niveles". Los trabajos fueron calificados tomando en cuenta el empleo de su creatividad para resolver problemas nacionales, su trascendencia económica y social. Ello significa una perspectiva realista y práctica de la ciencia y la tecnología en el país.

Por ello, la presentación de los niños premiados de la mencionada Feria, en Lima, como un homenaje por su aniversario, es un indicio que algo profundo está cambiando para bien del país.

## **Iluminacion inteligente**

Suplemento Dominical. Sección: Ciencia. 18 de diciembre de 1994.

La ingeniería de iluminación ha fusionado la ciencia y el arte para ofrecer al ser humano justo lo que la vista necesita. Claridad y descanso. Hoy, a través de software especializado,

la tecnología creada por científicos e ingenieros de diversas instituciones internacionales es transferida a todos los lugares del mundo. De esa forma, la computadora se ha convertido en la inseparable compañera de los ingenieros de iluminación.

Sólo para poner un ejemplo, mencionemos el alumbrado deportivo. Este no sólo debe satisfacer las necesidades de los espectadores y participantes, sino que tiene que ser adecuada a los requerimientos de la televisión a color. Ello conlleva a determinaciones muy especiales de iluminancia hasta para cuatro posiciones del observador.

El estadio SkyDome de Toronto, con capacidad de 56,000 espectadores sentados, ofrece posibilidades para una amplia gama de deportes, así como para conciertos, ferias, entre otras actividades. El estadio consta de 776 puntos luminosos con 11 formas de conmutación que cubren las posibilidades del estadio. Para el cálculo de la iluminación de este estadio, que debía respetar los requerimientos internacionales, se usó un software especializado, sin el cual no habría sido posible realizarlo.

El uso de las computadoras y el software adecuado hacen fácil hoy simular la iluminación, de modo que pueda apreciarse los efectos de las diversas posiciones y características de las luminarias. Esta simulación permitirá la selección de la iluminación considerando el diseño arquitectónico del ambiente.

El análisis también tiene en cuenta los costos, de modo que la selección se convierte en técnico-económica. En la simulación se escogen los datos de las luminarias, las que existen en diversas formas.

La computadora con el software adecuado guarda en su memoria el trabajo de ingenieros y científicos, los que han tenido que investigar intensamente para que los cálculos de alumbrado demoren sólo segundos.

La Ing. Lucy Cabrera, experta en iluminación de Philips, nos señala que el uso de la computadora en los proyectos de iluminación ha permitido una simbiosis hombre-máquina, puesto que el ingeniero domina el ambiente, usando su imaginación para el diseño, obteniendo de la computadora los resultados técnico-económicos de su selección.

Cabe mencionar que el uso de la computadora en todos los ámbitos de la actividad humana ha revolucionado los ambientes de investigación y desarrollo. Día a día se va incorporando conocimiento científico a paquetes especializados, que intensifican el componente tecnológico en los diversos proyectos. En ese sentido, el caso de la iluminación muestra, en todo su esplendor, el dominio total que está adquiriendo la computadora en ingeniería.

## **Científicos e ingenieros siglo XXI**

Suplemento Dominical. Sección: Ciencia. 25 de diciembre de 1994.

Durante el año 1994 se ha consolidado el perfil del profesional que triunfará en el siglo XXI, caracterizado por una total globalización y una intensa competencia científica,

tecnológica y comercial. Si no queremos que nuestros niños vivan ese siglo en condición desventajosa, debemos urgentemente crear los ambientes de formación, donde desarrollen plenamente sus potencialidades de imaginación y creatividad.

Para lograr una óptima formación en ciencia y tecnología, los niños tendrán que entrenarse con ingenieros y científicos profesionales, que conozcan su tema y sobre todo que tengan pasión por la ciencia para poder trasmitirla e incentivar el interés infantil . Asimismo, los futuros investigadores están en la necesidad de familiarizarse con el medio científico, conocer a los investigadores, sus laboratorios y los resultados de los trabajos que se realizan en el Perú y en el mundo.

Con ese espíritu, un grupo de científicos e ingenieros de universidades e institutos de investigación, con experiencia en el extranjero crearon el Centro de Preparación para la Ciencia y Tecnología (CEPRECYT), dedicado principalmente a la formación de futuros científicos e ingenieros desde temprana edad.

La creación del CEPRECYT responde al fulgurante avance científico tecnológico mundial, que no cesa de entregarnos nuevos conocimientos y sorprendentes productos tecnológicos. Su objetivo es lograr una generación de profesionales que sean capaces de competir en una economía globalizada y poder crear productos de calidad internacional. Con ello se logrará que nuestro país deje la situación de pobreza y dependencia absoluta. Esta situación será reemplazada por un país creativo, competitivo, respetado, admirado por su pasado milenario y sus productos competitivos actuales.

Hoy, los analistas internacionales coinciden en señalar que la riqueza principal es el conocimiento. Los profesionales de éxito serán precisamente aquellos entrenados para estar en permanente aprendizaje y en un estado de creatividad constante.

Un profesional así no se hace de la noche a la mañana. Se logra con una formación de los niños que tengan gozo al aprender, que vivan en medio favorable a la ciencia, donde todos compartan los placeres del deporte mental que constituye el esfuerzo por comprender la naturaleza, experimentando, buscando explicaciones, creando teorías, exponiéndolas ante los compañeros, contratándolas con la experiencia.

El Perú actual necesita echar las bases para el progreso. Ello se logra preparando a nuestros niños. Los conocimientos y creatividad de ellos será la única riqueza de nuestro país para el siglo XXI.

### **Regalemos una escuela**

Opinión Nacional, 27 de diciembre de 1994.

La navidad viene a ser un período de reflexión sobre todo dirigido al tema de los niños. Aunque aparentemente sea una exageración tenemos que decir que la forma en que se expresa ese amor va a determinar el futuro de las Naciones.

Lo que acabamos de afirmar se repite anualmente en todas las ceremonias. Cuando se escucha estas frases en los discursos oficiales suena a un insulto, porque, con una niñez en gran parte abandonada, con sólo formas para llenar el vacío de sentimientos nacionales. Cerrados en círculos institucionales nos entregamos regalos mutuamente y nos olvidamos que el verdadero sentido de la Navidad es amor a toda la Nación, aquella de la cual no están excluidos los niños abandonados por el Estado, fiel guardián de los recursos financieros, que cierra sus arcas a los hijos más pobres de la Nación.

Lo más grave, sin embargo, es que la Nación no parece comprender que su propio futuro depende del amor que sea capaz de sentir por sus hijos más pequeños, los niños.

Las naciones han desarrollado valores culturales que se manifiestan en su forma de "hacer regalos" a los niños. En los países occidentales, se acostumbra regalar objetos, mientras que en los países asiáticos no occidentalizados se prefiere dar oportunidades de estudio, de formación intelectual. Esta diferencia determina el futuro de las Naciones.

Para aquellos que sean duros de corazón, sólo queda plantear hipótesis extremas. ¿Qué pasaría si dejamos de educar a nuestros hijos, abandonándolos en la intemperie intelectual?. Simplemente, en el siglo XXI tendríamos caos y pobreza absoluta al punto de que en el país imperaría la barbarie.

La hipótesis opuesta a la arriba planteada es ¿qué pasaría si todos los niños tuvieran alcance a una buena escuela, con profesores bien preparados y dedicados de alma y corazón?. La respuesta no es hipotética, la encontramos en los países que sí se han preocupado por darle una buena educación a los niños, países donde adultos y ancianos llevan una vida decorosa.

Mucho se habla de la madre que entrega su vida en favor de sus hijos, que hace todo lo que esté a su alcance para darles lo mejor. La Nación, en ese mismo sentido, tiene que proporcionar lo necesario para que los niños tengan posibilidades de construir otra Nación, más grande, más fuerte, más solidaria, donde no haya lugar al abandono de los niños. Los resultados de nuestro desentendimiento nacional por los niños son concretos: más desnutrición, más abandono escolar, más enfermedades generadas por la pobreza. Esto no es ficción: es una realidad que surge como una bofetada de los estudios estadísticos en los hospitales y en las escuelas. Esos resultados se ponen en evidencia en las calles, donde niños sin padres y abandonados por la Nación sobreviven alimentándose de frustración y soledad, agredidos por la intemperie a la que la Nación los condena mientras deja que el Estado reparta las riquezas según las decisiones extrañas.

Cuentan que los vientos soplan en favor de un Estado que prioriza la Salud y la Educación. Lo que no se ha esclarecido es la salud y la educación de quiénes. Porque no se ven mejorar por los lugares donde viven los más pobres. Siempre pensando que los objetos, pensando que lo material es el mejor regalo, se han hecho edificaciones, inauguradas pomposamente, calificándolas de escuelas.

Para los niños, la escuela es la comunión entre ellos y sus maestros. Escuela es el intercambio de la pasión por aprender y el amor de los maestros con vocación para enseñar y formar generaciones con futuro.

Para una buena escuela, el edificio es lo de menos. Lo principal es la calidad de lo que se intercambia entre niños y maestros. En tal sentido, el mejor regalo navideño hubiera sido la inauguración de una escuela verdadera.

## **Fiesta de la Ciencia 1994**

Opinión Nacional, 19 de diciembre de 1994.

El sábado 17 de diciembre, en el Parque Central de Miraflores, la ciencia y tecnología peruanas estuvieron de fiesta. Los invitados especiales fueron los investigadores que habían desarrollado trabajos que de alguna manera fueron distinguidos durante el año 1994. La fiesta fue abierta. Ello permitió un diálogo fructífero entre los participantes y los investigadores, los que prodigaron las explicaciones sobre sus trabajos.

El objetivo de la Fiesta de la Ciencia 1994, como la realizada en 1993, es promover el desarrollo científico y tecnológico en el país; incentivar el interés por la ciencia en la comunidad, especialmente entre los niños; establecer un medio de comunicación entre los científicos peruanos y la comunidad nacional; mostrar y explicar las posibilidades de la ciencia y la tecnología en la solución de problemas nacionales; establecer una fiesta anual dedicada a la ciencia y la tecnología peruanas.

Entre los trabajos que destacaron se puede mencionar "Una Incubadora para Niños o Neonatos de Alto Riesgo", dirigido por el enfermero Bruno Castrillón de la Universidad Católica, trabajo que recibió el Premio CPT-TELEDATA 1994. El mencionado profesional concibió la idea del proyecto en un hospital cajamarquino, cuando un recién nacido, por falta de una incubadora, perdió la vida en sus brazos. En ese momento inició un intenso trabajo de investigación, convenciendo a los ingenieros electrónicos de la Universidad para participar en el proyecto, el que culminó con éxito y hoy es reconocido por todos.

La Universidad Católica también exhibió los equipos de Laboratorio para el Estudio de las Propiedades de los Productos Naturales, bajo la dirección de la doctora Olga Lock.

Investigadores del Laboratorio de Energía Solar de la UNI explicaron la forma cómo esta fuente de energía está siendo difundida en todo el país, la que recibe aceptación sobre todo en pueblos alejados de las redes eléctricas. La UNI presentó también equipos del laboratorio de películas delgadas y un robot controlado por computadora. Este último trabajo fue dirigido por el ingeniero José Machuca, ganando el premio INTERCOM 1994 de la Universidad Ricardo Palma. La Universidad Nacional Agraria (UNA) presentó Plántulas in vitro de vegetales como parte de las investigaciones del Laboratorio para la Conservación de Germoplasma en Peligro de Extensión.

Científicos del Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial (INIAA), presentaron los resultados de investigaciones sobre la papa, ganador del Premio a la Papa realizado en París, en agosto de 1994.

El Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN) mostró la "Tecnología de Irradiación de Alimentos y Radio esterilización de Material Médico Quirúrgico" así como el proyecto "Diseño y Construcción de un prototipo de medidor de densidad de suelos", realizado por la tesista Beatriz Huapaya de la Universidad Ricardo Palma.

En la Fiesta también se pudo observar los avances en física de la atmósfera, estaciones e instrumental hidrológicos e hidrometeorológicos, imágenes satélites y mapas del tiempo, realizados por SENAMHI.

El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET) llevó a la Fiesta los resultados de sus investigaciones sobre rocas y colección de rocas, minerales y fósiles y microscopio con minerales de oro.

El Centro de Preparación para la Ciencia y Tecnología (CEPRECYT) entretuvo a los niños con experimentos recreativos, absolviendo sus innumerables preguntas respecto a temas de la ciencia y la tecnología.

El CONCYTEC llevó los libros publicados así como una serie de videos sobre las actividades que ha realizado en 1994. En resumen, podríamos decir que la Fiesta de la Ciencia 1994, así como la de 1993, permitió alimentar la llama de la esperanza científica en el país.

### **Periodismo científico: la noticia trascendente**

Suplemento Dominical. Sección: Ciencia. 11 de diciembre de 1994.

El mundo está en efervescencia científica y tecnológica. Cada día, de los laboratorios salen descubrimientos que revolucionan la vida. Las velocidades de las computadoras constituyen un permanente reto al cerebro, el que debe buscar la mejor forma de explotarlas. Los superconductores abren la posibilidad de un dramático cambio tecnológico. Los laboratorios espaciales nos entregan los secretos más lejanos y extraordinarios del universo, que echan luz sobre el origen de la vida misma.

Paralelamente al fulgurante avance científico tecnológico, la humanidad es confrontada con problemas éticos generados precisamente de ese avance. La manipulación genética, que burla los cauces naturales de la evolución, abre controversias en la comunidad. Por otro lado, los recientes descubrimientos de que en el pasado se experimentó con seres humanos, sobre los efectos de la radiactividad, han puesto en tela de juicio las acciones de laboratorios secretos.

Además, la próxima reunión internacional sobre el tratado de no proliferación nuclear regresa a la actualidad el peligro nuclear, el que mantiene amenazada la supervivencia de la humanidad.

Asimismo, la permanente destrucción del medio ambiente, por industrias tecnológicamente retrasadas, atrae la atención de la opinión pública sobre la relación de la ciencia y la

tecnología con la naturaleza y la vida. El efecto invernadero y la ruptura de la capa de ozono son temas de investigaciones.

En la otra ribera del desarrollo, países tecnológicamente minusválidos no cuentan con un desarrollo científico tecnológico suficiente como para alejarse de la pobreza extrema.

En este contexto, el Perú, tenazmente, trata de reorganizar sus cuadros científicos y tecnológicos, después de un desbande producto de la crisis. Busca afanosamente direcciones de investigación que sean significativas para el desarrollo, trata de lograr vínculos sólidos entre los centros de investigación y la empresa. Los laboratorios buscan proyectar su imagen a la sociedad, para lograr reconocimiento y apoyo.

Todo lo anterior pone de relieve la importancia del periodismo científico, el que debe llevar las noticias y las preocupaciones de los laboratorios hacia la comunidad. El periodismo científico deberá crear rápidamente un ambiente cultural favorable a la ciencia y la tecnología.

Por ello, es saludable los esfuerzos que realiza el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC) tendientes a estimular a los periodistas que escogen el campo de la ciencia y la tecnología como terreno para hacerse una hermosa carrera. Cabe mencionar que la especialidad de periodismo científico es muy apreciada en los países desarrollados y será aún más valiosa en el Perú, sobre todo en el siglo XXI. En tal sentido, los jóvenes periodistas podrán buscar la noticia trascendente en los centros de investigación del país, el que no quiere quedarse en la pobreza teniendo los conocimientos para alejarse de ella.

### **Creatividad educativa**

Opinión Nacional. 13 de diciembre de 1994.

El Ingeniero Pedro Villena, desde el rectorado de la Universidad de Huamanga, supo valorar el conocimiento y el esfuerzo de los estudiantes por alcanzar niveles de excelencia. Lo hizo en la práctica, no sólo en el verbo. En Huamanga ha establecido el encuentro anual de los mejores estudiantes universitarios, los que hacen propuestas innovadoras, generadas en sus mentes ambiciosas e imaginativas.

Compartir momentos con los mejores cerebros del país, en su período de mayor creatividad, es una experiencia extraordinaria. Por otro lado, con el Ingeniero Pedro Villena, la Universidad de Huamanga reinició su labor impulsora de la ciencia, la tecnología y la cultura, superando el período de violencia y barbarie a la que fue impuesta.

El Ingeniero Pedro Villena tiene hoy la responsabilidad del más crucial de los sectores: Educación. Es notorio que desde el inicio de su ejercicio como ministro ha mostrado interés por la ciencia y la tecnología. Por primera vez en la historia de las versiones de la Feria Nacional Escolar de Ciencia y Tecnología, organizada por el Concytec, un ministro de Educación entregó personalmente los premios a los ganadores regionales de la Feria.

Otra de las tantas muestras del interés por la ciencia y la tecnología del actual Ministro de Educación es su sorpresiva visita al Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN). Estos gestos del Ingeniero Pedro Villena no constituyen un azar. Antes de ser ministro, estaba convencido que la educación en ciencia y tecnología constituye la base para cualquier política de desarrollo. Asimismo, el ministro sabe que el IPEN tiene bajo su responsabilidad el mayor complejo científico y tecnológico del país, que ha costado la inversión de 150 millones de dólares y que debe ser mejor utilizado.

El sector de Educación es, sin lugar a dudas, el que mejor puede aprovechar las instalaciones del IPEN. Esta institución cuenta con el complejo científico tecnológico Centro Nuclear "RACSO" de Huarangal, donde puede instalarse en condiciones ideales un centro para la capacitación de profesores de ciencias. Construido en las laderas de Huarangal, con una hermosa vista al valle del Chillón, el Centro es apropiado para una ciudadela científica, lugar de reflexión y de cursos intensivos de ciencia y tecnología. El Centro "RACSO" cuenta con un moderno reactor de investigaciones, una planta de producción de radioisótopos, laboratorios de física, química y biología y un centro de protección radiológica.

La educación debe ser priorizada. En el proceso de modernización de la enseñanza, especialmente de la ciencia y la tecnología, tendrán que participar todos los sectores. En forma muy especial, la Universidad tiene allí el importantísimo rol de capacitación de profesores y de diseñar la modernización global.

Asimismo, siguiendo las ideas del Ingeniero Villena, los mejores alumnos universitarios, podrán ser invitados a pasar una semana en Huarangal. Allí, con el paisaje que fusiona la naturaleza y la tecnología, la élite intelectual del Perú podrá dar rienda suelta a su creatividad, señalando las grandes avenidas de desarrollo.

Pero talvez el Centro "RACSO" sea aún más valioso para encender la chispa científica y tecnológica de los escolares, de los más pequeños. En la ciudadela de Huarangal, los niños encuentran la extensión geográfica y tecnológica ideales para su imaginación. Cabe señalar que el Centro de Preparación para la Ciencia y Tecnología (Ceprecyt) ha organizado visitas de niños a Huarangal, lo que ha resultado una alentadora experiencia.

Podemos concluir proponiendo la conjugación de las experiencias educativas arriba señaladas, las que se han llevado a cabo en diversos ámbitos, para promover el mejoramiento de la enseñanza de la ciencia y la tecnología. Con la colaboración interinstitucional, estos esfuerzos tendrán efectos más rotundos y trascendentes en la modernización de la Educación.

## **Paz con desarme nuclear**

Sección: Opinión Internacional. 7 de diciembre de 1994

Hace poco, en Villa Giardino, Córdoba, Argentina, se realizó la Conferencia Internacional sobre el punto de vista Latinoamericano acerca de la Extensión del Tratado de No-

Proliferación Nuclear (TNP). Esta reunión, en la que participaron físicos latinoamericanos y expertos internacionales sobre el tema, fue motivada por la proximidad de la Conferencia sobre la Revisión y Extensión del TNP, que tendrán las partes del Tratado, en 1995.

El TNP, firmado en 1970, establece el derecho de las potencias nucleares para mantener su poder nuclear y la obligación de los países no nuclearizados de mantenerse en esa situación, para no incrementar la proliferación nuclear, que daría lugar a una mayor inseguridad para la humanidad. Según el tratado, los países nuclearizados deberían, sin embargo, frenar su carrera nuclear.

Evidentemente, el TNP es asimétrico e injusto porque tiende a perdurar el desequilibrio entre países nuclearizados y países no nuclearizados. Por otro lado, el TNP es débil en tanto que los países con posibilidades tecnológicas de construir armas nucleares no lo firman. Algunos de ellos, como Israel, alimenta la ambigüedad sobre su potencia nuclear. En América del Sur, los países con mayor desarrollo nuclear (Argentina, Brasil y Chile) no firman hasta ahora el TNP, aunque Argentina manifiesta su intención de hacerlo.

Cabe señalar, sin embargo, que América Latina ha mostrado su decisión de que su territorio esté libre de armas nucleares al crear, en 1967, el Tratado de Tlatelolco, oficialmente conocido como Tratado para la Prohibición de Armas Nucleares en América Latina.

Por otro lado, Argentina y Brasil han firmado un acuerdo que establece un sistema común de contabilidad y control de materiales nucleares, lo que impediría que uno de estos países construya armas nucleares sin conocimiento del otro.

En el campo de las potencias nucleares, el derrumbe de la Unión Soviética, ha significado un relajamiento en las relaciones entre su heredero nuclear, Rusia, y los Estados Unidos. Ello ha cambiado considerablemente el panorama de las negociaciones. Sin embargo, el arsenal nuclear acumulado por estas potencias es suficiente como para poner en peligro el futuro de la humanidad.

Ante esta situación, los físicos latinoamericanos proponen como objetivo final un mundo completamente libre de armas nucleares. Sólo la eliminación de éstas eliminaría el carácter discriminatorio de las relaciones internacionales respecto al desarme nuclear.

Si las potencias nucleares tienen el mismo objetivo deberían dar pasos concretos hacia ello, comenzando con el establecimiento de un cronograma. Por lo menos, en las actuales circunstancias, según la declaración de Villa Gardino, debe cesarse la producción de armas nucleares y debe acelerarse drásticamente la reducción de arsenales nucleares existentes. Es necesario parar la producción de materiales fisionables para su uso en armas nucleares en una fecha fijada y la eliminación gradual de las existencias de los mismos. Asimismo, los países nuclearizados deben dar garantías de no agresión a los países no nuclearizados. Finalmente, los países nuclearizados deben acordar que ninguno de ellos sea el primero en usar armas nucleares.

La recomendación de la reunión de Villa Gardino en extender el TNP por uno o más períodos renovables ligados a la puesta en práctica de medidas específicas sobre desarme

nuclear, que culminen con la eliminación total de las armas nucleares. Se rechaza una extensión indefinida del TNP porque implicaría la retención permanente de las armas nucleares por parte de quienes las poseen y el mantenimiento de los aspectos discriminatorios del Tratado. La demostración de los deseos de paz y tranquilidad nuclear que han dado los países latinoamericanos les otorga autoridad para exigir la destrucción de las armas nucleares que amenazan al mundo.

### **Investigadores y sociedad: conversar con los científicos**

Suplemento Dominical. Sección: Ciencia. 4 de diciembre de 1994.

La comunicación de los investigadores científicos y tecnológicos es muy limitada en nuestro país. Difícilmente la población tiene oportunidad de preguntar a los científicos sobre sus trabajos en forma personal y entablar un diálogo que será muy provechoso para todos. Para romper esta barrera, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC) y el Centro de Preparación para la Ciencia y Tecnología (CEPRECYT), desde 1993, decidieron organizar la Fiesta de la Ciencia cada fin de año.

En la Fiesta de la Ciencia, los científicos y tecnólogos distinguidos con algún premio o distinción se ponen a disposición de todos, para explicar la naturaleza de su trabajo y los resultados obtenidos.

De acuerdo a la experiencia del año 1993, los más entusiastas asistentes a la Fiesta son los niños, quienes satisfacen su curiosidad por saber todo, preguntando directamente a los actores de la ciencia en el país. La Fiesta de la Ciencia también es oportunidad para presentar los logros de la investigación en las instituciones especializadas o en las universidades.

Los temas de investigación que se desarrollan en el país son variados. Uno de los temas cultivados desde hace mucho es sobre los recursos naturales, el que ha sido incentivado por las enormes riquezas con las que cuenta el país. Este campo se ha enriquecido por la preocupación por proteger el medio ambiente, que hoy en día toma potencialidad especial por la existencia de laboratorios especiales de análisis, que incluye el reactor RP-10 del Centro Nuclear "RACSO" de Huarangal.

Recientemente, los descubrimientos de las propiedades curativas de plantas peruanas las ha convertido en tema de investigación de químicos, biólogos y médicos, logrando éxito de resonancia mundial.

Otro campo natural de investigación es la actividad sísmica y vulcanológica en el país, así como trabajos de geofísica y astronomía, relacionados con las especiales características del suelo peruano.

Pero, también, los investigadores peruanos han salido del territorio para investigar en Antártida, demostrando un amplio dominio de las técnicas de análisis de la alta atmósfera.

La electrónica ha tenido un impulso muy particular en estos tiempos, sobre todo incentivado por la cascada tecnológica que ha caído sobre nuestro país, especialmente relacionada con las telecomunicaciones, la automatización y control en diversos sectores productivos. Entre las actividades más "globalizantes" está la microelectrónica, tema que hoy es impulsado por varias universidades.

El Perú ha empezado, igualmente, investigaciones en biotecnologías, aplicadas al diagnóstico temprano de enfermedades o el mejoramiento de plantas.

Por otro lado, las ciencias nucleares son hoy aplicadas en todas las ciencias y las ingenierías desarrolladas en el país.

Estos son algunos campos científicos y tecnológicos, sobre los cuales los asistentes a la Fiesta de la Ciencia podrán preguntar directamente a los investigadores. También se podrá conversar con los investigadores que trabajan en el extranjero y que vienen por fiestas navideñas.

Con la Fiesta de la Ciencia se pretende, entonces, romper el hielo que parecía existir entre los laboratorios y el Perú cotidiano.

### **La deuda tecnológica**

Opinión Nacional, 1 de diciembre de 1994.

Demasiado se habla del ejemplo de los tigres del Asia para luego seguir direcciones opuestas a las recorridas por esos países, ejemplos del liberalismo, tan apreciados hoy por todos. Si tomamos en cuenta la trascendencia del tema de la investigación tecnológica para el desarrollo del país -aspecto que se pensó iba ser uno de los pilares de la política del actual gobierno- la tecnología constituye tal vez la más notoria de las promesas no cumplidas.

En el número de septiembre de 1994 de la revista "Comercio Exterior" de México se trata el tema tecnológico, del cual tomaremos algunos puntos.

En el mundo desarrollado se observa que la inversión en Investigación y Desarrollo (ID) sigue aumentando desde los años setenta, inclusive en períodos de recesión.

Los institutos estatales de ID reciben amplio apoyo del Estado en los países desarrollados. Por ejemplo, en E.E.U.U. se apunta hacia el fortalecimiento del Estado en ID. Asimismo, se observa una creciente importancia del conocimiento y de las habilidades en la producción. Ello está llevando a pensar que dentro de poco se crearán barreras a la difusión del conocimiento científico.

En Corea del sur, las empresas privadas acuden a los institutos de ID para aumentar su potencial. La relación con estos otorgó a las empresas obtener una posición negociadora favorable para obtener tecnología extranjera. Cabe mencionar que cuando la Corning Glass

se rehusó a transferir a Corea la tecnología para producir fibra óptica en 1977, los mayores productores de cobre de Corea desarrollaron un proyecto conjunto con un instituto público de ID.

En América Latina, Jaime Aboites explica cómo México ha llevado a cabo sus cambios estructurales hacia el liberalismo. Hoy, ese país ha logrado estabilidad económica, liberación de los mercados, repliegue del gobierno de las actividades productivas y regulatorias y una nueva concepción de las instituciones y de la política científica y tecnológica (PCT). Se observa que la innovación y el aprendizaje tecnológicos han sido fundamentales para el dinamismo exportador. El éxito o fracaso de los países que compiten en los mercados internacionales se vincula al arreglo particular entre la estructura productiva, la PCT y las instituciones.

En México, desde los años setenta se viene impulsando notablemente la ciencia y la tecnología, lo que dio lugar a la creación de un complejo institucional con gran influencia hasta hoy. Desde 1988 México, a través del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONACYT, creó fondos: 1) para el fortalecimiento de la infraestructura científica y tecnológica; 2) para retener en México y repatriar investigadores mexicanos; 3) para la creación de cátedras de excelencia, y 4) los proyectos de investigación científica. Cabe señalar que el 52 % del financiamiento del CONACYT fue usado para la formación de recursos humanos.

En el Perú, en estos cuatro años se ha vivido un período de transición hacia una estabilidad. Considerando que el conocimiento es fundamental para el desarrollo, en cuanto a ciencia y tecnología hemos retrocedido. Nuestros mejores cuadros han sido "incentivados" para renunciar a la investigación en el país y casi diríamos que se ha prohibido hacer investigación científica y tecnológica.

Tenemos que recuperar el tiempo perdido. No se necesita pensar mucho ni hacer grandes planes. México es un ejemplo. Logremos que retornen nuestros científicos e ingenieros, otorgándoles un status que signifique por lo menos un reconocimiento que su trabajo es valioso para el país.

Por enésima vez sería conveniente recordar al Presidente que al inicio de su mandato la Sociedad Peruana de Ciencia y Tecnología (SOPECYT) le propuso establecer la carrera del investigador. Esa medida es una deuda que tiene con su promesa de tecnología para el país.

## **Transporte de desechos**

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.

Microscopia electrónica. Investigación de materiales

#### **Suplemento Dominical. Sección: Ciencia. 21 de agosto de 1994.**

Los materiales en general, sean biológicos, metalúrgicos, mineros, geológicos, etc., a simple vista ofrecen un aspecto que no necesariamente deja entrever sus propiedades.

#### **Microscopio óptico**

Sin embargo, el invento del microscopio óptico -basado en las propiedades de la luz y las lentes ópticas- permitió observar hasta 0,4 ó 0,5 micras (milésimas de milímetro). Con este instrumento se pudo correlacionar el mundo microscópico con las propiedades de los materiales.

De paso, se pudo identificar formaciones biológicas, microbios, virus, etc., que originaban enfermedades muchas veces fatales. La identificación de los enemigos microscópicos permitió atacarlos eficazmente, haciendo, entonces, más poderosa a la ciencia médica.

Pero la luz está limitada por longitud de onda. Por ello, es que nace el microscopio electrónico, que en vez de luz usa rayos electrónicos. Dado que los electrones son partículas, su longitud de onda depende de su energía, entregada por campos eléctricos regulables.

### **Millón de veces más potente**

Con el microscopio electrónico se llega a distinguir distancias millones de veces más pequeñas que en el microscopio óptico. Con este poder se ha estudiado las propiedades de diversos materiales. De la forma cómo se organizan los átomos, de las distancias entre planos cristalinos, de las impurezas, de los defectos, cavidades u otras características -observables con el microscopio electrónico- dependen la dureza, las propiedades eléctricas, la transmitancia, la reflectancia, las propiedades magnéticas -entre otras- de los materiales.

Por ello, el microscopio electrónico ha permitido descubrir nuevos materiales. Entre los últimos descubrimientos en que ha jugado un importante rol este instrumento, se tienen los cuasi cristales -que ofrecen grandes perspectivas de aplicación- y la molécula de 60 átomos de carbono: una hermosa pelota como la de fútbol, pero de tamaños atómicos.

### **Microscopia en el Perú**

En el Perú se ha iniciado el estudio de materiales con microscopio electrónico. En el Hospital Arzobispo Loayza se usa este instrumento en el estudio de material biológico para fines médicos. En Petroperú se usa el microscopio electrónico para estudios petroleros. Cabe señalar que algunos reactivos usados en la industria petrolera son estudiados con este instrumento.

En la Facultad de Ciencias de la UNI se ha comenzado a usar un microscopio electrónico para el estudio de películas delgadas. Una película delgada metálica sobre vidrio es invisible, pero otorga al material propiedades eléctricas con diversas aplicaciones. La caracterización de esta película delgada es necesaria para mejorar su calidad.

Como vemos, la ciencia de los materiales, la biología y todos los dominios de la ciencia y la ingeniería tienen un aliado poderoso en el microscopio. Por ello, no es raro ver un microscopio electrónico prestando servicios en las más modernas empresas que producen nuevos materiales, o en los avanzados laboratorios biológicos o médicos.

### **Inquietudes nucleares**

Sección: Opinión Nacional, 18 de agosto de 1994.

En estos días ha surgido una serie de inquietantes noticias en torno a sustancias nucleares proliferantes, lo que pone de actualidad el tema de los riesgos de la tecnología y las actitudes de los países.

En el ámbito de la proliferación de armas nucleares, las actividades de desviación militar de Corea del Norte, movilizó a las Naciones Unidas, entablándose delicadas negociaciones para que ese país cese en su voluntad de armarse nuclearmente. Corea del Norte reaccionó en mil maneras, la última de las cuales fue la de proponer el intercambio de su renuncia al camino nuclear no pacifista por centrales nucleares de agua ligera, con menos posibilidades de producir combustible para bombas. Ello acompañado de financiamiento de grandes obras.

Para comprender mejor el problema, cabe señalar que los reactores de agua pesada usan el uranio natural que contiene casi completamente Uranio 238, el que al quemarse en esos reactores genera el plutonio 239, combustible ideal para las bombas atómicas. El plutonio 239 es relativamente fácil de extraer de los combustibles usados.

El otro combustible para bombas nucleares es el uranio 235, que se encuentra al 0.7 % en el uranio natural. El enriquecimiento del uranio natural en uranio 235, debido a sus características químicas iguales a las del uranio 238, es un problema tecnológico difícil de resolver. Por ello, los países en vías de desarrollo prefieren -para su camino militarista nuclear- la tecnología de los reactores de agua pesada y uranio natural (o ligeramente enriquecido). Por ese camino avanzó India, que hizo explotar su primera bomba en 1974. Se sabe que Israel tiene el monopolio atómico en la región que lo rodea. África del Sur domina la potencia nuclear, aunque recientemente ha destruido sus sistemas nucleares con componentes militares presionados por sus aliados occidentales, ante los cambios de poder producidos en ese país.

El gran barullo nuclear creado en torno a Corea del Norte, es cierto, obedece también a la particular situación política de ese país. En realidad, varios otros países avanzan en la misma dirección sin provocar temores exagerados.

Pero recientemente, el temor crece ante la posibilidad de tráfico de combustible nuclear provocado por el desbando tecnológico en Rusia. Esta situación se agrava ante la miniaturización de los dispositivos nucleares, lo que permite el transporte fácil de piezas nucleares.

En la Unión Soviética unos cien mil investigadores trabajaban en tecnología nuclear. Cinco mil de ellos se dedicaban a la obtención de plutonio. Esos últimos se encontrarían en laboratorios de países ávidos de tecnología nuclear.

Las últimas informaciones señalan que en algunos lugares de Rusia se vende clandestinamente plutonio y uranio enriquecido, que la mafia trata de dispersarlo en el mundo entero. Ello causa un justificado temor, sobre todo porque la mafia no vacila en sus actividades, aunque éstas pongan en peligro la vida humana.

El otro aspecto del problema se encuentra en los desechos nucleares, generados por la industria nuclear militarista. Otro tema pendiente es la destrucción del gigantesco arsenal con el que cuentan las potencias. Desafortunadamente, el término de la competencia entre las dos superpotencias no ha servido de incentivo para que todos los países depongan sus ambiciones nucleares militaristas.

No todo es alarmante. Entre Brasil y Argentina -las dos potencias de América del Sur- se ha iniciado un proceso de colaboración interesante, que abre las puertas a la confianza mutua. Chile, el aspirante más cercano de América del Sur, también ha dado muestras de tranquilidad atómica. Todo parece indicar, sin embargo, que los temores nucleares van a seguir. Queda comprender la tecnología y sus riesgos, para por lo menos no quedarse con miedo a lo desconocido.

### **Extraordinaria competencia internacional**

Opinión Nacional, 12 de agosto de 1994.

El Profesor Carlo Rubbia, premio Nobel de Física 1984, honró a la Sociedad Peruana de Física (SOPERFI) al mantener, con su presidente, un coloquio de 2 horas en la Embajada de Italia. Hacer un resumen de lo tratado es muy difícil. Sólo tocaré dos puntos: la competencia científica y la colaboración. Dejaremos para otra oportunidad los otros que son igualmente importantes.

Carlo Rubbia reconoce la existencia de una tremenda competencia científica y tecnológica entre Europa y E.E.U.U.. Para el renombrado físico, los países siempre compiten, generando una interesante e incesante actividad en diversos campos. Lo más notorio es la competencia deportiva, en la que los países se preparan para ser los primeros. Sin embargo, la competencia se da en todos los campos; creando, algunas veces, tremendas controversias, como por ejemplo la disputa por el descubrimiento del virus del SIDA, que llevó a los tribunales a un investigador francés y a un norteamericano. Por ese sentido de la competencia, intrínseca en el hombre, se escala picos, se baja a las profundidades del mar, se viaja a los polos, se inicia la carrera espacial. Por ello es que E.E.U.U. envió una tripulación a la Luna y observa el cosmos, los confines del universo, con grandes y complicados aparatos.

Hoy en día, con la misma intensidad se está compitiendo en la carrera hacia lo infinitamente pequeño, en el microcosmos. Para ello se construyen enormes aceleradores, con el fin de conocer los componentes elementales del universo y las interacciones existentes entre ellos.

La competencia internacional se aborda de diversa manera. Pero en cualquier forma, la cooperación es imprescindible. Por ello los países europeos se han unido para construir grandes laboratorios, los que les ha permitido recuperar el liderazgo científico y tecnológico, perdido, por razones bastante conocidas, en la Segunda Guerra Mundial.

En el campo de la física de partículas, Europa ha optado por colaboración abierta con todos los países del Mundo. En el Laboratorio Europeo para la Física de Partículas (CERN), científicos de todo el mundo participan en investigaciones sobre el microcosmos. América Latina participa de esta apertura de Europa al mundo de la ciencia.

Otro aspecto de la competencia es el dimensionamiento de las facilidades experimentales. En este sentido, los científicos norteamericanos emprendieron un gigantesco proyecto con un costo de 12 mil millones de dólares para la construcción del superconductor super colisionador (SSC), que permitiría descubrir las partículas elementales predichas por la teoría. El proyecto fue cancelado por el Congreso Norteamericano.

Los físicos europeos, más mesurados, proponen la construcción del gran colisionador de hadrones (LHC), el que, según Carlo Rubbia, permitirá descubrir lo mismo que hubiera sido posible con el SSC, pero a un costo mucho menor.

La competencia entre los dos continentes en el campo de la ciencia y la tecnología es muy interesante y productiva. Esta nos permite conocer mejor el microcosmos, que echa luces también sobre el macrocosmos y el origen del universo. Pero también genera un desarrollo tecnológico que da solución a múltiples problemas por los que atraviesa la humanidad.

En tal sentido, Carlo Rubbia está convencido que para tener esperanzas de resolver los graves problemas de la humanidad es necesario acelerar las investigaciones. Y ello se logra en el marco de la competencia internacional.

Las ideas del científico italiano deben servir de guía para los científicos del mundo entero, pero especialmente para los peruanos. La colaboración, esencial para una competencia con posibilidades de éxito tendrá que intensificarse entre las instituciones. Este aspecto está comenzando a abordarse en universidades, institutos de investigación y empresa. Pero es notorio que falta convencimiento suficiente como para pasar a la práctica sin reservas. Reservas que hasta hoy no han hecho otra cosa que retardar el encuentro con la modernidad.

### **Microcosmos: el sexto y último quark**

Suplemento Dominical. Sección: Ciencia. 7 de agosto de 1994.

Como recobrando su naturaleza filosófica y de ombligo cósmico, el Cusco se ha convertido en el centro de las discusiones sobre el origen del universo, durante el par de semanas en que realiza la "Primera Escuela Internacional de Física de Altas Energías".

Curiosamente, el mencionado certamen se realiza en el mismo año en que "se siente" la presencia de la más buscada de las partículas de las dos últimas décadas: el quark top, el sexto y último quark que predice el llamado "modelo estándar", el que describe el microcosmos de partículas, el mundo de los constituyentes elementales de la materia.

El anuncio lo hicieron, el 22 de abril de 1994, los científicos del Fermilab (E.E.U.U.), el laboratorio que cuenta con el más poderoso de los aceleradores de partículas del mundo: el Tevatrón. Hoy, observando la mágica belleza de Machu Picchu -la milenaria citadela científica de los antiguos peruanos- los investigadores, venidos del mundo entero, comentan el descubrimiento y sus consecuencias.

Según el modelo estándar, existe tres pares de quarks. El primero está conformado por el quark up y down, constituyentes de los protones y los neutrones (el protón contiene dos quark up y un down; el neutrón contiene un up y dos down). Los protones y neutrones se organizan en los núcleos atómicos, alrededor de los cuales giran los electrones para presentarse como átomos. Los otros quarks son el charm, strange, bottom y top.

Conjuntamente con los tres pares de quarks, los constituyentes del universo se completan con tres pares de leptones (electrones, muones y partículas tao, acompañados de partículas de masa pequeñísima o cuasi nula llamadas neutrinos).

En el Fermilab trabajan viejos cazadores de quarks. En 1977, en ese laboratorio, el grupo liderado por Leon Lederman descubrió la partícula llamada epsilon, que sólo podía ser explicada con la existencia del quinto quark, el quark bottom. En realidad, más que descubrimiento se trata de la creación de partículas, lo que se logra concentrando altas energías en pequeños volúmenes del microcosmos. La energía es una expresión de la masa, de acuerdo a la famosa fórmula de Albert Einstein  $E = mc^2$  (donde E es energía, m es la masa y c es la velocidad de la luz).

La conquista del microcosmos ha generado, de paso, un nuevo tipo de héroes, distinguidos por el Premio Nobel. En la caza de los quarks, el Fermilab tiene varios galardonados. El más conocido es Leon Lederman, quien, además, participa activamente en promover la ciencia y la tecnología en América Latina.

Paralelamente, se busca en forma afanosa la teoría de unificación de las interacciones entre los constituyentes. Los últimos artífices de esta obra son los premios Nobel: Abdus Salam, Steven Weinberg, Sheldon Glashow y los experimentalistas Simon Van der Meer y Carlo Rubbia (ver Dominical del 31-07-94). Carlo Rubbia estará, precisamente, en Cusco, admirando los rastros de una antigua civilización y comentando los últimos descubrimientos de la física, que pretende encontrar los rastros del origen del universo.

El estudio de la física nuclear y de partículas ha traído, como consecuencia, una mejor comprensión de la interacción de la radiación con la materia. Por ejemplo, la radiación es empleada para el mejoramiento de las propiedades de productos. Con irradiación se logra esterilizar equipamiento médico y conservar productos alimenticios durante meses.

Con ello, se facilita la exportación. En E.E.U.U., por ejemplo, sólo se aceptan productos liofilizados o irradiados. La desventaja de la liofilización es que cambia la consistencia del producto. La antigua técnica de conservación con sustancias químicas está siendo desterrada por ser cancerígena.

## **Física en el Perú**

Opinión Nacional, 4 de agosto de 1994.

La física es, sin lugar a dudas, la ciencia estrella del siglo XX. A los físicos se deben los reactores nucleares, que sirven en el mundo para la producción de energía eléctrica y de

innumerables aplicaciones en todas las actividades de producción e investigación. Son los físicos los que trabajan intensamente en el desarrollo de los futuros reactores de fusión, cuyo combustible será el inagotable hidrógeno. En los laboratorios de física se inventó el transistor que revolucionó la tecnología, especialmente la de las computadoras y todas sus consecuencias. Físicos fueron también los que descubrieron la estructura del ácido desoxirribonucleico (ADN) base para la biotecnología y la ingeniería genética.

Podemos mencionar muchos otros campos de desarrollo en los que la física ha sido determinante. Pero en esta oportunidad hay justificación para detenernos a ver lo que en el Perú está ocurriendo con respecto a esta ciencia, la que ha sido la base para el despegue industrial de los países que hoy gozan de solvencia económica.

Las actividades de la física en el Perú se están activando en tal forma que se ha creado gran expectativa en los sectores académicos. Basta con mencionar que durante el mes de agosto se desarrollan certámenes científicos de gran importancia.

En la Universidad Nacional de Huamanga se está dictando un curso sobre fibras ópticas, las que han reemplazado, con incomparables ventajas, al cobre en el campo de las comunicaciones.

En el Centro de Preparación para la Ciencia y Tecnología (CEPRECYT), un investigador de un instituto español dicta cursos sobre instrumentación avanzada. Sobre microscopía electrónica diserta el investigador de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM); sobre irradiación de alimentos para mejorar la propiedad, disertan profesionales del Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN); sobre automatización y control, con un especialista del mismo instituto. Sobre aplicaciones de la energía solar, se ofrecen cursos con expertos de la Facultad de Ciencias de la UNI. Finalmente, la Universidad San Antonio Abad del Cusco, la Universidad Cayetano Heredia y el IPEN están llevando a cabo la "Primera Escuela Internacional sobre Física de Altas Energías", con la participación de científicos del mundo entero, entre los que se encuentra el premio Nobel Carlo Rubbia.

Esta intensa actividad es producto de un lento pero constante avance de las ciencias físicas, las que son desarrolladas prácticamente en todas las universidades del país. Como consecuencia de ello se están abriendo nuevas oportunidades para los estudiantes que quieran iniciar esa carrera.

En la Universidad Nacional del Callao, cuyo rector es el físico Gerardo Gonzáles, se ha fundado este año la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. La Pontificia Universidad Católica del Perú ha creado la maestría en física.

El próximo año, el IPEN y la UNI ofrecerán una maestría en física y una maestría sobre aplicaciones nucleares en la industria, minería, agricultura, entre otros sectores. La Universidad Nacional de Trujillo está intensificando sus investigaciones en física de metales e iniciando la especialidad de física nuclear y física médica. La Universidad Nacional de Cajamarca muestra progresos en el campo de la energía solar, sobre el cual, organiza un simposio internacional para el mes de noviembre. La Universidad Nacional Jorge Basadre de Tacna está igualmente avanzando en energía solar y comenzará a

desarrollar la hidrología isotópica en el marco de servicios para evaluar los recursos hídricos en Moquegua y Tacna.

Finalmente, los laboratorios de San Borja y Huarangal del IPEN están llevando a cabo una serie de investigaciones de utilidad práctica y de servicios a los sectores productivos y educativos.

Estos avances, sin lugar a duda, serán acelerados cuando se empiece a tomar conciencia del verdadero poder que significa contar con un potencial humano y recursos económicos para apoyarla en beneficio del país.

### **Energía solar en el Perú**

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.

## **Ciencia y periodismo Los latidos del desarrollo**

Suplemento Dominical. Sección: Ciencia, 25 de septiembre de 1994

Cada trabajo científico o resultado de una investigación tecnológica deben ser difundidos lo más ampliamente posible. De esa forma, los resultados son valorados y se constituyen en base para futuras investigaciones. Por otro lado, la juventud necesita conocer el terreno descubierto para escoger nuevas fronteras por explorar. En eso, los profesionales de la información masiva tienen una gran tarea.

Respecto a la información sobre ciencia, cabría preguntarse: ¿Cuántos saben que el Perú ya se inició en el diseño moderno de microcircuitos, que avanza raudo en la automatización y el control de procesos industriales o que experimenta en comunicaciones por rebote lunar? Deberíamos, también, saber el estado de las investigaciones peruanas en nuevos materiales,

puesto que éstos reemplazarán, irremediablemente, a las materias primas. Igualmente, surge la curiosidad sobre investigaciones para la utilización del silicio en tecnología solar.

De las investigaciones sobre energía solar y sus aplicaciones en varios sectores productivos, resultan temas por difundirse. En ese rubro se nota una amplia experiencia de cooperación interinstitucional, a nivel nacional.

Otro tema que preocupa a los mineros e industriales peruanos es la protección del entorno y la disminución del impacto ambiental de las actividades humanas. Tengamos presente que las negociaciones internacionales sobre comercio apuntan a reglamentar, estrictamente, la producción industrial contaminante.

Del extranjero vienen noticias del avance en la cartografía genética, que nos llevará a decodificar el genoma humano. Los analistas señalan que las biotecnologías serán actividades pilares del desarrollo tecnológico. En el Perú, ya se está usando la biología molecular con fines de diagnóstico de la "uta". Asimismo, se inician trabajos sobre el genoma humano.

Otra actividad que cobra cada día mayor interés es el estudio de las propiedades de las plantas curativas peruanas, puesto que se trata de investigación científica que, eventualmente, abriría un rubro de exportación no tradicional. En general, la evaluación de recursos naturales, en especial de recursos hídricos, permitirá una planificación técnica del desarrollo integral del país.

En la medicina, hemos podido constatar las dificultades que se tiene en la incorporación de tecnologías modernas de diagnóstico, las que ponen en evidencia la necesidad de formar cuadros técnicos especializados.

Finalmente, a tono con el siglo XX, el Perú ingresó a la era nuclear, difundiendo la tecnología del átomo a cada disciplina de la ingeniería y la ciencia. Desde la medicina, la biología hasta la física y ciencia de materiales, las diversas actividades humanas se ven reforzadas por las técnicas nucleares.

En ese paisaje científico y tecnológico, en el que la juventud desea cultivar parcelas o desarrollar incubadoras de desarrollo, el periodismo tiene materia de investigación y exploración. Los descubrimientos en ciencia y la tecnología en el mundo se han convertido en temas de gran difusión. En acorde con ello, en el país, hace unos diez años, está aumentando el número de noticias científicas. Como consecuencia, la gente comienza a formarse una cultura científica, generándose de paso una nueva versión del analfabetismo: la ignorancia de temas de ciencia.

En ese panorama, es conveniente que se establezca un diálogo permanente entre periodistas y científicos para que el país sienta su pulso tecnológico.

## **Simulación**

(Opinión Nacional, 18 de setiembre del 1995)

En tiempos pasados, para instalar una planta industrial, o realizarse cualquier obra de ingeniería, se requería primero construir un sistema piloto, donde se realizaban todas las pruebas imaginables. Esta serie de pruebas era muy costosa y generaba una serie de situaciones indeseadas. Hoy en día, los diseños se hacen por computadora, con sistemas de simulación, lográndose una disminución importante de los costos de construcción.

Los inicios de la simulación se dan con el nacimiento de la computadora con significativa capacidad de memoria. A principios de los años 70, al Perú comenzaron a llegar computadoras a las universidades. La Universidad de Ingeniería y la Universidad Nacional de San Marcos contaban con computadoras donde se empezó a realizar trabajos de simulación.

En un proyecto de colaboración entre ambas universidades, realizado en 1972, cuando el director del Centro de Cómputo era el Dr. Flavio Vega Villanueva, en la computadora IBM-1130, realizamos la simulación un experimento nuclear, de dispersión de partículas alfa por el núcleo atómico. Nos quedamos impresionados cuando el graficador, con su punta de lapicero dibujaba la trayectoria seguida por la partícula acercándose al núcleo. Era como si repentinamente nos hubiéramos introducido al núcleo y estuviésemos observando los fenómenos nucleares. Pero no sólo se obtenía la trayectoria de las partículas, sino que se dibujaba la imagen que se trazaba sobre la placa radiográfica al incidir las partículas después de ser dispersadas. Ello correspondía perfectamente a lo que resultaba del experimento.

Con esta experiencia de simulación y con nuevas herramientas matemáticas, pero sobre todo con nuevas y poderosas computadoras, simulamos un experimento sobre fisión nuclear que se iba a realizar en 1979 en el más grande reactor de investigaciones del mundo, en Grenoble, Francia. La simulación fue realizada antes del experimento, pronosticando resultados increíbles, lo que puso en tela de juicio la validez de la simulación.

Cuál sería la sorpresa cuando, después de realizar el costosísimo experimento, se obtuvo el resultado predicho por la simulación.

Estas y otras experiencias, expuestas en el reciente Seminario sobre Software para Física y Matemáticas, organizado por Concytec, muestran la importancia de la simulación en computadoras que hoy cuentan con capacidades insospechadas.

Actualmente, la simulación es usada también para tomar decisiones económicas trascendentales. Podemos mencionar el trabajo de un grupo multidisciplinario liderado por la Universidad Nacional de Ingeniería para hacer estudios energéticos. Con un programa proporcionado por E.E.U.U. se simulan los escenarios energéticos posibles para ver las diferentes consecuencias. Se puede simular, por ejemplo, la introducción en la red eléctrica de una central térmica de 100 megavatios en Lima. Los resultados de la simulación tienen que ver con el impacto económico, ecológico y político. Igualmente puede simularse la introducción de una planta nuclear.

Este tipo de programas son indispensables para tomar una decisión técnica sobre el tipo de centrales que le conviene al país. En el pasado, las decisiones fueron tomadas sin la suficiente información sobre las eventuales consecuencias de los diversos tipos de plantas.

Cabe señalar, sin embargo, que la simulación requiere de un número mínimo de pruebas.

En el programa de simulación se introducen los datos sobre el comportamiento conocido por la experiencia de los diversos elementos del proceso. Para pasar a la simulación se requiere entonces hacer un programa de experimentos sobre las partes o la totalidad del proceso. Allí se observará la respuesta del sistema a cada una de las situaciones a las que se le someterá.

Podemos concluir señalando que el país ha adquirido suficiente experiencia en simulación como para avanzar con pasos bien calculados.

## **Extraterrestres**

(Opinión Nacional, 1 de septiembre de 1995)

En ocasión que buscaba promover un seminario científico, un canal de televisión me invitó a hacerlo en uno de sus programas. Me llamó la atención la inesperada invitación para hablar sobre un tema "estéril", como llaman los periodistas a lo relacionado con la ciencia. Justo antes de comenzar el programa, el productor me agradeció por aceptarla, pero para hacerla más interesante, dijo, se comenzará tocando el tema de los extraterrestres.

La eventual existencia de seres en otros planetas siempre ha preocupado al hombre. Ciertas creencias religiosas han generado en muchos la convicción de que el hombre es el centro de la creación y el único ser inteligente. Algunos filósofos se ponen en situación opuesta, sugiriendo, como Bertrand Rusell en su cuento "La Pesadilla del Cura", que la vida humana no es lo más extraordinario que existe en el Universo. Muchos científicos se han referido a este tema que algunas veces enciende los más acalorados debates.

Para comprender la interrogante en su verdadera magnitud, cabe recordar que en el universo visible existen 100 mil millones de galaxias como nuestra galaxia Vía Láctea. Probablemente existen billones de planetas como la Tierra. ¿Quién se atrevería a pensar que sólo en nuestro planeta se ha producido el fenómeno de la vida?

Metrodorus y Lucrecio en el cuarto y primer siglo antes de nuestra era, respectivamente, estaban convencidos de la existencia de vida en otros planetas.

En nuestra era, Giordano Bruno en el siglo XVI, y Christian Huyghens en el siglo XVII, entre otros, también imaginaron la vida en mundos lejanos. En 1959, Giuseppe Cocconi y Philip Morrison, sugirieron que en otros planetas debe existir civilizaciones con mayor interés científico y mayores posibilidades tecnológicas que las nuestras.

Cuando los fenómenos de la vida terrestre son situados en la escala temporal y espacial del universo, se puede notar que la vida humana es un fenómeno reciente. El universo tiene 15 mil millones de años y la Tierra tiene 5 mil millones de años. Los dinosaurios vivieron sobre la Tierra por 300 millones de años, mientras que los seres que comenzaron a parecerse al hombre tienen un millón de años. La historia grabada en alguna forma tiene 10 mil años.

El avance del conocimiento ha sido vertiginoso. En el siglo XX en una millonésima parte de la edad de la Tierra se han realizado los más extraordinarios descubrimientos de todos los tiempos. Para Sheldon L. Glashow, premio Nobel de Física 1979, estos hechos hacen pensar en la posibilidad de la existencia de civilizaciones más avanzadas que la nuestra.

Los debates en torno al tema han provocado que algunas personalidades exageren la hipótesis de la existencia de vida, incluso en nuestro propio sistema solar.

Recordemos que renombrados astrónomos, como Percival Lowell, pensaron haber encontrado indicios de civilización en Marte, por la supuesta existencia de intrincados canales artificiales. Luego se supo que estos canales no eran sino una ilusión óptica.

Hay cada vez más certidumbre que de existir vida inteligente, ésta estaría a la distancia de años luz de la Tierra. Ello significa que un viaje de algunos años desde un supuesto planeta habitado por seres inteligentes sería extraordinariamente consumidor de energía, equivalente al consumo de medio millón de años de E.E.U.U., como afirma Glashow.

Por otro lado, cabe señalar que la hipotética existencia de vida no tiene por qué parecerse a la nuestra. La forma de vida dependería del medio en que se generó, por lo que podría tomar apariencias exóticas. Ello nos lleva a sonreír cuando numerosos testigos afirman haber visto "seres extraterrestres" con dos pies, dos brazos, una boca, dos ojos, dos orejas, etc. Esto es poco probable.

Como siempre ocurre con los temas fascinantes, a los científicos que investigan las posibilidades de vida en otros planetas, y buscan alguna forma de comunicarse, se unen los infaltables charlatanes que tienen encuentros con seres extraterrestres cada vez que necesitan un poco de notoriedad.

Premio Nobel de Física 1995 Cazadores de partículas

Dominical 22 de octubre de 1995

Los físicos norteamericanos Frederick Reines y Martin Perl fueron galardonados con el Premio Nobel de Física 1995 por sus trabajos en el dominio de la física leptónica. Esta física se enmarca en la física de partículas, que a su vez busca interpretar los fenómenos producidos en el origen del Universo, con altísimas concentraciones de energía y de masa, en las que las temperaturas alcanzan niveles poco imaginables. Como se sabe, la concentración de energía genera materia.

Fred Reines, conjuntamente con Clyde Cowan en 1955, en un reactor nuclear del laboratorio Los Alamos, en Nuevo México, detectaron el neutrino, conocido en el mundo de los físicos como la partícula fantasma, por la dificultad para ser detectada: ésta puede atravesar la Tierra sin ser perturbada. A partir de ese entonces Reines dedicó su vida a descubrir las propiedades del neutrino.

Hoy se sabe que hay tres tipos de neutrinos: el neutrino electrónico, el neutrino muónico y el neutrino taónico, producidos en la emisión de electrones, de muones y de taones, respectivamente. Todas estas partículas son llamadas leptones, las que, conjuntamente con los 6 quarks, vienen a ser los componentes de la materia. El taón, como el muón, es una partícula similar al electrón, pero mucho más masiva.

Precisamente sobre el taón investigó Martin Perls. Este científico y su grupo de la Universidad de Stanford descubrieron el taón, producto de las colisiones entre electrones y positrones (electrones positivos), con energías que fueron alcanzadas en el Acelerador Circular de Positrones y Electrones (SPEAR) de esa universidad. El interés de Perl está en los neutrinos taónicos, para lo cual participa en trabajos conjuntos con científicos del Laboratorio de Partículas Elementales (CERN) de Europa.

Uno de los temas actuales de investigación en los que están involucrados ambos científicos es el de la oscilación de los neutrinos. Este fenómeno corresponde a la transformación de uno a otro tipo de neutrinos, por ejemplo, de antineutrinos muónicos a antineutrinos electrónicos.

Este año, en el X Simposio Peruano de Física, el Premio Nobel de Física, León Lederman, expuso el tema de neutrinos, generando interés entre los estudiantes de física, algunos de los cuales han iniciado trabajos de tesis sobre estas partículas que han provocado intensas investigaciones experimentales y teóricas en el mundo entero.

## **Creatividad Municipal**

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, destartalados 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.

## **Ciencia y Plaza de Armas**

Opinión Nacional, 16 de octubre de 1995

Los héroes de la independencia del Perú brindaron sus vidas en batallas por la libertad, conduciendo caballos, portando sables o fusiles, luchando cuerpo a cuerpo, resistiendo las inclemencias del tiempo. Hoy, las batallas decisivas se llevan a cabo en los laboratorios, donde los científicos descubren los secretos de la naturaleza y los ingenieros los usan para ganar la guerra de los mercados internacionales. Los héroes han mutado, aunque muchos no logran tomar conciencia de ello.

En tiempos pasados, las guerras se iniciaban por materias primas. Los recursos naturales y la mano de obra barata constituían lo que se llamaba ventaja comparativa. El control de esos recursos era primordial para la supervivencia de los países.

Hoy, todo eso es sólo recuerdo. La riqueza está en los cerebros creativos. La fuerza de una Nación la tienen sus científicos e ingenieros, quienes crean nuevos productos y procesos para mejorar la calidad de vida de los pueblos, y adaptan o crean sofisticadas tecnologías de defensa.

Israel, país pequeño en superficie y pobre en recursos naturales, es respetado por la producción de sus científicos e ingenieros y por su poder tecnológico defensivo. Israel ha llegado al sitio que ocupa a partir del amor al conocimiento.

Todo lo que tiene lo debe al desarrollo de la ciencia y la tecnología. Recordemos que antes de crear el Estado de Israel se creó una Universidad.

Siendo el conocimiento científico y tecnológico la riqueza de una Nación, para obtenerla, las potencias no necesitan invadir territorios.

Basta con ofrecer condiciones adecuadas para la investigación a nuestros científicos e ingenieros y estos partirán solos, llevándose la creatividad peruana a otras latitudes.

En tal sentido, deberíamos librar una verdadera batalla para impedir la pérdida de nuestros científicos.

Para ello tenemos que comenzar reconociendo el valor de la ciencia y la tecnología. Ello sólo se logra empezando por valorar los talentos de niños y jóvenes, quienes desde las punas, la selva, los valles andinos, y desiertos costeros levantan sus creaciones para presentarlas a la Nación en la plaza de mayor importancia.

Esta tarea ha recaído en el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC), el que ha realizado varias versiones de la Feria Nacional Escolar de Ciencia y Tecnología,

cada vez con mayor vistosidad y nivel de realización, así como con mayores premios e incentivos para los escolares ganadores de la Feria.

Este año, la Feria a nivel del departamento Lima fue realizada en el local del prestigioso Politécnico Superior "José Pardo" y la final, a nivel nacional, se llevó a cabo en la Plaza San Martín. Como un homenaje a los antiguos libertadores, los futuros científicos e ingenieros, a quienes les corresponde sacar al país de la pobreza, mostraron sus proyectos, productos de meses de intensa investigación. Algunos de estos proyectos pueden dar resultados tecnológico-comerciales.

La Plaza San Martín fue engalanada por niños y jóvenes provincianos con vocación científica. En tal sentido, el aspecto de esa plaza toma un aire especial. De pronto ha dejado de ser teatro de charlatanes y estafadores, para convertirse por unos días en el escenario de la esperanza científica.

Los niños finalistas de la Feria Nacional Escolar de Ciencia y Tecnología fueron luego agasajados en el Club Unión. Será un día especialmente esperanzador cuando la Feria Nacional Escolar de Ciencia y Tecnología se lleve a cabo en la Plaza de Armas, porque entonces será el momento que se haya comprendido la trascendencia del conocimiento científico y tecnológico.

La conquista de la Plaza de Armas por la ciencia y la tecnología significará entonces el comienzo de la conquista y de la independencia tecnológica por la nación peruana.

### **El mito demográfico**

Opinión Nacional, 2 de octubre de 1995

Hace algún tiempo se hablaba del riesgo de una explosión demográfica mundial, con recursos naturales insuficientes para la población. Hoy, ante diversas evidencias, esa tesis aparece exagerada. Según la revista "La Recherche", de Francia, la fecundidad empezó a disminuir después de la Revolución, en parte por el abandono de la religiosidad y por los problemas rurales.

En Europa del Este y del Sur la natalidad bajó a fines del siglo XIX, con las grandes urbes y la disminución de la población rural. En Japón, entre 1947 y 1957, la natalidad pasa de 4.5 a 2 hijos por mujer; Japón de la más alta a la más baja tasa del mundo industrial. En este momento, este país no logra una tasa de recuperación de generaciones. En China, apenas está cerca del nivel de recuperación de generaciones. En la India, el índice es de 3.5 hijos por madre.

En los países musulmanes, considerados los más conservadores, se da una notable disminución de la tasa de natalidad. En Turquía (con 140 millones de habitantes) se tiene 2.1 a 2.2 hijos y en Indonesia (120 millones) llega a 2.7. En el mismo sentido van Paquistán y Bangladesh. Irán ha llegado a oficializar la esterilización. Algeria y Marruecos van en el mismo camino. En Rusia, la tasa de mortalidad es 50 % superior a la de natalidad. Alemania, Rumania, Italia y Ucrania también tienen una mortalidad superior a la natalidad.

Los países desarrollados tienen hoy una baja tasa de natalidad.

Los países de alta tasa de natalidad, que en 1965 representaban el 71 %, hoy representa sólo 8 % de la población mundial. La ciencia ha generado cambios profundos. La medicina, relacionada sobre todo con las vacunas, ha aumentado la esperanza de vida de los seres humanos.

La urbanización genera el abandono de la vida rural campesina y solidaria y la adopción de la lógica individualista. La educación de las mujeres les permite tomar decisiones en una amplia gama de posibilidades. La tesis malthusiana, que resaltaba el problema alimentario, no resultó cierta.

Hoy es notorio que los excedentes agrícolas se dan en varios países. El asunto sin solución es hasta ahora el de la repartición, relacionada con el desempleo, presente incluso en países con baja tasa de natalidad.

En el mundo subdesarrollado, después de una dura política impuesta por el Fondo Monetario Internacional, la mayoría comienza a ver signos de recuperación. Un aspecto importante del tema demográfico es el de la contracepción, la que es favorecida por el desarrollo de una serie de técnicas. Sin embargo, el elemento fundamental para la evolución demográfica es la educación y el surgimiento de la mujer en el escenario laboral y político. Finalmente, existe la tendencia en el mundo desarrollado de considerar la explosión demográfica como una amenaza al medio ambiente. Paralelamente, éstos incentivan un aumento de la tasa de natalidad entre su población.

En el Perú, el gobierno sigue la tendencia que es instalada en los países subdesarrollados: incentivar la disminución de la tasa de la natalidad. Sólo queda preguntarse si, en América del Sur, donde la población indígena ha sido diezmada por la colonización, y que está lejos de recuperarse demográficamente, no se está exagerando el tema del control de la natalidad en función de estrategias mundiales, precisamente en el seno de las comunidades diezmadas.

Es preciso tomar conciencia de que los problemas del Perú están lejos de resolverse con restricciones demográficas. Los debates apasionados no deben hacernos perder de vista de que el mejoramiento de la educación, la competitividad, la productividad, usando los conocimientos científicos y tecnológicos, son elementos decisivos para el desarrollo del país. Pero claro, este debate no es de actualidad en el Perú.

## **Transporte y polución**

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 a 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?**

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.

## **Rayos X: 100 años**

Opinión Nacional, 7 de noviembre 1995

El 8 de noviembre de 1895, el físico alemán Wilhelm Conrad Roentgen descubrió unos rayos hasta entonces desconocidos: los rayos X. Este descubrimiento originó una revolución en la medicina, la que obtenía entonces una inesperada y eficaz nueva dimensión diagnóstica y terapéutica. Con su amplia aplicación, sin antes comprender perfectamente los efectos en los seres vivos, se observaron víctimas de las aplicaciones de las radiaciones ionizantes.

El descubrimiento se da cuando Roentgen observó que una pantalla de cianuro de bario fosforescente emitía luz sin haber sido iluminada. Mirando alrededor se da cuenta que lo único anormal que había en el ambiente era un tubo de Crookes que estaba funcionando. Cuando desconecta el tubo de Crookes, el resplandor desapareció de la pantalla. Repitió la experiencia cubriendo el tubo con cartón negro y el fenómeno persistió. La conclusión: rayos desconocidos e invisibles salen del tubo de Crookes y genera la fosforescencia de la pantalla.

Roentgen investigaba el paso de los electrones en los gases enrarecidos. Para ello usaba el tubo inventado por el científico británico William Crookes, el que era una fuente de rayos de electrones acelerados por un potencial eléctrico. Los electrones chocan con el fondo del tubo provocando una fosforescencia.

Como se sabía que los electrones no llegan lejos en el aire, concluyó que lo que afectaba a la pantalla de cianuro de bario, alejada de 2 metros del tubo de Crookes, tenía que ser otro tipo de rayos a los que llamó rayos X.

Una vez establecida la existencia de los rayos X, Roentgen estudia sus efectos sobre diversos materiales que los absorben. De esa forma logra la imagen de los huesos de su mano. Después de continuo trabajo para asegurarse que no había ningún error experimental, en diciembre de 1895, Roentgen anuncia su descubrimiento, el que le valdría el primer premio Nobel de Física, en 1901.

La noticia se difunde en todo el mundo, otorgándose a Roentgen todos los honores. Su trabajo publicado "Sobre una Nueva Forma de Rayos" es traducido en todos los idiomas. El mundo queda sorprendido ante la demostración que se puede ver lo que hay dentro del cuerpo.

Roentgen muestra que los cuerpos con mayor densidad frenan los rayos X con mayor poder que los cuerpos con menor densidad. Sin embargo, el científico no logra comprender la naturaleza completa de los rayos X. Poco tiempo después de su descubrimiento, Roentgen deja de interesarse en los rayos X.

Las aplicaciones inmediatas de los rayos X fueron en el campo de la medicina. En 1896, decretado como año Roentgen, se publican 1000 artículos y decenas de libros sobre los rayos X y sus utilidades en medicina. Sin embargo, con el tiempo se va viendo cómo algunos enfermos radiografiados perdían sus cabellos, y luego se observa casos de cáncer entre los pacientes, el personal médico y los físicos. Algunos años más tarde mueren las primeras víctimas de los rayos X. En 1910, en Londres y Hamburgo, se levantan monumentos en homenaje a "los que heroicamente han abierto la vía a las aplicaciones eficaces y sin peligro de los rayos X en medicina".

A pesar de las numerosas aplicaciones de los rayos X no se lograba comprender la naturaleza de los rayos X. A principios del siglo XX varios físicos se dedican a investigar los rayos X, los que iban mostrando características de onda electromagnética, como la luz. Finalmente se observa que los rayos X no sólo permiten ver imágenes macroscópicas en el interior de los cuerpos, sino que pueden dar informaciones sobre las estructuras cristalinas

de los materiales, lo que abrió la ruta a las aplicaciones de los rayos X en la ciencia de materiales.

El Perú cuenta con físicos especialistas en uso de rayos X en ciencia de materiales y en medicina. Precisamente, este año, la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), el Instituto de Enfermedades Neoplásicas (INEN) y el Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN) han creado la maestría en física médica, en la que los físicos ratifican su interés por las aplicaciones de su especialidad en medicina.

## **Ciencia Escolar**

Opinión Nacional, 29 de mayo de 1995

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología ha convocado a todos los centros escolares del país para participar en la V Feria Escolar Nacional de Ciencia y Tecnología. Contrario a lo que sucedía en años anteriores, esta vez, el propio ministro de Educación, ingeniero Pedro Villena, ha participado en las diversas ceremonias de convocatoria, ratificando de esa forma el deseo de promover el desarrollo científico y tecnológico en el país desde la etapa escolar.

Todos están convencidos que el catastrófico retraso tecnológico será superado en el mediano o largo plazo. Pero eso será posible sólo si desde ahora incentivamos en los niños la vocación por la ciencia y la tecnología, animándolos a explorar los apasionantes terrenos de la investigación, la creación y la innovación.

La Feria tiene la virtud de mantener en permanente actualidad el tema de la ciencia en los colegios, logrando que los profesores de ciencias se preocupen por asesorar a los alumnos en los proyectos que escojan desarrollar, induciéndolos a investigar y a superarse constantemente.

Por otro lado, a través de los medios de comunicación que están cooperando en esta cruzada nacional por la ciencia en los colegios, se plantea el tema a la comunidad nacional. Ello está generando un ambiente de competencia regional, en la que, incluso, a través del auspicio, participan empresas privadas. Estas brindan apoyo a los equipos científicos escolares de su barrio, que les permite adquirir los materiales y equipamientos necesarios para sus proyectos. Las asociaciones de padres de familia intervienen facilitando el trabajo de los equipos científicos infantiles. El desempeño de estos equipos será recompensado con el prestigio que adquiera el plantel.

La Feria de Ciencias está adquiriendo gran poder de convocatoria. El año 1994 participaron tres millones y medio de escolares. Este año se espera unos cuatro millones y medio.

En 1995, la evaluación será en Lima, donde se presentarán 8 proyectos por departamento. Los trabajos se clasificarán en cuatro áreas: ciencias naturales, ciencias exactas, tecnología-ingeniería y material didáctico.

Otra novedad de esta quinta versión de la feria es la participación de los institutos superiores tecnológicos. De esa forma se tendrán tres niveles, cada uno con sus premios correspondientes. Recordemos que las tres primeras versiones tomaban en cuenta sólo el nivel secundario. El año pasado se incluyó la primaria, quinto y sexto grado.

Cabe señalar que, en estos tiempos, se observa una efervescencia empresarial por la ciencia y la tecnología. Los ejemplos de éxito industrial cuando se usa la tecnología están generando mayor atención por el tema. Esta realidad deberá manifestarse concretamente en diversos aspectos de la vida nacional, como apoyar la feria.

Todos coinciden en señalar que los científicos e ingenieros deben formarse desde temprana edad.

Así lo entendieron los fundadores del Centro de Preparación para la Ciencia y Tecnología (Ceprecyt), creado en 1992. Para el Ceprecyt, la formación de científicos e ingenieros no sólo pasa por cursos o talleres vacacionales o en tiempo libre. Lo que es necesario es un ambiente donde interactúen los niños y jóvenes con científicos, con la participación de los padres de familia y el concurso de los centros científicos y tecnológicos del país. Hoy, a nivel escolar, varios colegios están realizando esfuerzos por mejorar sus laboratorios y estableciendo cursos de ciencias. Hasta las propias universidades ofrecen cursos de ciencias para niños.

Todo ello muestra que el país está tomando conciencia del valor de la ciencia y la tecnología para el desarrollo. A fines del siglo XX, este despertar parece tardío. Por ello estamos obligados a correr para no perder el tren del siglo XXI.

## **Biotecnologías en el Perú**

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.

## **Avances nucleares**

Opinión Nacional, 9 de mayo de 1995

Entre los diversos parámetros usados para medir el avance científico de los países se tiene el número de publicaciones que aparecen en las bases de datos especializadas. En tal sentido, en las áreas nucleares e ingeniería afines, se cuenta con el Sistema Internacional de Información Nuclear (INIS), conformado por 89 países y 15 organizaciones internacionales. Entre éstas podemos mencionar la OMS, la FAO, ONUDI, la Comunidad Europea, el Organismo Mundial de Meteorología y el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA).

Los responsables de enlace del INIS tienen reuniones anuales, en las que se va mejorando el sistema de información.

El INIS tiene registrados alrededor de 2 millones de referencias. Es interesante constatar que en los trabajos registrados durante el año 93' y 94' otorgan al Perú un lugar notable entre los países de América Latina.

En 1993, del INIS podemos considerar los trabajos registrados por Brasil (1,225), Argentina (549), México (272), Cuba (50), Perú (32), Chile (7), Ecuador (2). Las dos potencias nucleares, Estados Unidos y la Federación Rusa cuentan con 29,338 y 6,385 respectivamente. Los trabajos presentados en 1994 por Brasil (1,213), Argentina (95), México (88), Cuba (37), Costa Rica (4), Perú (26), Chile (13), Ecuador (5) y Bolivia (4) mantienen la producción relativa por país del año anterior. En 1994 Estados Unidos y la Federación Rusa registraron 23,670 y 6,378. Los otros países de América Latina no aparecen en la base de datos del INIS.

Como podemos constatar que, en América del Sur, el Perú se encuentra en tercer lugar, después de Brasil y Argentina, en producción de trabajos en el área nuclear y afines.

El avance nuclear del país es reconocido por los países de la Región y se manifiesta en las reuniones internacionales que se realizan localmente, en torno a temas que han desarrollado los científicos peruanos. Uno de estos es el análisis químico por activación neutrónica, que ha congregado a especialistas de toda América Latina.

El reconocimiento del avance peruano en el área nuclear se ve también en las invitaciones que reciben sus investigadores para participar en reuniones internacionales de relevancia nuclear.

Por otro lado, los resultados del avance nuclear peruano son aplicados en los sectores de salud, agricultura, minería, geología, industria y medio ambiente, entre otros. Asimismo, el IPEN se ha convertido en un medio de transferencia tecnológica hacia las universidades del país.

El incontestable avance nuclear del Perú se debe a la importante inversión que se ha realizado en esa institución.

Los científicos e ingenieros nucleares con los que cuenta el Perú han sido formados en el extranjero, en el marco de un plan nuclear trazado en 1975. En tal sentido, es preocupante constatar que la tercera parte de los investigadores del IPEN, autores de trabajos registrados en 1993 y 1994 en el INIS, han renunciado a esta institución en busca de mejores remuneraciones y condiciones de trabajo.

Es indudable que, si la prioridad otorgada a la tecnología nuclear en el Perú se hubiera mantenido como en los años 70', y se hubiese equipado debidamente el Centro Nuclear "Racso" de Huarangal, el país habría llegado mucho más lejos, tanto en su proyección al mundo como en sus aplicaciones nacionales. En tales circunstancias contaríamos con la participación de mejores científicos que hoy trabajan para importantes laboratorios del mundo.

Existe esperanzas de un avance mucho más rápido en la tecnología nuclear, pero se cristalizará cuando el Gobierno logre comprender cabalmente la naturaleza del Centro Nuclear de Huarangal y de sus posibilidades reales en beneficio del país.

### **Minería moderna**

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.

## **Creatividad presidencial**

Opinión Nacional, 21 de marzo de 1995

Los candidatos a la Presidencia de la República, con mayores posibilidades de ser elegidos, presentarán sus planes de Gobierno en el evento llamado "Creatividad Presidencial", organizado por la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC) y Panamericana Televisión. No sólo se tratará de enunciados de buena voluntad, sino también de prever los recursos que pondrán a disposición para lograr sus objetivos.

Uno de los aspectos que se tomarán en cuenta en la presentación será el de tecnología. El tema, que debería ser el de ciencia y tecnología, ha tomado una gran importancia en los medios empresariales y académicos, sobre todo en relación con la producción.

Ante la globalización de la economía, los empresarios peruanos están empezando a preocuparse por la influencia de la ciencia y la tecnología en la producción. Ello se refleja, por ejemplo, en la decisión de Confiep de poner el tema de "Ciencia, Tecnología y Producción A Necesidad Nacional", Citecpro, en su VII Congreso Nacional de la Empresa Privada, a realizarse en junio. El objetivo es resaltar la importancia de Citecpro para el desarrollo nacional y hacer público el interés del Estado y del empresariado para asumir el reto que ello supone. Los expositores en este Congreso serán especialistas del Perú y el extranjero, convocados para exponer ejemplos de éxito empresarial gracias a la ciencia y la tecnología y para hacer propuestas sobre el tema.

Ello induce a pensar que las exposiciones de los candidatos a la Presidencia de la República tendrán un auditorio con atención particular a las propuestas que se hagan sobre ciencia y tecnología.

En el medio científico circula una serie muy variada de ideas al respecto. Una de ellas es por ejemplo la de contratar "super especialistas" extranjeros, quienes, a partir de los datos que se les proporcione sobre la realidad nacional, realicen un plan de ciencia y tecnología, el que sería puesto a disposición del Gobierno para lograr financiamiento de organismos internacionales. Un antecedente de esta metodología se ha dado en el Sector Agrario, el que ha gastado millones de dólares para "comprar" un plan. Esta metodología se parece mucho a una reingeniería total en el sector que se seleccione. La ventaja de esta propuesta es la mayor posibilidad de lograr recursos internacionales para concretarla.

En el otro extremo se tiene la propuesta de otorgar recursos a una comisión conformada por los organismos de ciencia y tecnología, empresarios y representantes del Estado, para que elaboren ese plan. La ventaja de ese procedimiento es que los peruanos conocen mejor la realidad del país. La desventaja es que los organismos de ciencia y tecnología tiene una fuerte tendencia a pensar que sus líneas de investigación y desarrollo son las más apropiadas.

Actualmente, el Concytec tiene un plan de ciencia y tecnología, elaborado durante estos últimos cinco años. La elaboración de este plan se inició a raíz de la propuesta de una "Ley de la Carrera del Investigador Científico y Tecnológico" presentada en 1990 al Gobierno, por la Sociedad Peruana de Física (Soperfi). Estas mismas instituciones promovieron el establecimiento del párrafo "Es deber del Estado promover el desarrollo científico y tecnológico en el país", que aparece en la Constitución.

Vemos pues que los candidatos presidenciales tienen la oportunidad de proponer un plan de gobierno, en el que la ciencia y tecnología ocupe el lugar que le asigna la competencia internacional. Esta competencia la están ganando países avanzados en investigación científica y tecnológica, la que ha sido promovida en universidades y centros de investigación, en contacto con la industria, y con apoyo del Estado. En tal sentido, es fundamental el compromiso de los candidatos para otorgar recursos que permitan ejecutar el plan propuesto.

## **Aniversario del Tratado Nuclear**

Opinión Nacional, 13 de marzo de 1995

Desde el 5 de marzo de 1970, hace 25 años, está en vigor el Tratado sobre la No-Proliferación de Armas Nucleares (TNP), creado para frenar la carrera nuclear provocada por el temor de los países de verse desprovistos ante la eventualidad de un ataque con bombas atómicas. En ese marco, una delegación de la Agencia para el Control de Armas y el Desarme de los Estados Unidos de América (ACDA) ha visitado el Perú para explicar los puntos de vista de ese país respecto a la extensión del TNP y la cooperación bilateral en desarrollo nuclear y en la verificación de la prohibición total de los ensayos nucleares.

La visita de la mencionada delegación está relacionada con la Conferencia de Revisión y Extensión del TNP que se llevará a cabo entre el 17 de abril y 12 de mayo próximos. En esta conferencia se decidirá, de acuerdo al TNP, si el tratado permanecerá en vigor indefinidamente o si se prorrogará por uno o más períodos suplementarios de duración determinada.

El Perú fue uno de los primeros 40 países que firmaron el TNP. En el ámbito regional, desde marzo de 1969, rige el Tratado para la Proscripción de las Armas Nucleares en América Latina, del cual el Perú es parte. Según el TNP, los países nucleares se comprometen a no transferir armas nucleares, directa o indirectamente, y no prestar asistencia técnica, incentivar o inducir a un país no nuclear a construir o adquirir armas nucleares. Los países no nucleares se comprometen a no recibir la mencionada eventual transferencia ni a construir armas nucleares. Para asegurar el respeto al TNP, los países aceptan el sistema de salvaguardias del Organismo Internacional de Energía Atómica.

En el marco del tratado, las partes facilitan y tienen el derecho a participar en el más completo intercambio posible de equipos, materiales e información científica y tecnológica para los usos pacíficos de la energía nuclear. Las partes contribuirán con otros para el desarrollo de las aplicaciones de energía nuclear para fines pacíficos, especialmente en los territorios de los países sin armas nucleares, considerando las necesidades de las áreas en desarrollo del mundo.

En la historia se han producido algunos intentos de violar el TNP, como el caso de Iraq y Corea del Norte. Otros países simplemente no han firmado, como es el caso de Argentina, Brasil y Chile, en América del Sur. Argentina, sin embargo, ha manifestado su voluntad de adherir al Tratado. En los años 70, en Chile surgió una aspiración nuclear militarista que no pudo ser coronada por sus limitaciones tecnológicas. En el Perú, desde 1954 en la Junta de Control de Energía Atómica, en 1955, y en el Instituto Peruano de Energía Nuclear desde 1975, las investigaciones y aplicaciones de las ciencias nucleares siempre tuvieron fines pacíficos. Las actividades nucleares del Perú, en el marco del TNP, han sido impulsadas gracias al apoyo del Organismo Internacional de Energía Atómica. Con Estados Unidos, el Perú ha iniciado una cooperación bilateral en tecnología nuclear. Para ello, científicos del Laboratorio Nacional Los Alamos y el Ipen están formulando proyectos conjuntos de interés mutuo, en torno a las potencialidades del reactor RP-10 de Huarangal.

El Perú no tiene ningún interés en desarrollo nuclear con fines militares, por lo que su posición para la conferencia del próximo abril es apoyar la extensión indefinida del TNP. Cabe señalar, sin embargo, que el éxito de una extensión indefinida dependerá de las acciones que tomen las partes hacia la eliminación, en un tiempo más corto posible, de todas las armas nucleares que amenazan la civilización. En caso contrario, seguirá existiendo la amenaza que algún país encuentre pretextos para burlar el TNP y poner al mundo en peligro.

## **Agua para Lima**

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.

## **Temores nucleares**

Opinión Nacional, 26 de junio de 1995

Hace cincuenta años, en el Laboratorio Nacional Los Alamos de Estados Unidos, se construían las bombas nucleares que más tarde destruirían dramática y espectacularmente las ciudades de Hiroshima y Nagasaki.

Cuando las explosiones se llevaron a cabo en las mencionadas ciudades, se inició la desbocada carrera nuclear entre los países con capacidad tecnológica suficiente. Todos querían tener su bomba destructora.

El segundo en lograr la explosión nuclear fue la Unión Soviética. Ambos países construyeron arsenales atómicos como para destruir 15 veces la Tierra. Con ese poder bajo control se estableció la llamada diplomacia del terror nuclear.

En 1970 se firmó el Tratado de No Proliferación Nuclear (TNP), según el cual las potencias nucleares podían mantener sus arsenales y los países no nucleares se comprometían a no adquirirlo, a cambio de recibir tecnología atómica para fines pacíficos. El 11 de mayo pasado ese tratado se convirtió en permanente.

La falla del TNP es que ha permitido la carrera nuclear entre las potencias sin que ello sea violatorio del mismo. Así, las superpotencias nucleares, Estados Unidos y la ex Unión Soviética, construyeron espeluznantes arsenales. Para ello debieron hacer una gran cantidad de pruebas nucleares.

En los años 60, las pruebas eran aéreas. Estas liberaron sustancias radiactivas en la atmósfera, las que difundieron y cayeron en forma de lluvia radiactiva sobre toda la Tierra, causando preocupación en los países. Por esa razón se prohibieron las pruebas nucleares aéreas. Siguió entonces las pruebas subterráneas.

En las pruebas subterráneas, a cabo a 1,000 metros de profundidad, el calor generado funde el material que lo rodea, creando luego cavernas esféricas que atrapan las sustancias radiactivas. La probabilidad para que ese material salga depende del tipo de suelo y de la preparación que se haga del punto de explosión. La contaminación eventual afectaría los alrededores del punto de prueba.

Estados Unidos ha realizado sus innumerables pruebas en el desierto de Nevada. China lo hace en partes apropiadas de su inmenso territorio. Francia las lleva a cabo en el Atolón de Mururoa.

Tomando en cuenta la distancia de 6,600, los efectos que pudieran tener tanto de puntos de vista radiológicos como sísmicos son insignificantes.

En el mundo, las pruebas francesas han generado una ola de rechazo. La razón es más política que técnica. Como hemos dicho se acaba de ratificar el TNP. Por otro lado, se prevé que el próximo año se va a firmar una moratoria total de pruebas nucleares. Por ello, las potencias nucleares menores quieren acortar distancias con las superpotencias antes de esa moratoria. En realidad, es imposible que en un año se produzca una equiparidad. Sin embargo, las potencias medias desean contar con un poder disuasivo creíble, como para no provocar tentaciones de atacarlas nuclearmente. Es pues la continuación de la política de la disuasión nuclear.

Los científicos nucleares latinoamericanos y expertos de Europa y E.E.U.U.. interesados en la paz, se reunieron el año pasado en Córdoba, Argentina, para proponer al mundo un desarme total, en el que no haya una sola bomba sobre la Tierra. Las superpotencias no aceptan esa tesis, perennizando entonces el peligro de una conflagración nuclear.

Por otro lado, las potencias tecnológicas medias con posibilidades de hacer una bomba no firman el Tratado, generando un ambiente de suspicacia que da lugar precisamente a que las potencias menores quieran asegurarse nuclearmente.

La opinión pública mundial debe avanzar hacia la propuesta de desarme nuclear total. Allí está la única garantía de paz nuclear. De lo contrario sólo se trataría de paz vulnerable.

### **Necesaria cultura tecnológica**

Opinión Nacional, 16 de junio de 1995

Hace cinco siglos, el país fue dedicado a la explotación de recursos naturales para mantener la colonia. A principios del siglo XX se consolidó el empresariado exportador de esos recursos y surgió el embrión de un empresariado industrial, basado en la ventaja comparativa de mano de obra barata. Ante el uso intensivo de ciencia y tecnología en el mundo, esa ventaja desapareció. El empresariado, en lugar de invertir en investigación, exigió leyes laborales favorables y protección arancelaria que le permitiera sobrevivir. Pero esas medidas tienen una eficacia limitada, y van reduciendo las posibilidades de supervivencia. Hoy, ante la globalización de la economía, la industria peruana se encuentra totalmente desguarnecida. Peor aún, la falta de cultura científica y tecnológica pone un muro al conocimiento, arriesgando el futuro civilizado del país. Sin embargo, algunos dirigentes empresariales se esfuerzan para convencer a sus pares y a la comunidad de la necesidad de ciencia y la tecnología en el proceso de la producción.

En ese marco se sitúa el VII Congreso Nacional de la Empresa Privada, dedicado al tema "Ciencia, Tecnología y Producción, una Necesidad Nacional", (Citecpro), organizado por la Confiep, a través de su Comisión de Política Científica y Tecnológica (Compolcyt), con el apoyo del vice ministerio de Industria. Compolcyt, presidida por el ingeniero José Valdez, ha logrado convencer a los directivos de Confiep para promover el uso de la tecnología en las empresas, con el objetivo de salir del estancamiento.

Los puntos que se tocarán en este evento son neurálgicos para la relación entre ciencia, tecnología y producción. Entre estos tenemos los ejemplos de acercamiento entre universidades, institutos y centros de investigación. En tal sentido, la visita de empresarios a la Universidad Agraria en el marco del evento "Hagamos Negocios en La Molina", auspiciado por Concytec y el Proyecto Simón Bolívar, que dio como resultado varios contratos de investigación, muestra el camino a seguir por otros centros de estudio.

El proceso arriba mencionado, que deberá acentuarse con inversiones industriales con alto contenido tecnológico, no aumentará en eficacia si no se eleva el nivel educativo de los peruanos. Por ello, la educación en esta era tecnológica requiere una planificación cuidadosa, en base a la capacitación del potencial humano en el área educativa, como lo afirma León Trahtemberg, expositor en el congreso.

El grado de convencimiento en los empresarios dependerá de los ejemplos exitosos del uso de tecnología avanzada en la industria. En el mundo hay innumerables avances espectaculares por el uso de la ciencia y la tecnología. El más cercano es chileno, cuyas empresas han adquirido experiencia en el manejo tecnológico, sobre todo en biotecnologías, las que han aumentado la productividad en el sector alimentario.

Por otro lado, el desarrollo acelerado de los países del Asia, a través de sus experiencias como la del parque tecnológico de Hsinchu, será un tema de análisis en el mencionado Congreso.

Asimismo, responsables gubernamentales expondrán la política macro-económica que favorezca la incorporación de altas tecnologías en la industria.

Confiep muestra una explicable preocupación por la integración a los grandes bloques comerciales del mundo. Esta integración tendrá posibilidades de éxito sólo si se empieza un esfuerzo tecnológico, en el marco de una estrategia multisectorial. Todos los países del mundo se preparan para esa integración, pensando en una alta competitividad de sus empresas. Por esas razones, Compolcyt, con el poder de convocatoria de Confiep, tratará de lograr que los empresarios, los centros de investigación, el Estado y la comunidad recuperen el tiempo perdido y hagan suya la batalla tecnológica de fines de siglo XX, de la que dependerá las posibilidades empresariales del Perú en el siglo XXI.

### **Cincuentenario: la aterradora prueba atómica**

Suplemento Dominical. Sección: Ciencia. 16 de julio de 1995

La madrugada del 16 de julio de 1945, los científicos del Laboratorio Los Alamos de E.E.U.U., dirigidos por el físico norteamericano Robert Oppenheimer, vivían segundo a segundo la tensión nerviosa que generaba la primera prueba de una bomba atómica elaborada con plutonio 239. La gente involucrada en la prueba no podía dormir. Desde que en 1943 el gobierno norteamericano decidiera llevar a cabo la construcción de la bomba A, los científicos habían trabajado intensamente con la idea de que los nazis estaban en la misma carrera.

Los innumerables experimentos y cálculos habían dado lugar a un diseño de una bomba teóricamente millones de veces más potente que una bomba convencional. En unos diez kilos de combustible nuclear se liberaría una cantidad de energía equivalente a 10 mil toneladas de TNT. Pero sólo el experimento podía comprobar la validez de los cálculos y el diseño. El esfuerzo tecnológico había sido coordinado con las más importantes universidades de E.E.U.U. y se había concentrado a los más brillantes científicos de esa época. Todos ellos esperaban con impaciencia el momento crucial de la explosión. A las 5:29:45 a.m en Trinidad, en el desierto de Alamogordo, en Nuevo México, se hizo la primera prueba. Se produjo una intensa luz que invadió las montañas, luego vino una tremenda onda de choque y un estruendo que estremeció a los científicos. La torre que sostenía la bomba se volatilizó y todo lo que lo rodeaba fue destruido. El físico Enrico Fermi escribió luego que vio un intenso flash de luz y la sensación de calor en las partes expuestas de su cuerpo. Aunque no miraba hacia la explosión vio que el campo se iluminaba más que en un pleno día de luz. Del lugar de la explosión rápidamente se levantaron llamas, las que fueron perdiendo su luminosidad, y apareció entonces un enorme hongo de humo que atravesó las nubes. Luego los detectores, que estaban a decenas de kilómetros en dirección del viento, comenzaron a detectar radiactividad, mostrando que los residuos radiactivos de la explosión se integraban a los movimientos de aire. Los resultados fueron comunicados en forma codificada al secretario de Guerra que se encontraba en negociaciones en Postdam, añadiendo que los resultados necesitaban ser analizados para dar un informe final. Al siguiente día el mensaje fue más contundente. El flash había sido notado a cerca de 200 km. y el estruendo a unos 40 km. El poder nuclear estaba entonces bajo el control de E.E.U.U., el que fue usado sobre Hiroshima y Nagasaki el 6 y 9 de agosto de 1945, iniciándose los tiempos del terror nuclear.

## **Cincuenta años de poder nuclear**

Opinión Nacional, 18 de julio de 1995.

Hace cincuenta años se vivía uno de los períodos más críticos de la historia de la humanidad. Mientras la guerra cobraba millones de vidas bajo los millones toneladas de dinamita que cayeron sobre las ciudades, un grupo de científicos ponían a punto una arma infinitamente más terrorífica que las armas conocidas: la bomba atómica, la que fue probada por primera vez el 16 de julio de 1945, en Nuevo México, EE. UU.

La bomba atómica tuvo origen en Berlín y en París. En diciembre de 1938 los científicos Frederick Strassmann y Otto Hahn descubrieron el fenómeno de la fisión, en el que la partícula llamada neutrón al ingresar al núcleo de uranio 235 lo fusiona en dos fragmentos. A principios de 1939, Frederic Joliot y sus colaboradores, en París, descubrieron que los fragmentos emiten neutrones, es decir el mismo tipo de partículas que inician la fisión del uranio 235. Ello abría la posibilidad de la llamada reacción en cadena y, por ende, de un explosivo nuclear. Frederic Joliot inmediatamente presentó una patente de un explosivo, pero la puso en un sobre sellado para ser abierto después del término de la guerra.

El poder destructivo de un eventual explosivo nuclear era aterrador. Los científicos europeos que escaparon de la persecución nazi, convencieron a Albert Einstein para que firme una carta dirigida al presidente de EE. UU. solicitando se inicie un proyecto para construir una bomba atómica, antes que los científicos alemanes al servicio del nazismo.

Así nació el proyecto Manhattan que puso en funcionamiento un complejo sistema de investigación multinstitucional cuyo objetivo era la construcción de la bomba atómica. Para esa construcción se fundó el Laboratorio Nacional Los Alamos, en Nuevo México, donde se concentraron los más brillantes científicos de la época, venidos de Europa. El director científico del proyecto fue el físico Robert Oppenheimer, conocedor del medio científico europeo.

El primer problema que tenía que ser resuelto era el enriquecimiento del uranio. El uranio natural está compuesto por 99.3 % del isótopo uranio 238 y 0.7% de uranio 235. Sólo este último es adecuado para el artefacto nuclear. La separación del uranio 235 del uranio 238 es un complejo problema tecnológico, debido a que ambos isótopos tienen las mismas propiedades químicas. Para ello, entre 1943 y 1945, se construyó la planta de separación de Oak Ridge. Producido en los reactores de Hanford y Oak Ridge se tuvo también el plutonio 239 como combustible para la bomba atómica.

Paralelamente a la obtención del combustible, los físicos diseñaban el mecanismo de explosión del artefacto nuclear. Con ese objetivo tuvieron que hacer innumerables cálculos y experimentos. Para el diseño era necesario saber cuántos neutrones se emiten en promedio en cada fisión, cuál es la probabilidad para que un neutrón fisione un núcleo fisionable.

Obtenidos los datos experimentales, se calculó la masa crítica de uranio 235 para lograr un explosivo nuclear, resultando que eran necesarios unos 10 kilos.

El mecanismo que se diseñó se basa en la unión abrupta entre dos partes de masas subcríticas de uranio 235, la que producía entonces la masa supercrítica y se iniciaba la reacción en cadena conducente a la explosión. El mecanismo se logró con explosivos convencionales que juntaban las partes, envueltas en un envase suficientemente resistente como para que la explosión química convencional no disperse el material antes de la explosión nuclear.

Con todo listo, quedaba hacer la prueba nuclear, en un lugar despoblado y alejada de las ciudades, para que el poder nuclear siga secreto hasta el momento que el Gobierno norteamericano lo creyera conveniente. La prueba fue exitosa y quedó lista. La decisión del Gobierno norteamericano fue la destrucción de Hiroshima y Nagasaki, el 06 y 09 de agosto de 1945.

## **Genética y evolución**

Opinión Nacional, 7 de julio de 1995

Hay muchas creencias acerca de la evolución de las especies, situación que merece analizarse en todos sus aspectos. Hoy, con los avanzados conocimientos de la genética en relación con el medio ambiente, se logra echar luces sobre los secretos de este controvertido tema.

Una de las primeras observaciones que se hicieron fue que las especies parecían adaptarse al medio ambiente. Por ejemplo, el hombre de las alturas tiene la capacidad de desarrollar una pigmentación protectora de la piel contra las radiaciones cósmicas, parte de las cuales no llegan al nivel del mar, debido a los miles de metros adicionales de aire que deben atravesar antes de llegar a su destino.

Otro ejemplo es la resistencia contra la malaria que tienen los habitantes de regiones africanas donde surgió esta enfermedad. ¿Cómo adquiere el hombre la capacidad adaptada al medio ambiente? La respuesta: por mutación genética.

La mutación genética es el cambio que se produce en la estructura de la molécula de ácido desoxirribonucleico (ADN), la que ordena en forma precisa la constitución del cuerpo humano y todas sus características. La mutación, para ser hereditaria, debe producirse en las moléculas germinales, en los cromosomas del óvulo o el espermatozoide.

Evidentemente, es muy baja la probabilidad para que ocurra una mutación precisamente en las moléculas de ADN que van a participar en la germinación. Entre los agentes mutagénicos tenemos la radiación (natural o artificial) y los productos químicos.

La mutación genética es un evento fortuito, impredecible. Por ello, casi siempre es alejada de la normalidad y de la adaptabilidad al medio. Cuando ello ocurre, el producto de la

germinación no logra sobrevivir o, en el mejor de los casos, no tendrá descendencia. Se observa entonces niños deformes o con grandes deficiencias en el funcionamiento de su cuerpo, dando lugar a lo que podríamos llamar degeneración. Sin embargo, rara vez se genera una mutación más adaptada al medio, en cuyo caso se logra una evolución "positiva".

El secreto de la supervivencia de la humanidad es que las mutaciones son producidas con baja frecuencia y los efectos de una eventual degeneración no amenazan significativamente la sociedad.

Las mutaciones evolutivas, por su lado, comienzan a difundirse lentamente en la sociedad, gracias a la receptividad que gozan en el medio. En los albores de la humanidad, estas mutaciones se produjeron en grupos geográficamente aislados, dando lugar a una diferenciación racial respecto a otros grupos, los que evolucionaron independientemente.

Cabe señalar que la frase "la naturaleza es sabia" no es tan cierta. En realidad, la naturaleza es ciega. Las mutaciones han dado lugar a innumerables degeneraciones. Lo que pasa es que ante el número tan elevado de intentos, por azar se ha logrado algunas mutaciones evolutivas, las que explican por qué somos lo que somos.

Las investigaciones muestran que el ser que parece haber dado origen al hombre nació en Africa, al que han puesto el nombre de Lucy. Su descendencia partió a poblar el Mundo, pasando al continente americano a través del Estrecho de Bering y llegando hasta Tierra del Fuego. En esa aventura humana, se fue formando pueblos aislados, en el camino de los pueblos que buscaban mejores condiciones de vida.

Hoy, con el avance de las comunicaciones, poco a poco, las naciones van interactuando, dando lugar al mestizaje multicolor. Sin embargo, de vez en cuando nos sorprendemos al encontrar poblaciones aisladas muy parecidas anatómicamente a pueblos alejados.

De lo dicho podemos concluir que tenemos un origen común: Lucy. Además, lo que puede sorprender a muchos, en la evolución, la radiactividad ha jugado un rol de gran importancia. En cierto sentido, somos hijos de la radiactividad.

## **Electrónica y microelectrónica**

Opinión Nacional, 29 de enero de 1995

Desde los años 60, la electrónica se ha ido convirtiendo en una carrera atractiva para los jóvenes. Hoy en día, con la reducción del tamaño de los componentes electrónicos, ha surgido la microelectrónica, tecnología que permite resolver problemas de una manera antes insospechada.

En esa efervescencia tecnológica se sitúa la experiencia de algunos grupos de investigación, liderados por profesionales modernos que buscan resolver problemas peruanos con tecnología avanzada, especialmente en torno a las universidades.

En estos últimos años ha destacado nítidamente el grupo de microelectrónica de la Universidad Católica del Perú, dirigido por el Ing. Carlos Silva. El equipo ha cosechado premios del Congreso Nacional de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Ramas Afines, del Concurso CPT-TELEDATA de Innovación Tecnológica y, recientemente, se ha hecho acreedor al Premio CONCYTEC a la Innovación Tecnológica 1994.

Este último premio ha sido un reconocimiento a la importancia del "Diseño de un Centro Integrado Controlador de Temperatura de un Equipo de Hemodiálisis", compartido con el Centro de Equipos Médicos de la Universidad Cayetano Heredia, dirigido por el Ing. Carlos Molina.

El mencionado control automatizado de la temperatura reduce drásticamente la probabilidad de accidente fatal para el paciente. Además, la miniaturización de este equipo permitirá trasladarlo a los lugares donde sea necesario.

Es importante resaltar la multidisciplinariedad del equipo premiado, en el que participan médicos e ingenieros de varias especialidades. Por otro lado, el proceso de elaboración de los microchips requiere la participación de laboratorios y empresas extranjeras que llevan a cabo un programa iberoamericano de colaboración científica. Así ha nacido el programa IBEROCHIP.

La experiencia del Grupo de la Católica muestra la utilidad de la colaboración internacional. El diseño de microcircuitos competitivos requiere de paquetes (software) especializados, los que se han sofisticado y alcanzado precios difíciles de pagar. El Programa Iberoamericano de colaboración ha proporcionado los paquetes que han permitido elaborar los diseños que luego han pasado por el mencionado proceso de elaboración de chips.

En la actualidad, varias compañías multinacionales tratan de establecerse en países no industrializados, para crear empresas de riesgo compartido en diseño electrónico por computadora. La empresa Mentor Graphics ha iniciado contactos con las Universidades San Marcos, Ingeniería, Católica y últimamente con la Ricardo Palma para tratar de implantar sus paquetes de diseño electrónico en el Perú.

El diseño electrónico por computadora puede ser un camino para desarrollar alta tecnología en el Perú. Sólo se requiere voluntad y colaboración entre instituciones nacionales.

En ese marco, debemos saludar el buen comienzo que significa el establecimiento del Programa Nacional de Electrónica y Microelectrónica, auspiciado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. En este programa participan especialistas de varias universidades del país e instituciones de investigación como el IPEN e INICTEL. El Consejo Directivo del mencionado programa está presidido por el CONCYTEC.

En las reuniones que se llevarán a cabo, en los días que vienen, se va a decidir las prioridades nacionales. Así como el Programa Nacional de Electrónica y Microelectrónica, se está organizando otro en el campo de las ciencias de materiales. De esa forma se está

iniciando acciones que pueden dar lugar a un proceso de elaboración de un plan científico y tecnológico. Este plan permitirá optimizar los esfuerzos nacionales por el desarrollo.

## **Recursos naturales**

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 quimio 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.

## **Química en los colegios**

Suplemento Dominical, 1 de enero de 1995

La química es una ciencia experimental por excelencia. La observación de los diversos fenómenos naturales y aquellos generados por el hombre han permitido comprender aspectos fundamentales de las reacciones que tienen que ver con esta ciencia.

Temas como la materia, energía y sus cambios, la estructura atómica, los enlaces químicos y la infraestructura molecular, los estados de la materia, las soluciones y sus concentraciones, reacciones químicas, química y medio ambiente, equilibrio químico, entre otros, no pueden ser comprendidos sin experimentos. Hoy en día, los químicos han logrado desentrañar los detalles escondidos de la vida y el funcionamiento de sistemas tan complejos como el cerebro y la genética.

En el Perú, la química es enseñada en forma heterogénea. Los numerosos colegios del país cuentan con profesores que tienen desniveles académicos que se reflejan en los estudiantes que ingresan a las universidades.

En ese contexto, el CONCYTEC y la Asociación Peruana de Facultades de Química e Ingeniería Química (APFEIQ) han decidido realizar una serie de acciones tendientes a la actualización de química para profesores de secundaria. Esta actividad se realizará en todo el país, en una acción que se viene coordinando desde hace tres años.

Una de las acciones está constituida por cursos que toman en cuenta el aspecto académico y metodológico de la química. En ellos se incentiva las potencialidades del profesor para lograr mejor desempeño y tiene un componente experimental propio de esta ciencia.

En 1992 se comenzó con la experiencia de actualización de profesores en la ciudad de Lima. En 1993 y 1994 trece universidades del país se organizaron para ampliar el radio de acción.

En 1994 se llevó a cabo el I Encuentro Nacional de Docentes Universitarios de cursos de Química Básica, donde se analizó el programa de actualización de química. En esa reunión, basados en la experiencia adquirida, se reestructuraron los cursos, tendiendo al mejor aprovechamiento de los mismos.

En este esfuerzo, la labor del Ing. Dionisio Igaz, de la Universidad Católica, presidente de la APFEIQ y el Ing. Carlos Chirinos, presidente del CONCYTEC, han sido determinantes para el éxito logrado.

El ejemplo es, sin embargo, invaluable. Las demás ciencias e ingenierías deben seguir este proceso. Es claro que el estado de la enseñanza de la química en el país, así como el de las demás ciencias requieren similares esfuerzos. El efecto multiplicador de estos cursos es evidente. Finalmente, la utilización de la infraestructura existentes en las universidades e institutos se optimizan con el dictado de estos cursos en el periodo de vacaciones..

### **Arqueología moderna**

Opinión Nacional, 15 de enero de 1995

La arqueología, como ha ocurrido con otras ciencias, se ha convertido en multidisciplinaria, en la que físicos, químicos, biólogos, matemáticos e ingenieros participan en la apasionante investigación del pasado de los pueblos a partir de los objetos, construcciones u otros restos que han dejado.

En el campo de la biología molecular, el Centro de Investigación de Bioquímica de la Universidad de San Marcos ha empezado a entrenar personal científico para el estudio de la evolución y el movimiento migratorio de poblaciones pre hispánicas. Como se sabe, los marcadores genéticos se determinan en pequeñas muestras que contienen restos de DNA (ácido desoxirribonucleico), preservados en los tejidos momificados o desecados. El Museo Nacional de Arqueología, Antropología e Historia del Perú (MNAAHP), la Asociación Peruana de Antropología Biológica, la Sociedad Peruana de Genética y la Bioanthropology Foundation Peru están conjugando esfuerzos en este sentido. Como promotoras de los trabajos biológicos en arqueología están las doctoras Beatriz Lizárraga y Sonia Guillén.

Asimismo, la Facultad de Veterinaria de San Marcos, con Raúl Rosario y Jane Wheeler, determinan la evolución de camélidos usando DNA.

Este interés en el país por las aplicaciones de la biología molecular en arqueología tendrá como punto culminante el Curso y Simposio sobre arqueogenética que se desarrollará en Cusco, el año 1996, auspiciados por la Red Latinoamericana de Ciencias Biológicas (REDLAB) y la UNESCO.

Por otro lado, la química nuclear ha permitido hacer análisis de trazas de cerámica de Chavín con el objeto de determinar el origen geográfico de éstas. Este trabajo fue iniciado por interés del arqueólogo Federico Kauffman.

La química nuclear ha sido aplicada también para estudiar puntas de aleaciones de cobre de los restos del Señor de Sicán, lográndose determinar la composición de elementos trazas. Luisa Vetter de la Escuela Académica de Arqueología de la Universidad Católica con el Grupo de Química Nuclear del IPEN detectaron contenido de arsénico y cobre que apoyan la hipótesis que el arsénico fue utilizado internacionalmente y que este contenido fue controlado. La Universidad Católica trabaja el tema de metales también en colaboración con el Laboratorio de Metales de la Universidad Nacional de Trujillo.

Actualmente, el MNAHP ha mostrado interés en el tema, estableciéndose la necesidad de un banco de datos para clasificar aleaciones de cobre en los Andes Centrales para estudios de procedencia.

En el estudio de restos arqueológicos también se usan las técnicas físicas de Fluorescencia de Rayos X y Difracción de Rayos X. Esta última se desarrolla en la Universidad Nacional de Ingeniería.

En el campo de la hidráulica, diversos especialistas peruanos han estudiado las gigantescas y complejas obras de canalización y circuitos de irrigación de los pueblos prehispánicos.

Por mucho tiempo, los arqueólogos peruanos, en colaboración de diversas instituciones internacionales, han enviado sus muestras arqueológicas a laboratorios extranjeros. Hoy, diversos laboratorios peruanos están en capacidad de ofrecer servicios analíticos fiables. Se abre la posibilidad de establecer trabajos conjuntos de arqueología interdisciplinariamente en el MNAHP, con el Museo de Historia Natural, el Instituto de Recursos Naturales (INRENA), Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales (CONIDA), con los laboratorios de química, geología y bioquímica de San Marcos, UNI y Cayetano Heredia y el IPEN. De esa forma, se está logrando una integración de esfuerzos científicos y tecnológicos en temas de interés nacional, objetivo que debe ser permanente en nuestro país, más aún cuando los recursos son limitados.

## **Retos finales del siglo XX**

Suplemento Dominical, 8 de enero de 1995

La ciencia del siglo XX tuvo dos estrellas: la física y la biología. La primera mitad del siglo fue dominada completamente por la física y en la última surgió la biología como aspirante al reinado. A finales del siglo, su lugar en el trono se va consolidando, sobre todo porque toca las partes básicas de la vida.

En los primeros años del siglo XX la atención de los físicos se concentró en las partes elementales de la materia, logrando descubrir que todo lo que tocamos está compuesto por

átomos, los que a su vez están compuestos por un núcleo -formado por protones y neutrones- y electrones que giran alrededor.

A fines del siglo se sabe que las partículas elementales de la materia son los quarks y los leptones. Las interacciones entre las partículas elementales son la gravedad (que explica la atracción entre planetas), la electrodébil (que explica las ondas electromagnéticas, la interacción entre cargas y algunos fenómenos radiactivos) y la fuerte que explica las fuerzas nucleares que mantienen cohesionados a los nucleones.

Los físicos están haciendo todo lo posible por demostrar, definitivamente la existencia del sexto y último quark predicho por la Teoría estándar y cuyos primeros indicios se han obtenido en el Fermilab de E.E.U.U.. Buscando la supremacía científica, Europa se ha unido para construir el Centro de Investigaciones Nucleares (CERN), el que ha logrado una serie de descubrimientos en la búsqueda de partículas elementales. Para lograr definitivamente la detección del sexto quark (top) ha decidido construir un gigantesco acelerador (Gran Colisionador de Hadrones) y detectores con todas las posibilidades de la tecnología. Los físicos norteamericanos salieron de la carrera cuando su gobierno canceló el proyecto del acelerador SSC (super colisionador super conductor), después de haber gastado 2,000 millones de dólares en su inicio.

La biología comenzó su estrellato cuando se descubrió que la vida está controlada por la super molécula ADN (ácido desoxirribonucleico), que se encuentra en los cromosomas en el núcleo de las células. Hoy en día se está descubriendo la forma como se expresa esta molécula para dar a la vida una serie de características propias. El dominio parcial de la ADN y sus manifestaciones ha otorgado un enorme poder al hombre para mejorar algunos aspectos de la vida, pero algunas veces pierde la ecuanimidad y juega con partes cruciales de la vida. En el proceso de desarrollo de la biología han surgido términos como la ingeniería genética, la manipulación genética, la biología molecular, la medicina genética, entre otros.

La ambición de los biólogos es lograr descifrar el código completo del ADN y poder cambiarlo a voluntad. De llegar ese día el hombre estaría jugando a ser Dios.

## **Resistencia científica**

Opinión Nacional, 10 de enero de 1995

Para el desarrollo científico y tecnológico, el año 1994 fue el de la supervivencia. Con un potencial humano desfavorecido por la política económica, y sin un bosquejo de un plan científico y tecnológico, que permita abrigar esperanzas, el Gobierno dejó al país sin bases para un desarrollo integral. Sin embargo, se resistió al desaliento.

La Universidad sigue a la espera de una Ley que permita incentivar la investigación y el desarrollo. Los institutos de investigación son reducidos a su mínima expresión. Los diversos sectores gubernamentales defienden la tesis de que las actividades de investigación

deben ser transferidas a la Universidad, la que, paradójicamente, no cuenta con los recursos para realizarlas.

La situación contrasta con la forma en que los países vecinos están desarrollando políticas de incentivo a la ciencia y la tecnología. Bolivia, país con grandes dificultades, ha comenzado a apoyar a sus investigadores. La mayoría de los países latinoamericanos otorgan los recursos para elevar el potencial humano en ciencia y tecnología. En esa carrera, México está en la vanguardia. Este país pone todos sus medios para salir airoso al próximo siglo.

En el Perú, a pesar de la situación, los investigadores que quedan en el país han multiplicado sus esfuerzos para impedir la desaparición completa de la esperanza tecnológica. Para realizar sus actividades de salvataje, han contado con el apoyo de la Cooperación Internacional y del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Concytec). Este organismo del Estado, responsable de la promoción del desarrollo científico y tecnológico, ha contado con exiguos recursos y con reglamentos limitantes. El Concytec, sin embargo, se constituyó en movilizador y coordinador de diversos sectores comprometidos con la investigación.

Bajo su auspicio, nace la Asociación de Decanos de Facultades de Química e Ingeniería Química, con el objetivo de coordinar tareas de mejoramiento de la enseñanza de la química a nivel escolar y universitario. Surgen las comisiones nacionales de electrónica y microelectrónica, de ciencia de materiales, entre otras. Se promueve reuniones de periodistas científicos y se lleva una intensa campaña para la difusión de la ciencia y la tecnología entre los escolares, con la Feria Nacional Escolar de Ciencia y Tecnología.

Los gremios empresariales comenzaron a preocuparse por el tema de la ciencia y tecnología. El tema crucial del vínculo universidad-empresa fue tratado en reuniones llevadas a cabo bajo el auspicio del Concytec y la Sociedad Nacional de Industria. La Confiep crea una Comisión de Política Científica y Tecnológica (Compolcyt), con el objetivo de promover, entre los empresarios, el interés por la investigación científica y tecnológica y su relación con la producción.

Asociaciones privadas de promoción de la ciencia y tecnología intensificaron sus actividades. Entre ellas, la Asociación Peruana para el Desarrollo Tecnológico (Apedet) destaca por sus reuniones dedicadas a temas trascendentales.

Los investigadores, a través de la Sociedad Peruana de Ciencia y Tecnología (Sopecyt), siguieron tratando de convencer al Gobierno de la necesidad de la Ley de Investigador.

Alimentando la llama de la esperanza en el largo plazo, el Centro de Preparación para la Ciencia y la Tecnología (Ceprecyt), con apoyo de la empresa Southern Perú, recibió centenares de niños en sus semilleros de científicos e ingenieros.

Podemos decir que las actividades en ciencia y tecnología tuvieron dos aspectos. Por un lado, el mínimo apoyo gubernamental y, por otro, el entusiasmo y dedicación del Concytec -que, siendo del Estado, no tuvo el presupuesto necesario- y de asociaciones privadas

promotoras de ciencia y tecnología. Pero los que merecen todos los elogios son los investigadores que, resistiendo la provocación del olvido, ofrecieron resultados concretos de sus trabajos.

## **Ciencias de materiales**

Opinión Nacional, 24 de febrero de 1995

El mundo moderno está invadido de materiales generados en los laboratorios de investigación científica y tecnológica, que se han constituido en pilares de la competencia en la economía globalizada. En el mundo, es común hablar de polímeros, cerámicos, aleaciones especiales, materiales compuestos, semiconductores, superconductores, fibras ópticas, etc. En nuestro país, para entrar en la competencia optimizando recursos, las universidades e institutos de investigación están tratando de establecer el Programa Nacional de Ciencia e Ingeniería de Materiales (PRONACIMAT). Veamos algunos aspectos de este tema.

La historia de la civilización está ligada al desarrollo de los materiales. Recordemos la edad de piedra, la del uso del cobre, luego del bronce -aleación de cobre y estaño- que era menos frágil y más maleable o dúctil que la piedra para diversos propósitos.

Después se utilizó el hierro, que posteriormente en aleación con el carbono dió lugar al acero. El acero ha sido mejorado en sus propiedades, lográndose los aceros de baja aleación, aceros inoxidable, aceros microaleados y de alta resistencia mecánica.

Las aleaciones no ferrosas también han evolucionado, lográndose aplicaciones en variadas temperaturas y presiones, así como en diversos medios ambientes.

Entre los materiales que aparecen y se desarrollan rápidamente tenemos los metales vítreos o amorfos, cuasi cristales, compuestos de matriz cerámica, polimérica y metálica, polímeros conductores, materiales nano cristalinos, semiconductores amorfos, cristales líquidos, cerámicos avanzados, superconductores de alta temperatura, biomateriales, entre otros.

El avance de los materiales se debe a las investigaciones continuas de científicos que, al principio, eran confundidos con practicantes de artes negras, luego como competidores de los alquimistas.

Desde fines del siglo XIX, el desarrollo de la física y la química permitió comprender la relación de las propiedades de los materiales con su estructura microscópica. El desarrollo de la física atómica, la física cuántica y técnicas instrumentales como la microscopía óptica y electrónica, la difracción de rayos X y neutrones, entre otras, permitió comprender la forma cómo se organizan los átomos en los materiales y cómo ésta influye en las propiedades. Hoy en día han aparecido instrumentos más sofisticados que facilitan estas investigaciones.

En resumen, la ciencia de los materiales tiene por objeto relacionar la estructura -atómica, molecular, cristalina o amorfa, microestructura o macroestructura- de los materiales con sus propiedades mecánicas, eléctricas, electrónicas, ópticas, térmicas, etc. Para ello se estudia el proceso completo, que va desde la síntesis y preparación hasta las aplicaciones. En algunos casos se desarrollan técnicas de reciclaje.

En ese marco, el trabajo del Pronacimat, auspiciado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, significa el reto de definir las prioridades nacionales en la ciencia e ingeniería de materiales, teniendo como objetivo elevar el nivel de vida de los peruanos, a través de las aplicaciones científicas y tecnológicas en relación con la industria y con las instituciones de investigación y desarrollo.

Como en otros temas de ciencia y tecnología, el país está comenzando a organizarse para desarrollar la ciencia e ingeniería de materiales. Pensando en sus aplicaciones industriales, la factibilidad de este proyecto dependerá de la definición de los campos viables de investigación.

Cabe señalar que el Pronacimat se ha constituido como un ejemplo de descentralización en ciencia y tecnología, al elegir como secretario técnico al doctor Pablo Aguilar, de la Universidad Nacional de Trujillo, en reconocimiento a sus logros en esta ciencia de grandes proyecciones.

## **Física peruana en Antártida**

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 Artico. 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 noctilucetas, 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 noctilucetas no tienen influencia en la actividad humana, pero se constituyen en un termómetro de su actividad.

Las nubes noctilucetas 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 noctilucetas, 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 noctilucetas 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.

## **IPEN 20 años de tecnología**

Suplemento Dominical, 5 de febrero de 1995

El Instituto Peruano de Energía Nuclear, fundado el 4 de febrero de 1975, ofrece crecientes servicios en medicina, agricultura, minería, arqueología, industria, educación, entre otros. En medicina nuclear se realizan estudios gammagráficos y de radio-inmunoensayo. Desde hace poco, por primera vez en América Latina, se ha comenzado a producir samario 153,

que alivia el dolor de cáncer óseo. Con los radioisótopos producidos en el reactor RP-10 de Huarangal, se abastece a 18 hospitales o centros médicos del país.

En colaboración con la Universidad Agraria, se ha logrado mejorar las propiedades de plantas alimenticias con la técnica de mutación genética por irradiación. Asimismo, se ha realizado una serie de investigaciones sobre fisiología vegetal. Con una fuente experimental, se irradia uña de gato, maca y carmín para fines de exportación. Estos servicios se multiplicarán con la Planta de Irradiación Multiuso de Santa Anita, pronta a funcionar.

Con técnicas isotópicas, el IPEN realiza prospección y evaluación de recursos hídricos en diversos lugares del país. Actualmente, inicia la evaluación de los recursos hídricos del sur del Perú, en convenio con el Proyecto Especial Tacna.

En el campo de la industria, el IPEN brinda servicios de ensayos no destructivos y controles nucleónicos con los que se optimiza los procesos industriales.

Cabe señalar que la mayor infraestructura científica del país es el Centro Nuclear "RACSO" de Huarangal, diseñado con la idea de un complejo científico y tecnológico. Allí se tiene el reactor RP-10, uno de los más grandes reactores de investigación de América Latina. Este se utiliza para la producción de radioisótopos, ciencia e ingeniería de materiales, análisis químicos nucleares de alta precisión aplicados a la geología, minería, arqueología, medicina, etc., radiografía con neutrones, datación de muestras volcánicas por huellas de fisión, entre otros.

En este desarrollo participan practicantes y tesis de la Universidad Peruana. Durante el año 1994, en el C.N. RACSO han trabajado 31 tesis, 102 practicantes y 8 en estadía científica. En San Borja hubo 5 tesis y 37 practicantes.

El entrenamiento de profesionales en temas nucleares viene siendo importante en el IPEN. Para ello tiene convenios con universidades de Lima y provincias. Con la UNI se ofrece la maestría en energía nuclear. Este año se abrirá la maestría en física médica.

Se tiene un centro de información especializado, abierto a escolares, universitarios y público en general, al que acuden miles de personas anualmente, entre escolares, universitarios y profesionales.

De esa forma, el IPEN sirve a todos los sectores de la población, misión que la cumple con la participación de varias instituciones y empresas.

## **Veinte años nucleares**

Opinión Nacional, 3 de febrero de 1995

Hace 20 años, fundado el Ipen, el Perú decidió ejecutar un proyecto que se cristalizaría en el Centro Nuclear "Racso" de Huarangal. Ello respondía a una rivalidad en la región. Pero,

no sólo era compatible, sino que coincidía con las necesidades de desarrollo integral del país.

El C.N. "Racso" tiene un reactor nuclear de investigaciones de 10 megavatios, que cuando sea equipado permitirá investigaciones en física, química, biología, ciencia e ingeniería de materiales, entre otros.

Con la construcción del reactor de Huarangal se establecía una real potencialidad científica y tecnológica. Por otro lado, las dimensiones decididas para el Centro Nuclear correspondían a una visión ambiciosa de desarrollo. Este Centro era y es llamado a convertirse en un polo de desarrollo tecnológico, con la participación de las universidades, institutos científicos y tecnológicos, empresas industriales. En este sentido, cabe señalar que es un hecho histórico significativo el otorgamiento del último premio Nobel de física, precisamente a dos científicos norteamericanos que mostraron las formas cómo se usa un reactor en las ciencias de materiales.

Hagamos un poco de historia para comprender la naturaleza nuclear del Perú. Para la ejecución del plan nuclear fue designado en 1977 el Gral. Juan Barreda, quien imprimió su personalidad castrense para ejecutar, contra el tiempo, la construcción del reactor, nombrando a miembros del Ejército en los cargos de confianza, precisamente -afirma el General- para establecer una disciplina especial en la tarea.

El gobierno de Belaunde abandonó el proyecto y los recursos humanos preparados para su ejecución. Sus asesores dieron -como nos lo dijeron en esa época- prioridad cero a las aplicaciones nucleares. Ello produjo tardanzas que costaron caro al país.

Más tarde, Alan García se esmeró en superar el desdén, permitiendo politizar al Ipen, con grupos de militantes de su partido que querían el "cogobierno" en el Ipen, contra toda visión técnica.

El Ing. Guillermo Flores, un exitoso empresario minero, al ser nombrado por Alan García, se esforzó por hacer productiva la mina de uranio de Macusani. Luchó contra la politización aprista del Ipen, estableció el plan de carrera profesional nuclear. Desafortunadamente comprobó que las minas no eran rentables. Después de todo, el uranio no es más que una materia prima. Lo caro es la tecnología.

Considerando la importancia para sus intenciones de exportar tecnología nuclear en el mundo, Argentina comenzó a presionar para que se termine el proyecto de Huarangal. Así, Alan García encargó al físico nuclear Dr. Víctor Latorre para poner en funcionamiento el reactor e inaugurar el Centro Nuclear. Latorre, a pesar de los desmanes de apristas, logró su objetivo, inaugurándose el reactor el 19 de diciembre de 1988, con la presencia del presidente argentino Raúl Alfonsín. Latorre, cumplida su función y ante el irrespirable clima de politización, renunció un mes después de la inauguración del Centro.

Luego de una breve presidencia del Dr. Jorge Bravo, el Almirante Cristóbal Miletich ingresó como presidente del Ipen, cumpliéndose una vieja aspiración de los marinos de

dirigir esta institución, por haber comenzado su formación antes que los miembros del Ejército. Miletich trató de imprimir un carácter empresarial al Centro Nuclear.

El actual régimen puso frente al Ipen al comandante José Dellepiane, quien, desde 1978, trabajando en el Ipen opinaba que el reactor RP-10 era muy grande y planteaba la construcción de una planta de irradiación de alimentos. Dellepiane aplicó esa idea y dirigió los recursos a la construcción de esa planta, la que está por concluir.

Actualmente, con el comandante Luis Gamarra, el Ipen ofrece servicios básicos en medicina nuclear, industria y en capacitación. Pero el anhelo del polo de desarrollo en Huarangal sigue vigente.

### **Científicos del futuro**

Suplemento Dominical, 17 de diciembre de 1995

Los científicos e ingenieros de todo el mundo investigan apasionadamente las verdades escondidas de la naturaleza para luego utilizarlas en el mejoramiento de la calidad de vida del ser humano. En esa competencia global, los profesionales entrenados adecuadamente tendrán mayores probabilidades de lograr productos que conquistarán los mercados internacionales, con el consiguiente éxito personal de sus autores.

El entrenamiento debe ser supervisado por profesionales de la investigación, quienes podrán transmitir el placer que ellos sienten por hacer ciencia y tecnología y por ser los primeros en descubrir algún secreto científico o inventar algo nuevo. La investigación es experimental. Ello significa que el futuro científico siente placer al observar fenómenos naturales, hacer experimentos, intentar darle un marco racional o diseñar otro tipo de experimentos para probar sus teorías. El potencial investigador es el que se siente sorprendido de los fenómenos naturales y tiene curiosidad por saber algo más sobre ellos. El futuro inventor siente un impulso a crear instrumentos o procesos para facilitar las tareas del hombre o abrir nuevos campos de actividades. Siempre está atento a su entorno en busca de materiales o fenómenos que pueden ayudar en su labor de inventor. La generación del próximo milenio estará informada de los últimos descubrimientos e inventos: no se trata de descubrir la pólvora.

Ello significa que la nueva cultura comprenderá la importancia de las conferencias, revistas científicas, banco de datos a través de la comunicación electrónica, etc. Actualmente, las actividades de investigación y el desarrollo son llevadas a cabo por equipos multidisciplinarios, de composición multi institucional e incluso internacional, conformados por profesionales naturalmente inclinados a la colaboración en función de objetivos. Por esa razón, los científicos e ingenieros del futuro deben conocer los laboratorios del país y establecer comunicación con los investigadores profesionales, con los que formarán más tarde la comunidad científica del país. Asimismo, tiene que establecerse comunicaciones con laboratorios internacionales, enmarcados en temas de interés común. Finalmente, es imprescindible que la comunidad científica y tecnológica logre comunicarse fluidamente con la industria, para lograr romper el muro que impide la

transferencia tecnológica y condena al país a la pobreza. En este panorama, la formación de los científicos e ingenieros del futuro debe ser integral y temprana. Ello quiere decir que la oportunidad es de los niños que se entrenan permanentemente -como se hace en el campo del deporte, el arte u otras disciplinas. De esa forma contaremos con investigadores competitivos de nivel internacional y el país habrá logrado el potencial humano capaz de sacarlo de la pobreza.

## **1995 El año del saber**

Suplemento Dominical, 10 de diciembre de 1995

Todos coinciden en señalar que el siglo XXI pertenece a los niños con mente curiosa y entrenada para descubrir e innovar constantemente. La comunicación de los científicos, despojados de esa falsa imagen aislacionista, es el mayor estímulo que pueden recibir esos niños.

Cada año, el tercer sábado de diciembre, los investigadores científicos e ingenieros dejan sus laboratorios para comunicarse con la población en el Parque Central de Miraflores. Esta presentación, enmarcada en la llamada "Fiesta de la Ciencia", está dirigida especialmente a los niños que encuentran placer en las actividades de ciencia y tecnología. Allí, con ayuda de los científicos quienes presentarán sus mejores logros del año 1995, se verá que la ciencia es interesante y amigable.

El año 1995 se ha visto en el país una tremenda apertura a temas de electrónica y microelectrónica, dirigidos hacia los sectores productivos y de servicios. La automatización del sector productivo ha generado mucho interés entre los industriales, obligados a una modernización de la que depende su futuro.

Por otro lado, pensando en la fuerte competencia del mercado internacional, se ha visto enormes posibilidades en el uso de recursos naturales propios de nuestro país. La búsqueda permanente de la excelencia y exclusividad de los productos nos ha dirigido a los cultivos de los antiguos peruanos, a los que se aplica la biotecnología moderna, con la que se mejora sus características genéticas.

La información y comunicación son vitales para el desarrollo de la ciencia y la tecnología. Por ello, el año 1995 ha visto un espectacular aumento de la comunicación electrónica, a través de la cual se llega a los bancos de datos de todo el mundo. En el año 1995 las universidades han investigado nuevas ofertas educacionales para la juventud cada vez más exigente.

Por su lado, el mundo empresarial ha comenzado a preocuparse por el uso de la ciencia y la tecnología en sus procesos de producción y servicios. La mayor expresión de este hecho es la dedicación del VII Congreso de la CONFIEP al tema "Ciencia, Tecnología y Producción: Una Necesidad Nacional".

Esta tendencia ha generado una voluntad de acercamiento entre la empresa y la universidad. Asimismo, fue notable el esfuerzo del Ministerio de Educación por equipar los centros escolares con laboratorios. Sin embargo, sigue faltando una buena preparación de los profesores en el trabajo de laboratorio, donde precisamente se debe enseñar las ciencias.

Como podemos ver, a fines del siglo XX, el país parece despertar del adormecimiento tecnológico. En tal sentido, la comunidad nacional debe establecer el diálogo con los investigadores científicos, quienes están dispuestos a usar sus conocimientos para dar al Perú un siglo de progreso.

## **Agua y contaminación**

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.

## **Ciencia del siglo XXI**

Opinión Nacional, 25 de septiembre de 1995

El científico norteamericano Leon Lederman, Premio Nobel de Física 1988, durante su participación en el Simposio Peruano de Física y su visita al Centro de Preparación para la Ciencia y la Tecnología (CEPRECYT), hizo una serie de reflexiones sobre el futuro de la ciencia en el mundo. E.E.U.U. dominó el panorama científico y tecnológico hasta principios de los años 70 y sus universidades generaban los más brillantes resultados, mientras que su industria ganaba sin problemas los mercados internacionales, sobre todo los de electrónica, computadoras y automóviles. En los años 70 comenzaron a surgir nuevos países competidores tecnológicos, desplazando a las empresas norteamericanas. Sin embargo, desde hace unos cinco años se nota una recuperación en ciertos campos, sobre todo en el de la microelectrónica. Leon Lederman afirma que esto no significa un gran avance sino un mejoramiento en la calidad de los mismos productos.

Las empresas norteamericanas atraviesan serias dificultades para competir. Ello se refleja peligrosamente en su virtual incapacidad para hacer investigación. Así, 16 corporaciones industriales, convencidas de la trascendencia de la investigación para el futuro industrial, han solicitado públicamente al gobierno norteamericano que apoye la investigación en las universidades. Las empresas privadas se declaran en problemas para hacerlo porque la elevación de sus costos no les permitiría competir en el mercado internacional.

El gobierno norteamericano manifiesta su voluntad de invertir en ciencia básica, dejando la investigación tecnológica a las empresas. Cabe señalar que la investigación tecnológica militar ha permitido la supervivencia de algunos campos. Lederman señala que con la desintegración de la Unión Soviética se pensaba una drástica reducción del presupuesto militar; sin embargo éste ha pasado de 300 mil millones de dólares a 270 mil millones de dólares. "Poca reducción para mi gusto" declara el laureado científico quien se declara pacifista.

Lo dramático ha sido la cancelación del proyecto de construcción del acelerador "Super Conductor Super Colisionador" (SSC), cuando ya se había gastado 2 de los 10 mil millones de dólares presupuestados. Este instrumento que hubiera concentrado la energía de los choques de partículas con altas energías paradar lugar a las partículas que existían en el origen del universo, en el momento del "Big Bang", como se conoce a la gran explosión de la materia y energía que estaba limitada a un punto.

Lederman, ex director del Laboratorio Fermi, donde se ha descubierto el sexto y "último quark", y defensor principal del proyecto SSC, afirma que si bien es cierto que los líderes políticos comprenden la trascendencia de la ciencia, los estamentos menores de la administración no tienen la menor conciencia, recortando los presupuestos para la investigación.

Ante esta situación, el proyecto alternativo al SSC, aunque más pequeño, adquiere mayor importancia. Se trata del Gran Colisionador de Hadrones (LHC) construido por el Centro de Investigación de Física de Partículas (CERN) con la participación de los países de la Comunidad Europea. Más aún, E.E.U.U. y Japón van a participar en proyectos de investigación del LHC, contribuyendo con los presupuestos correspondientes.

Las dificultades de los E.E.U.U. también se notan en las universidades. Las universidades particulares pierden alumnos y las estatales tienen menos recursos, afirma Lederman. Esta situación pone en riesgo el futuro científico y tecnológico de E.E.U.U. La ciencia y la tecnología del siglo XX sirvieron para el desarrollo; en el siglo XXI servirá para buscar el bienestar de la humanidad y para restablecer la naturaleza que ha sido destruida durante el desarrollo, señala Lederman.

## **Las fibras del desarrollo**

Opinión Nacional, 15 de septiembre de 1995

La década del 90 ha visto un acelerado reemplazo de las materias primas por nuevos materiales producidos en avanzados laboratorios. Los superconductores, los cerámicos elásticos, los llamados materiales compuestos, entre otros, son objeto de investigación de las compañías multinacionales. Pero uno de los temas de mayor impacto, debido a su importancia en las comunicaciones, es el de las fibras ópticas.

En el país, los investigadores en ciencias de materiales comienzan a organizarse en torno al Programa Nacional de Materiales, con el objetivo de lograr una masa crítica de

investigaciones y laboratorios capaz de producir resultados significativos para el desarrollo. Sin embargo, cabe señalar que muchos investigadores peruanos, especialistas en estos temas, se encuentran en el extranjero, investigando en laboratorios privados o en universidades.

Un grupo de estos científicos vienen al país con ocasión del XI Simposio Peruano de Física. Uno de ellos es el físico Miguel Levy, actualmente en la Universidad de Columbia, E.E.U.U.. Levy, especialista en fibras ópticas, señala que esta tecnología ha abierto amplias posibilidades en el ámbito de las telecomunicaciones. La gama de amplitud de banda asequible mediante señales luminosas a través de fibras ópticas es altamente superior a la de las ondas de radio, microondas, o cualquier transmisión por medio de cables de cobre. Ello significa que la comunicación por medio de luz a través de fibras ópticas posibilita un enorme incremento en la capacidad de información a transmitir, de insospechadas consecuencias en la vida diaria, en el mundo comercial y en el mundo científico.

El pequeño diámetro de los cables y componentes, su costo relativamente bajo, su poco peso, la inmunidad de este tipo de comunicación a la interferencia eléctrica, y la capacidad de información a transmitir, hacen de las fibras ópticas un medio ideal para futuras aplicaciones en la videofonía, televisión interactiva, la "autopista de la información" entre otras.

Cabe señalar que, las comunicaciones a través de cables de cobre permite la intervención de la conversación, dado que la corriente genera ondas electromagnéticas que pueden ser detectadas alrededor del cable. En cambio, en una fibra óptica, las señales van en forma de luz en el interior de la fibra sin ningún escape de señal alrededor de la fibra.

El problema actual de las fibras ópticas, sin embargo, es que para su explotación se requiere reemplazar todos los sistemas de comunicaciones que han sido construidos pensando en los cables convencionales. El esfuerzo no es costoso, puesto que la telecomunicación óptica frente a los medios convencionales, debido a la pequeña longitud de la onda de luz, necesitan generadores y detectores pequeños y poco costosos.

Hoy en día se desarrolla una intensa actividad de investigación en los circuitos ópticos integrados y sus componentes. La producción de dispositivos microscópicos integrados en obleas de arseniuro de galio o de óxido de silicio sobre silicio se traduce en costos reducidos y larga durabilidad y evita problemas de alineamiento de componentes tales como espejos, lentes y demás. También se investiga actualmente la posibilidad de la reducción de tamaño de ciertos dispositivos a dimensiones submicroscópicas para explotar los efectos de la física atómica de forma más efectiva en la generación de señales luminosas.

El cambio no es automático y sin problemas. Para generar y procesar las señales ópticas digitales hacen falta laseres integrados, aisladores, guías de onda, moduladores, filtros de luz, entre otros. También se requieren instrumentos computarizados de diseño y prototipo rápido de dispositivos y circuitos fotónicos integrados. Miguel Levy, con quien nos comunicamos a través del correo electrónico, está dispuesto a buscar algún grupo de

científicos para colaborar en este apasionante tema. Al país le convendría tenerlo en uno de los laboratorios nacionales.

### **Hiroshima: la cara espeluznante de la energía nuclear**

Suplemento Dominical. Opinión, 6 de agosto de 1995

El 16 de julio de 1945 se probó la bomba atómica en Alamogordo. El presidente Harry Truman de E.E.U.U. diría en su diario: "Hemos descubierto la bomba más terrible en la historia del mundo". El 31 de julio ordenó lanzar una de esas bombas sobre Hiroshima.

El 6 de agosto a las 8:15 de la mañana cayó la bomba sobre esa ciudad. Las escenas de terror son indescriptibles. Mujeres, niños y viejos corrían aterrorizados sin dirección, quemados, mutilados. Unas 70 mil personas, la mayoría civiles, murieron instantáneamente. Por efecto de la radiación, en los siguientes meses murieron unas 130 mil personas. Los más "afortunados" se volatizaron al instante, sin sufrimientos. Harry Truman se mostró feliz por el éxito. El secretario de Guerra, Henry Stimson, un militar que siempre trató de respetar las reglas de la guerra clásica, sufrió un ataque cardiaco. En su diario escribió "decir a H.T. que debo renunciar ". Algunos piensan que el espeluznante bombardeo nuclear de Hiroshima fue necesario para terminar la guerra. Pero nadie se atreve a buscar justificación al bombardeo nuclear de Nagasaki, el 9 de agosto. El emperador ya había decidido rendirse antes de Nagasaki. El Gral. Groves, director militar del proyecto Manhattan, que dio lugar a la bomba, estaba ansioso por probar una bomba nuclear de implosión, ya que la de Hiroshima fue del tipo pistola. Esa prueba en Nagasaki mató a 70 mil personas más . El pueblo americano festejó el advenimiento de la bomba nuclear. Sin embargo, los norteamericanos, poco a poco, fueron sintiéndose con remordimientos. El Gral. Groves trataba de justificar su trabajo en mil formas, llegando a decir que los médicos le habían explicado que la radiación no causaba sufrimiento. "En realidad, añadió, es una forma muy placentera de morir". Harry, hasta el final de sus días, afirmaba que no se arrepentía, que lo volvería a hacer para salvar las vidas que habría costado la continuación de la guerra. Así comienza la era del terror nuclear y la carrera nuclear, porque los gobiernos querían tener su bomba A como seguro contra cualquier eventualidad, naciendo el período de la disuasión por la llamada segura destrucción mutua. Hoy ese poder de disuasión lo tienen cinco potencias: E.E.U.U., Rusia, Inglaterra, Francia y China. Casi el total de la capacidad destructiva lo tiene E.E.U.U. y Rusia. {ILUSTRACION} FOTO {DESCRIPCION} Vista de un edificio bombardeado

### **Ecós de Hiroshima**

Opinión Nacional, 4 de agosto de 1995

Lo que pasó en Hiroshima el 6 de agosto de 1945 se ha convertido en un perenne recuerdo del horror de la guerra, la que algunas veces llega a límites de irracionalidad. Con la desaparición de 70 mil vidas en Hiroshima -y los terribles sufrimientos de sus sobrevivientes- se inició el temor de los pueblos por el tema nuclear, el que siempre

terminaba siendo relacionado con el peligro. 130 mil personas murieron en los meses siguientes a la explosión, producto de la irradiación. La mayoría de las víctimas fue compuesta de civiles. Nagasaki, 3 días después de Hiroshima, vivió la confirmación del carácter irracional del bombardeo atómico. El general Leslie Groves, director militar del proyecto Manhattan, deseaba a toda costa probar una bomba de plutonio de tipo implosivo en una ciudad. Resultado 70 mil muertes más.

Se gastaron 2 mil millones de dólares (26 mil millones de dólares actuales) para desplegar el esfuerzo que se convirtió en una proeza tecnológica del horror.

No sólo los que murieron fueron víctimas de la explosión. Los sobrevivientes de Hiroshima y Nagasaki siguen sufriendo las consecuencias de la radiación que recibieron. La Fundación para la Investigación de Efectos de la Radiación ha seguido la evolución de los irradiados de Hiroshima y Nagasaki. Se ha observado que unas nueve formas de cáncer tienen una mayor frecuencia que la ocurrencia natural. Entre éstas la más notoria es la leucemia. De los embarazos ocurridos en las semanas siguientes a la irradiación, se dio nacimiento a varios niños con retardo mental.

A partir de la hecatombe de Hiroshima y Nagasaki se inició un interminable debate entre pacifistas y militaristas. Los primeros trataban de convencer a los científicos para que no construyan armas nucleares y los segundos lograban de sus gobiernos ingentes cantidades de dinero para la carrera armamentista. Aquellos científicos que se opusieron a ésta tuvieron dificultades. Entre los más notables se recuerda a Robert Oppenheimer, el propio director científico del proyecto Manhattan. Oppenheimer fue acusado de traidor a la patria por el gobierno de E.E.U.U..

Siempre se encuentra gente dispuesta a todo. Los gobiernos vivieron la fiebre nuclear. Todos querían su bomba. Ello permitió que en Argentina, por ejemplo, un físico alemán lograra que Perón le facilite recursos para la construcción de una bomba nuclear en Bariloche. Más tarde, los físicos argentinos mostraron que era una farsa.

Producto de esta carrera se ha construido un gigantesco arsenal que se reparte entre Rusia (10,100 cabezas nucleares) E.E.U.U. (8,500), Francia (482), China (284), Gran Bretaña (234). Hay otros países que, aunque no lo han reconocido, cuentan con armas nucleares. Múltiples informaciones señalan que Israel cuenta con por lo menos 50 cabezas.

El riesgo nuclear constituido por este arsenal es agravado por la inestabilidad de Rusia, la que puede aumentar el peligro de proliferación.

A pesar de que E.E.U.U. y Rusia dan muestras de buena voluntad desmantelando algunas cabezas nucleares, y países como Brasil y Argentina hayan abandonado sus programas nucleares, el arsenal arriba señalado sigue existiendo. Ello da justificaciones a que ciertos países, que se sienten inseguros o que tienen tendencias militaristas, realicen proyectos nucleares secretos. Los más conocidos casos son los de Iraq y Corea del Norte. Por otro lado, India y Pakistán tienen capacidad tecnológica para construir bombas nucleares.

Algunos piensan que la existencia de la bomba atómica ha impedido una nueva guerra mundial en estos cincuenta años de recuerdos de Hiroshima. Tal vez, pero con esta arma se tiene una amenaza de destrucción total sobre la Tierra. De modo que Hiroshima constituye una imagen de lo que puede ser la Tierra entera si de nuevo surge la irracionalidad.

## **Física y medicina**

Opinión Nacional, 26 de abril de 1995

Cuando Pierre y Marie Curie trabajaban en la búsqueda del radio descubrieron que la radiactividad Afenómeno imperceptible a los sentidosA producía quemaduras en sus manos. Marie Curie, lejos de asustarse y disminuir el ritmo de su trabajo, aunque tomando las precauciones adecuadas, intensificó sus investigaciones. Se dio cuenta que la propiedad de la radiactividad de atacar células podría ser usada para eliminar células cancerosas.

Así se fortalecía la relación entre la física y la medicina moderna. Pero la historia no quedó allí. Irene Curie, hija de Marie, y su esposo Frederic Joliot, descubrieron la radiactividad artificial, iniciándose la producción de radioisótopos en laboratorio. Ello permitió una ampliación espectacular de la aplicación de la física en medicina.

Hoy, desde los instrumentos de rayos X hasta los complejos instrumentos de resonancia magnética o el tomógrafo de emisión de positrones, pasando por la gammagrafía, físicos y médicos colaboran en la búsqueda de nuevos campos comunes de desarrollo.

En ese sentido avanzan científicos del Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN) y de la Facultad de Ciencias de la UNI.

Ellos que han decidido crear la Maestría en Física Médica que se iniciará en junio de este año. En realidad, en el Perú, desde hace varios años se está trabajando en las aplicaciones de la física nuclear en la medicina. Esto ocurre especialmente en hospitales de Lima, Trujillo y Arequipa. En el mantenimiento de los servicios de medicina nuclear de esos hospitales se ha contado con el apoyo de los ingenieros electrónicos del IPEN, José Páez y Edgar Valdivia. Este esfuerzo nacional cuenta con el auspicio del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA).

Por otro lado, en la Facultad de Ciencias de la UNI, se está desarrollando tecnología de rayos láser con posibilidades de aplicación en medicina, con la participación de los físicos Bertram Hanssum y Aníbal Valera.

En los países industrializados, la relación entre físicos y médicos está bien establecida, sobre todo en el campo de instrumentación. En los laboratorios de física se construyen los prototipos de los modernos y eficaces medios de diagnóstico y terapia de diversas enfermedades antes incurables. En el Perú, ese tipo de relación recién empieza. Entre los físicos pioneros en el campo podemos mencionar a César Picón que calcula y diseña los procedimientos eficaces y de bajo riesgo para la terapia del cáncer. Lo propio hace el físico César Molina en el Hospital Almenara. Como en otros campos, un significativo grupo de

jóvenes que incursionaron en el campo de las aplicaciones de su especialidad en medicina ha emigrado a países industrializados. Actualmente, en diversos hospitales y universidades del mundo trabajan físicos peruanos.

En ese marco, emerge el programa de maestría en física médica, en el que se formará los especialistas en este campo. El éxito del programa de maestría en física médica depende de la posibilidad de convertirse en un programa nacional, con la participación de universidades y hospitales de toda la República.

En tal sentido, debemos tomar conciencia de la necesidad de contar con un físico médico en cada hospital como en el caso de los países industrializados.

Precisamente, para el establecimiento del programa, un científico del IPEN viajó a las universidades Mc Master de Canadá y Surrey de Inglaterra, para ver los programas de física médica que esas instituciones llevan a cabo.

Por otro lado, el físico doctor Joaquín Lejeune, director del laboratorio de física médica del Hospital María de la Macarena de España, por encargo del OIEA, será el supervisor del programa que contará con profesores de varios países del extranjero. De esa forma, el programa de física médica tiene todos los componentes para establecerse con razonables probabilidades de éxito en el país.

## **Microscopía electrónica**

Opinión Nacional, 17 de abril de 1995

El microscopio electrónico, uno de los más poderosos medios para escudriñar el mundo infinitesimal, fue inventado en 1938. El perfeccionamiento de este instrumento ha permitido descubrir innumerables propiedades de la materia orgánica e inorgánica. En el Perú, desde los años 60 se ha comenzado a utilizar la microscopía electrónica, especialmente en la investigación biológica y médica. Hoy, después de haber acumulado experiencia en esta técnica, los usuarios nacionales de la microscopía electrónica han fundado la Sociedad Peruana de Microscopía Electrónica (Apemel), presidida por el Dr. Juan Takano Morón.

El avance de la microscopía electrónica puede ser resumido en el poder de resolución de los instrumentos. En los años cuarenta, los microscopios podían ver detalles de cienmillonésima de metro, una década más tarde se mejoraba a una milmillonésima de metro de resolución.

El Dr. Takano, en su discurso inaugural como presidente de la Apemel, recordó que la Universidad Nacional San Agustín de Arequipa fue la primera institución en adquirir un microscopio electrónico de transmisión, gracias a una donación de la Philips Peruana. El Instituto de Enfermedades Neoplásicas adquirió un microscopio RCA y, en 1965, hicieron lo propio las universidades de San Marcos y Cayetano Heredia, con microscopios de mayor versatilidad. Estos instrumentos fueron usados en patología.

En los años 70, la minerología, ciencias de materiales y las ciencias biomédicas peruanas se vieron beneficiadas por la microscopía electrónica de barrido. Petroperú, el Laboratorio de Criminalística de la PIP, el Centro Internacional de la Papa y, recientemente, la Universidad Nacional de Ingeniería, adquirieron microscopios electrónicos de barrido. La UNI cuenta también con un microscopio de transmisión.

En los cursos técnicos, universitarios y de postgrado se han integrado temas sobre microscopía electrónica, tanto en ciencias biomédicas como en el campo de materiales. De esa forma, el Perú cuenta con expertos en microscopía electrónica, entrenados en el extranjero.

Más aún, en países avanzados contamos con expertos en microscopía electrónica, los que han publicado resultados de sus trabajos en revistas internacionales. Tal es el caso del físico Fernando Ponce Antúnez de Mayolo que hizo sensación en el mundo cuando en E.E.U.U. se publicó fotos obtenidas con microscopía electrónica, donde se podía notar la forma de los átomos. Recordemos que los átomos tienen una talla de diez milmillonésima de metro. Entre los expertos peruanos está también el físico Dwight Acosta, quien trabaja en la Universidad Nacional Autónoma de México. El Dr. Acosta vino recientemente al Perú, dictando un curso sobre microscopía en el Ceprecyt, el que congregó especialistas de varias instituciones.

Cabe mencionar que algunos laboratorios peruanos poseedores de microscopios electrónicos mostraron al principio poco espíritu de colaboración, encerrándose con sus instrumentos en una actitud poco científica, condenando al fracaso sus propios proyectos. Sin embargo, poco a poco, se fue comprendiendo que la única forma de progresar en ciencias era la ruptura de los muros, dando lugar a la colaboración.

La colaboración permitiría resolver problemas comunes a los laboratorios de microscopía electrónica, que son los mismos que aquejan a los que cuentan con instrumentos delicados de ciencia y tecnología: el mantenimiento y reparación de equipos especializados. En ese marco, por iniciativa de la Dra. Estela Castillo, en diciembre de 1994, el Concytec organizó un Seminario Taller "Ultraestructura Celular": Tres Décadas en el Perú", donde se habló de la microscopía.

En ese proceso fue surgiendo la necesidad de la fundación de la Apemel, la que tratará de buscar solución a las mencionadas dificultades de la microscopía electrónica en el Perú, una técnica avanzada y útil para el desarrollo.

## **La educación globalizada**

Opinión Nacional, 9 de abril de 1995

La Academia Nacional de Ciencias, en su última reunión, analizó la crítica situación de la educación en el país, instando a sus miembros a intensificar sus acciones para lograr el mejoramiento de la enseñanza, sobre todo en el área de las ciencias básicas.

Los miembros de la Academia, presidida por el doctor José Tola Pasquel, han realizado esfuerzos diversos en esa dirección. Sin embargo, para que se logre resultados concretos y notorios en el mediano plazo, es necesario que el Estado ponga los recursos a disposición de programas bajo la responsabilidad de científicos y educadores con experiencia y méritos comprobados.

Desafortunadamente, ningún gobierno ha tomado medidas tendientes a una superación cualitativa de la enseñanza de las ciencias.

Las decisiones tomadas en diversas etapas de la historia de la educación van desde la adquisición de módulos extranjeros de enseñanza de las ciencias, para empaquetarlos y encerrarlos en ambientes aislados, hasta la desactivación del Programa Nacional para el Mejoramiento de las Ciencias (Pronamec), iniciado en los años 60 por el profesor Raúl Pardo.

Sin embargo, según el análisis de la Academia, el principal problema de la Educación es la calidad de la enseñanza, la que actualmente no corresponde a los requerimientos del país, inmerso en una competencia mundial del conocimiento.

Este problema está directamente relacionado al valor que el Estado otorga a la labor del maestro. Es evidente que, dada la situación, ningún joven con potencialidad intelectual competitiva va a escoger la carrera de maestro mal pagado.

Por esa misma razón, las acciones de capacitación pierden su atractivo, dado que los maestros están obligados a buscar afanosamente actividades que signifiquen ingresos suficientes para la supervivencia de sus familias.

Por otro lado, el programa de cursos sigue correspondiendo a la antigua visión literaria y humanista, abandonando las ciencias básicas, cuando precisamente éstas constituyen la piedra angular del desarrollo.

En los pocos cursos de ciencias básicas del programa oficial, se recurre a técnicas memorísticas, las que resultan fatales para la formación del educando. Este problema se agrava con la inexistencia de laboratorios, o simplemente con la incapacidad de los profesores de utilizarlos adecuadamente.

Enseñar ciencias significa incentivar en el alumno la curiosidad y el deseo de satisfacerla con la experimentación y el análisis. Se trata de entrenar a los alumnos para la búsqueda continua de nuevos conocimientos, con la idea de que ninguno de éstos es definitivo.

Las ciencias básicas deben ser impartidas a todos los educandos. Un profesional del siglo XXI, cualquiera que sea su especialidad, debe recibir formación científica. Las personas que no tengan esa en el siglo XXI serán como los analfabetos del siglo XX.

Los científicos José Tola Pasquel, Víctor Latorre, César Carranza, Ronald Woodman, Jorge Heraud, Lucía Pozzi Escot de Herold, miembros de la Academia Nacional de Ciencias,

están realizando una serie de actividades tendientes al mejoramiento de la enseñanza de las ciencias y a la integración de la ciencia y la tecnología en la producción.

Por otro lado, hace algunos años, convocados por el CONCYTEC, varios especialistas propusieron un plan para el mejoramiento de la enseñanza de las ciencias.

Este trabajo inicial no tuvo continuación. Ante la importancia del tema, un grupo de científicos e intelectuales, con auspicio de la empresa Southern Perú, fundaron el Centro de Preparación para la Ciencia y Tecnología (CEPRECYT). El objetivo es la formación de una generación científica para el siglo XXI, bajo la responsabilidad de científicos preparados en el país y en el extranjero, basados en la experimentación y el análisis.

Esa formación está dirigida a escolares que tienen interés especial por las ciencias. El CEPRECYT también ha capacitado a maestros que hoy están iniciando programas similares en sus centros educativos. Hoy se trata de difundir la experiencia del CEPRECYT en todo el país, como una manera de prepararnos para el futuro cercano.

### **¿El fin de la ciencia libre?**

Opinión, 16 de noviembre 1998

Hasta ahora, las informaciones científicas han circulado libremente, permitiendo un gran avance en los países con tradición investigadora y algo en los otros. Sin embargo, los vientos soplan hacia la restricción. ¿Cómo la enfrentaremos?

Todo ha comenzado con una directiva de la Comisión Europea, sobre la "protección jurídica de las bases de datos", la que es calificada por los científicos europeos como un atentado contra la libre circulación de las informaciones científicas. La comisión afirma que, por el contrario, la directiva protegerá a los productores de base de datos científicos, incentivando las inversiones en sectores de interés económico.

Sin embargo, en la reglamentación correspondiente a la mencionada directiva se define la base de datos como "Un conjunto de obras, de datos u otros elementos independientes dispuestos de manera sistemática o metódica e individualmente accesibles a través de medios electrónicos o de cualquier otra manera". Por otro lado, se otorga protección específica en caso de que la información haya sido lograda con inversiones sustanciales por parte del productor, el que tiene el derecho a vender una parte o la totalidad de la información.

La Comisión Europea sugiere a las universidades e instituciones de investigación permitir la libre circulación de información científica entre ellas, y que la vendan a las empresas de producción, lo que permitiría una aceleración de la investigación científica y el consiguiente crecimiento económico.

Ante la mencionada directiva, los editores de revistas científicas han reaccionado con mucho interés, puesto que la definición involucra las publicaciones de trabajos originales.

La controversia surge porque la revista  \_y no el científico\_  es considerado como el productor de la información. Puede darse el caso en que, para usar sus resultados, el científico deba pagar a la revista que los publicó.

Paralelamente a las mencionadas medidas de restricción, la Comisión Europea hace esfuerzos para integrar a los países de Europa central en los programas de investigación y desarrollo. El retraso de estos países crea dificultades en la integración y en el crecimiento de la región, sobre todo cuando se busca acelerar la consolidación de los bloques comerciales.

Ante esas perspectivas, los países con economías emergentes están aumentando sus propios esfuerzos en investigación científica y tecnológica, relacionando estrechamente investigación y empresa. China, por ejemplo, ha decidido profundizar las reformas en los dominios de la ciencia y la tecnología. Lin Quan, el secretario general de la Comisión para la Ciencia y la Tecnología, ha anunciado la publicación de los resultados de la investigación sensibles de utilizarse en la industria, la agricultura y otros sectores económicos. En 1997, China logró 30.566 descubrimientos científicos, entre los cuales 2.727 se refieren a la investigación teórica, 26.244 a la investigación aplicada y 1.595 a otros campos. Dicha comisión muestra que la investigación aplicada ha generado 12.500 millones de dólares que se añaden al Producto Interno Bruto de China. De esa forma, el país continente se prepara para afrontar las restricciones de la información científica.

Todo hace pensar que la protección de las base de datos científicos se hará extensiva a los demás países del mundo. De modo que el tema comienza a preocupar a los miembros del Area de Libre Comercio de las Américas (ALCA), del Organismo Mundial de Comercio (OMC) y del Foro de Cooperación Económica para el Asia Pacífico (APEC). En la Organización Mundial para la Propiedad Intelectual (OMPI) ya se está discutiendo el derecho de extracción de información de la base de datos, en la medida que sean datos originales.

En el Perú, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC) ha dedicado su tiempo al enésimo diagnóstico que ratificara la ya conocida catastrófica realidad y a repetir las propuestas de interacción entre investigación y empresa sin invertir en ello. Mientras tanto, el Congreso de la República mantiene pendiente la Ley Marco para la Promoción de la Ciencia y la Tecnología.

### **Futuras confrontaciones**

Opinión, 2 de noviembre de 1998

Lo que más sorprende, en el umbral del tercer milenio, es el espíritu de colaboración que se difunde en todos los campos de la actividad humana. Este beneficioso proceso, el que envuelve desde pequeños grupos de trabajo hasta países y continentes, llegará sin duda alguna a lo largo de los Andes y a toda América.

Cuando ello ocurra, empezaremos a concebir una visión del mundo acorde con los avances del conocimiento. Sin embargo, para obtener un lugar bajo el Sol, será necesario prepararnos para una competencia basada en el conocimiento. La historia reciente nos muestra ese futuro que ya es realidad cercana.

Después de sostener la guerra más cruenta de la historia, los países europeos, Japón y Estados Unidos trabajan codo a codo, cerebro a cerebro, en la exploración del espacio y del mundo ultramicroscópico, en la que se descubren secretos que luego son aplicados en el mejoramiento de la calidad de vida. El proceso comenzó casi imperceptiblemente en el mundo científico. Los investigadores empezaron a conformar equipos de trabajo en sus respectivos laboratorios y, luego, éstos fueron creando proyectos conjuntos. Ante los retos tecnológicos, las instituciones nacionales se unieron para buscar lazos con instituciones de otros países.

En la nueva arena del mundo, las fronteras físicas van dando lugar a regiones de colaboración. El caso más notable es la construcción del Centro Europeo de Investigaciones Nucleares (CERN), el que ocupa territorios de Francia y Suiza, y que es utilizado principalmente por investigadores europeos, norteamericanos y japoneses.

La voluntad de unidad europea logra incluso unir países con vías bajo el mar, como es el caso del túnel entre Francia e Inglaterra, maravilla tecnológica y social. Actualmente, los países europeos están terminando la construcción de la unidad que los convertirá en un poderoso continente, listo para competir con otras potencias y, en un mediano plazo, para iniciar exploraciones espaciales.

Un signo de la nueva realidad se presenta en las comunicaciones electrónicas, las que se iniciaron para la comunicación entre científicos y que, finalmente, ha dado lugar al ciberespacio, el que nació ya sin fronteras.

Actualmente, los países están acelerando las negociaciones para lograr acuerdos regionales de colaboración, los que lentamente, pero en forma segura, están creando las bases para un mundo sin barreras internacionales.

Ante tales perspectivas, unos podrían preguntarse si el hombre ha perdido su espíritu competitivo. Nada más falso. Lo que sucede es el traslado de las confrontaciones al campo del mercado de productos y servicios. Los recursos económicos son usados en la formación de potenciales humanos, en investigación científica y tecnológica, precisamente dirigidas a mejorar el grado de competitividad de las empresas nacionales.

En la competencia de empresas y países surgen estrategias que posibilitan la supervivencia de los aliados.

La confrontación en la que ya estamos inmersos no es cruenta pero es tal vez más dura y con consecuencias no menos crueles. La pobreza generalizada de las poblaciones de los países perdedores llega a límites infrahumanos y las tensiones internas terminan por ser insostenibles.

Aquellos países que cuentan con recursos naturales, los que tienen cada vez menos valor, llegan apenas a convencer a empresas extranjeras para explotarlos. De esa forma obtienen divisas que no alcanzan ni siquiera para ofrecer una existencia en bienestar de sus poblaciones.

## **Relatividad del análisis del ADN**

Opinión, 25 de junio de 1998

En estos tiempos se habla mucho del análisis del ADN para la determinación de paternidad. Se dice que con la tecnología avanzada de análisis del ADN se determina con un 99.9 % de certeza si es que un niño es hijo de un supuesto padre; y con 100 % de certeza si es para afirmar que no es hijo del mismo.

Como es conocido, cada persona tiene un patrón de ADN, el que se obtiene básicamente colocando los componentes genéticos en un gel, al que se aplica un voltaje eléctrico. Después de un tiempo se obtendrá el patrón del ADN debido a que los componentes llegarán a distancias de acuerdo con sus pesos moleculares: cuanto más livianos sean los componentes más lejos llegarán, dando lugar a una serie de líneas paralelas de llegada.

Veamos los elementos que influyen en el grado de certidumbre de la determinación afirmativa de la paternidad. Si es que cada uno de los componentes genéticos del niño son encontrados entre los de la madre o entre los del supuesto padre, puede afirmarse con cierto grado de certidumbre que es hijo de ambos. Para calcular el grado de certidumbre de la determinación afirmativa de paternidad es necesario hacer un estudio de periodicidad de similitud de patrones genéticos en una población. En el Perú no se conoce los resultados de un estudio de esta naturaleza.

Veamos ahora algunos aspectos de la determinación negativa de la paternidad, que se supone 100 % segura. Si un componente del patrón genético de un niño no es encontrado ni en el patrón genético del padre ni en el de la madre, se podría afirmar que es un tercero el que participó en la combinación. Si aceptamos la hipótesis de que esta afirmación es absolutamente verdadera, estaríamos negando la existencia de la mutación en células germinales.

La mutación es el cambio en la secuencia del ADN, la que se puede producir en las células germinales del padre o de la madre, lo que no modificaría la composición genética del resto de las células. En este caso, las composiciones genéticas de las células que participan en la formación del nuevo ser no son las mismas que las correspondientes a las del padre y la madre.

Las mutaciones tienen diversas causas, entre las que se cuenta el consumo de sustancias tóxicas o la aplicación de radiación ionizante. La radiación ionizante natural viene del cosmos y de los radioisótopos normalmente existentes en nuestra alimentación o en el aire que respiramos.

Las radiaciones producidas por el hombre están constituidas principalmente por los rayos X para diagnóstico, radiación para la radioterapia y las emitidas por los radioisótopos usados para el diagnóstico de enfermedades. Los de rayos X producidos en los aparatos de televisión y las microondas también conllevan riesgos de mutaciones para las células.

Cuando la mutación afecta a las células que forman parte de los diferentes tejidos del cuerpo abre la posibilidad de inducir cáncer o cambios fisiológicos y estructurales. Cuando la mutación se genera en las células germinales, sin afectar su viabilidad, la mutación se transmite a los descendientes. En el patrón genético de estos descendientes \_obtenido en el análisis del ADN\_ se encontrarán componentes diferentes a los del verdadero padre, lo que significaría una eventual negación de paternidad a pesar de que ésta es verdadera.

Vemos pues que bajo el supuesto de contar con tecnología perfecta con 100 % de seguridad en el análisis de componentes genéticos, no puede determinarse la paternidad de un ser ni negarse la misma con 100 % de seguridad. La mutación genética, responsable de la evolución de las especies, son una prueba de los continuos cambios generados en la herencia genética a lo largo de la historia de la vida. {02}

### **'El Niño': ciencia y tecnología en pañales**

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.

## **Morir en Canadá**

Opinión, 24 de junio de 1998

Los noticieros dan cuenta del drama de una familia peruana en Canadá, en la que tres niños han sido asesinados por su padre, mientras que la madre, víctima de cáncer, se debatía entre

la vida y la muerte en un hospital. Los reportajes explican las características psicológicas del filicida, policía desarreglado por la violencia que azotara el país en años pasados. Sin embargo, pocos se han referido a la tragedia que vive la madre, Bertha Miriam López Kitano, una excelente científica peruana que debió partir para seguir haciendo ciencia.

Miriam es magister en química, egresada de la Universidad Católica, especializada en análisis por activación neutrónica en el Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN), con una serie de cursos de capacitación y estadías de investigación en varios países industrializados. Ha trabajado también en electroquímica, disciplina que inició en la Universidad Católica y desarrolló en la Universidad de New México, E.E.U.U., donde obtuvo el grado de Ph.D. A Canadá fue a realizar investigaciones en la universidad de Montreal.

Miriam forma parte de la legión de científicos que partió del Perú, buscando lugares donde pudiera desarrollar sus trabajos de investigación en condiciones aceptables. Miriam se convenció, como muchos jóvenes científicos, que para seguir en el camino de la ciencia y poder llevar adelante su familia, tenía que abandonar el país. La familia de Miriam no estaba sola en Canadá; otros colegas del IPEN la habían antecedido en el exilio, entre ellos el ingeniero Herminio Hinostroza, ingeniero especialista en instrumentación nuclear, del mismo grupo de investigación en el que trabajó Miriam en el IPEN. El ingeniero Hinostroza hoy trata de apoyar como puede a Miriam, quien se encuentra sola y postrada en un hospital.

Este drama humano nos hace recordar lo incierto que se presenta el futuro del país, cuyos ingenieros y científicos mejor calificados se encuentran en diversos países del mundo, especialmente en Canadá, E.E.U.U., Francia, Alemania, Japón. Todos sabemos que el concurso de estos profesionales es indispensable para cualquier plan de desarrollo. El conocimiento y las habilidades adquiridas durante su preparación, y la experiencia de investigación, constituyen una invaluable nueva riqueza para cualquier país. Por ello es que no es fácil comprender el desinterés que por ellos el Estado ha exhibido durante su historia reciente.

Desde el año pasado, sin embargo, la preocupación por el desarrollo de la ciencia y la tecnología ha llegado al Congreso de la República. La Comisión de Ciencia y Tecnología, presidida por el doctor Rafael Urrelo, tiene los dictámenes de la Ley Marco Captación y Recuperación de Personal Altamente Calificado. La universidad, los institutos de investigación, la empresa y los diversos sectores del país están de acuerdo con esos dictámenes y se espera que pronto se conviertan en ley.

Sin embargo, la política de captación y recuperación de científicos no debe esperar una ley. Por ello es bueno que respondamos a las preguntas que resuenan en la mente de muchos peruanos ¿Qué podemos hacer por Miriam, quien vive un drama sola y lejos del país? ¿Acaso el Estado no tiene responsabilidad moral sobre sus ciudadanos residentes en el extranjero que se encuentran en desgracia? Si abandonamos a nuestros compatriotas en circunstancias como ésta, significaría que estamos pulverizando toda esperanza de construir una nación verdadera, que no conozca fronteras físicas.

Cabe recordar que los científicos peruanos que trabajan en laboratorios extranjeros siguen colaborando con el país. Enviando información, dictando conferencias durante sus visitas y siempre dispuestos a regresar cuando sea posible hacer ciencia y tecnología. Conviene al Perú mantenerse en contacto permanente con ellos y es importante buscar la forma de canalizar sus esfuerzos hacia proyectos peruanos. Pero sobre todo, es humano apoyarlos en casos de dificultades como el que comentamos y no esperar la muerte para rendir honores que poco favorecen a los homenajeados.

NOTA FINAL: Al terminar esta nota recibo la mala noticia de que Miriam ha muerto.

## **Espada apocalíptica**

Opinión, 8 de junio 1998

El avance de la física nuclear, en los países del Tercer Mundo, pone la tecnología para la construcción de armas nucleares, al alcance de un conjunto cada vez mayor de grupos de científicos e ingenieros organizados. Las bombas A \_basadas en la fisión de núcleos pesados como el uranio y el plutonio\_ y las bombas H \_basadas en la fusión de núcleos livianos como el hidrógeno, provocados por una bomba A\_ han dejado de ser un secreto desde los años 50. Desde entonces muchos países han buscado la forma de hacerse de esa tecnología, dando lugar a lo que se llama la carrera nuclear. Para tener una idea de la rapidez con la que se da esa carrera, y los esfuerzos que las potencias nucleares hacen por detenerla, vale la pena recordar algunos hechos históricos.

En diciembre de 1938, en Berlín, se descubre la fisión nuclear, fenómeno sobre el que se basa el funcionamiento de la bomba atómica. En diciembre de 1942, un equipo dirigido por el físico Enrico Fermi logra la reacción en cadena en un laboratorio de la Universidad de Chicago. En julio de 1945, E.E.U.U. logra la primera explosión nuclear en Los Alamos, Nuevo México. En agosto de ese año, en la parte final de la segunda guerra mundial, E.E.U.U. lanza bombas nucleares en Hiroshima y Nagasaki. En 1949, la Unión Soviética prueba su primera bomba y, en octubre de 1952, el Reino Unido hace lo propio. En noviembre de ese año E.E.U.U. prueba su primera bomba H, mucho más destructiva que la bomba A.

En 1955 se realiza la primera Conferencia Internacional sobre la Utilización de la Energía Atómica con Fines Pacíficos, presidida por el físico indio Homi Bhabha. En 1957 se funda el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) con la misión de evitar la proliferación nuclear y promover los usos pacíficos de la energía nuclear. En 1960 Francia hace explotar su primer artefacto nuclear, convirtiéndose en el cuarto miembro del exclusivo "Club Nuclear". En 1964 es el turno de China, país con enorme potencial científico y vecino de la India, el que no se queda atrás en lo que a conocimiento se refiere. La India apresura el ritmo de sus investigaciones y, el 18 de mayo de 1974, logra su ansiada prueba atómica. En 1981, Israel \_país que no niega ni confirma tener bombas atómicas\_ ataca un reactor de Irak por sospechar que éste tenía fines militares. En 1991, durante la Guerra del Golfo, se destruye lo que quedaba de las instalaciones nucleares en Irak, y luego la ONU envía equipos de inspectores para desmantelar los restos de estas instalaciones. En

1994, Corea del Norte hace frustrados intentos para salvarse del control de la ONU y trata de empezar a fabricar su propio arsenal nuclear.

Los países miembros del OIEA han tratado y tratan de impedir la proliferación de armas nucleares. Sin embargo, la práctica está mostrando las dificultades que se encuentran para lograr la tranquilidad en el mundo. En 1998, cuando muchos pensaban que la carrera nuclear había terminado, la India hace recordar que su tecnología nuclear con fines militares sigue avanzando. Ello provoca el descubrimiento explosivo del secreto a voces sobre el potencial de Pakistán.

Este relato pone en evidencia la incapacidad del mundo para conocer lo que pasa realmente en los laboratorios nucleares con fines militares, los que parecerían ubicarse en lugares inaccesibles a los avanzados satélites espías. Para nadie es un secreto que los laboratorios de los países asiáticos febrilmente buscan perfeccionar sus tecnologías nucleares con fines militares. Tampoco es un secreto que algunos países de América del Sur tienen el potencial y, algunos, la tentación de ingresar subrepticamente al "Club". Por las dudas, los países que pueden se dotan de avanzados laboratorios e incentivan grupos de científicos e ingenieros para mantener un potencial de investigación. En ese sentido, el Perú se ha convertido en uno de los países más pacíficos e inofensivos de América Latina. {04}

### **Alarma en ciencia y tecnología**

Opinión, 27 de julio 1998

A fines del siglo XX, los países están elaborando sus balances en todos los campos de la actividad humana, siendo el de la ciencia y la tecnología el que mayor preocupación ha generado. No es para menos; en ese campo se competirá por los mercados globalizados de productos y servicios, los que tendrán un alto componente de conocimientos científicos y tecnológicos. La preocupación ha llegado al Congreso, el que a través de la Comisión de Ciencia y Tecnología ha organizado una serie de debates sobre el tema. Como producto de uno de ellos se ha publicado el libro "Ciencia, tecnología y desarrollo", editado por el doctor Rafael Urrelo, presidente de esa comisión. El libro presenta una serie de indicadores alarmantes y varias propuestas para mejorar la situación.

Lo primero que llama la atención es que durante los 40 últimos años, el Perú no ha variado mucho su estructura exportadora, fundamentalmente compuesta de materias primas. El 50 % de las exportaciones peruanas corresponden a productos mineros, destacando el cobre, zinc, oro y plomo. Como punto de comparación se toma Corea, país que en los años 60 tenía un 58 % de sus exportaciones correspondientes a productos mineros y que ese porcentaje actualmente ha sido reducido al 10 %. El panorama exportador de Corea hoy es dominado por la industria electrónica, automotriz y maquinaria pesada.

Los datos que presenta el libro nos sugieren que una de las razones del bajo componente tecnológico de nuestros productos es la poca inversión en ciencia y tecnología. Los 293 millones de soles que el Perú invirtió en 1996 en el financiamiento de los institutos de investigación representan el 0,22 % del PBI, muy por debajo de Chile, Colombia, Brasil,

Venezuela y México. En Corea el porcentaje del PBI dedicado a la ciencia y tecnología pasó de 0,25 % en 1963 a 2,61 % en 1994.

La inversión en ciencia y tecnología no proviene solamente del Estado. En Corea, en 1963, el porcentaje de la inversión de la empresa privada en ciencia y tecnología era de 3 % y en 1994 este porcentaje subió a 84 %. En Perú se estima que la empresa privada participa con el 20 % de la inversión en ciencia y tecnología.

Ante esa realidad de cifras en el Perú, no es sorprendente la emigración de talentos. Entre 1985 y 1993 40.000 técnicos y profesionales dejaron el país para prestar servicios calificados en el extranjero.

Para agravar las cosas, los jóvenes universitarios peruanos prefieren carreras relacionadas con las humanidades y ciencias sociales. Entre 1981 y 1989 se otorgaron 14.546 bachilleratos, de los cuales el 60,5 % optaron por las ciencias sociales y humanidades, 20,7 % por las ciencias exactas y naturales y 18,8 % por las ingenierías. Estas cifras contrastan con lo que ocurre en los países industrializados. En E.E.U.U. durante el año 1996 se otorgaron 23.000 grados académicos en ciencias e ingenierías y solamente 5.800 en el área de ciencias sociales.

Por otro lado, el Perú se presenta como uno de los países con menor producción científica. En 1980 el Perú publicó 369 artículos mientras que Chile alcanzó 6.147. El doctor Rafael Urrelo hace notar que el número de publicaciones por millón de habitantes ha crecido en América Latina. Por ejemplo, entre 1980 y 1990 pasó de 5,3 a 38,3 y Argentina pasó de 46,5 a 60,4. En ese mismo periodo, el Perú pasó de 4,3 a 6,6 publicaciones por millón de habitantes.

Un indicador de la transformación del conocimiento científico a tecnología e innovación es el número de patentes por PBI. En el Perú este índice pasó de 0,2 en 1993 a 0,3 en 1997, mientras que en E.E.U.U. es 200 y en Europa 181.

A pesar de lo relativo que puedan ser las cifras mencionadas, es claro que la grave situación de la ciencia y la tecnología en el Perú nos debe obligar a tomar decisiones drásticas en este tema, crucial para el desarrollo de cualquier país. También es claro que las decisiones de hoy tendrán efectos en el mediano plazo. Sin embargo, mientras más se tarde en tomarlas, menos probabilidades se tendrá de lograr el resultado esperado: condiciones de vida digna para nuestros hijos, más precisamente para los que viven en el país. En ese sentido, es lamentable que el Congreso no haya concretado los proyectos de ley pendientes.

### **Promoción de la ciencia y la tecnología**

Opinión, 22 de enero de 1998

La ciencia y la tecnología están estrechamente relacionadas con el desarrollo de los países, especialmente en una economía globalizada como en la que hoy estamos inmersos. Si un país no investiga, no tendrá nuevas tecnologías, sin las cuales no podrá ofrecer productos y

servicios competitivos ni mejorará las condiciones de vida de la población y, en consecuencia, terminará entre los países más pobres del planeta.

Aunque innumerables estudios especializados han mostrado la veracidad de esas afirmaciones, paralizadas por el temor a lo desconocido, algunos países no inician un esfuerzo sostenido por desarrollar ciencia y tecnología. La razón es que, en realidad, existe cierto riesgo: no todos los que investigan encuentran algo nuevo. Es como una aventura exploratoria de riquezas desconocidas: se requiere constancia y mucha paciencia. Eso es precisamente lo que falta a los agentes de desarrollo de los países como el Perú, donde los empresarios quisieran invertir en la mañana y obtener los frutos en la tarde del mismo día.

Por otro lado, dado que no existe ningún estímulo ni valoración por la investigación, los científicos e ingenieros \_formados para investigar\_ se ocupan en actividades ajenas a su formación, pero que por lo menos les procuran los recursos para la supervivencia de sus familias. Una buena parte de ellos simplemente toman sus maletas y se van del país.

Es en esa situación en la que, en el seno de la Comisión de Ciencia y Tecnología del Congreso de la República del Perú, surge la propuesta del Proyecto de Ley Marco para la Promoción de la Ciencia y Tecnología.

El título I del proyecto se refiere a algunos aspectos generales. El título II define la responsabilidad del Estado en las actividades de ciencia y tecnología, en particular en lo que se refiere a la formación de recursos humanos y a la infraestructura adecuada.

En el título III se establece que el Estado fomenta e incentiva la carrera del investigador científico, lo que constituye una esperanza para disminuir la emigración de investigadores.

En el título IV se conforma el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología \_Sinacyt\_ integrando dependencias, unidades, universidades y personas dedicadas a la investigación científica y tecnológica. Con ello se podría facilitar la colaboración interinstitucional, lo que optimizaría la utilización de los recursos de ciencia y tecnología del país.

En el título V se crea la Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología \_Conacyt\_ como organismo rector del Sinacyt. El órgano decisorio del Conacyt estaría conformado por el presidente del Consejo de Ministros, y los titulares de los sectores de Industria, Educación, RR.EE., Economía y Finanzas. De esa forma se elevaría el nivel de las decisiones relacionadas con la investigación, las que se tomarían con una visión globalizada en relación con el desarrollo integral del país.

Entre algunos puntos considerados en los siguientes títulos del proyecto de ley, cabe notar la institucionalización del Plan Nacional de Ciencia y Tecnología, la protección de la propiedad industrial, la creación de fondos para la investigación, los incentivos para la inversión en ciencia y tecnología y el registro de instituciones científicas y tecnológicas.

El proyecto de ley para la Promoción de la Ciencia y la Tecnología ha creado expectativas entre investigadores y empresarios. El tema se ha analizado en certámenes científicos internacionales, entre los que puede mencionarse el 'Taller Internacional sobre Física

Aplicada' \_llevado a cabo entre el 2 y 5 de enero en Urubamba\_ y el 'Encuentro Científico Internacional y Encuentro Peruano Internacional' \_llevado a cabo en Lima, entre el 7 y 9 de enero.

En los certámenes mencionados se pudo notar la voluntad de los científicos de apoyar este proyecto y avanzar hacia dispositivos legales específicos, sobre todo los relacionados con la forma de fomentar la carrera del investigador y los incentivos de la inversión en ciencia y tecnología. Por su parte, la Comisión de Política Científica y Tecnológica de la Confiep está analizando el proyecto de ley.

Los debates en el Congreso y lo que se decida respecto al proyecto, darán una idea de cuánto han avanzado las ideas que tenemos sobre un tema crucial para el desarrollo; y nos permitirá entrever las perspectivas de nuestro país en el próximo milenio.

### **Primeros físicos médicos peruanos**

Opinión, 27 de febrero de 1998

Los expertos predicen que el año 2030 verá un robot capaz de ejecutar los mismos trabajos que el ser humano. También se dice que habrá personas con tantos órganos sintéticos que será difícil definirlos como seres humanos o como máquinas. Si bien esto puede parecer ciencia ficción, el estrecho acercamiento entre lo físico y lo biológico ha generado nuevas disciplinas de la ciencia, como es el caso de la física médica.

En 1993, al analizar la fuerte relación entre la física y la medicina, y la creciente complejidad instrumental, así como la demanda de profesionales especializados, quedé convencido de algo que flotaba en la mente de varios colegas: la necesidad de formar físicos médicos al mayor nivel académico posible en el país. Hoy, después de cinco años de trabajo en esa dirección, 20 profesionales culminan la etapa lectiva del primer programa peruano de maestría en física médica.

Para la elaboración del proyecto visité la Universidad Mc Master de Canadá y la Universidad de Surrey de Inglaterra. En esas universidades pude notar la estrecha colaboración \_con el mismo grado de responsabilidad\_ entre médicos y físicos médicos. En países con mediano desarrollo tecnológico, es obligatorio que un centro médico cuente con un equipo de físicos médicos, lo que disminuye el riesgo de accidentes o de tratamientos deficientes.

En nuestro país, la realidad es diferente. Son pocos los responsables de centros hospitalarios que comprenden la importancia de la física médica. Recientemente, en un hospital de Arequipa, un técnico sin conocimientos de protección radiológica fue contratado para la reparación un equipo de teleterapia. El pobre hombre ni sabía lo que era la radiactividad, y manipuló el aparato como lo hacía con cualquier otro. Resultado: el técnico se irradió la mano y perdió parte de ella, existiendo el riesgo de perderla completamente. Hay innumerables ejemplos de casos médicos similares, que por ser menos

espectaculares \_aunque no menos graves\_ pasan desapercibidos y las víctimas cargan con las consecuencias, sin reparación alguna.

Consciente de que la física médica es un asunto multidisciplinario, para llevar a cabo el proyecto se consultó con varias universidades y algunos centros hospitalarios. De éstos fueron el Instituto de Enfermedades Neoplásicas (INEN) y la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) las instituciones que decidieron participar, con el Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN), en el primer programa de maestría en física médica, el que fue llevado a cabo con el apoyo del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA).

Los participantes en este programa han seguido cursos de visualización de imágenes y procesamiento de bioseñales, ultrasonido, física de las radiaciones, detección y dosimetría, imágenes y espectrometría por resonancia magnética nuclear, bioelectricidad, uso de la computadora en medicina, radiobiología y protección radiológica, métodos de análisis químico, láser en medicina, rayos X y diagnóstico radiológico, medicina nuclear, electrónica e instrumentación.

Los profesionales del primer programa de física médica, en lo inmediato, cubrirán los requerimientos del Reglamento de Seguridad Radiológica \_dado por el Decreto Supremo 009-97-EM\_ según el cual "las instalaciones que efectúen exposiciones médicas con fines terapéuticos deben contar obligatoriamente con un físico médico, de acuerdo a las condiciones que establezca específicamente la Autoridad Nacional".

Las perspectivas de la física médica han convencido a la Universidad Nacional de Ingeniería y al Instituto de Enfermedades Neoplásicas de seguir con el proyecto, para lo cual se ha convocado al examen de admisión para el segundo programa de maestría en física médica.

En realidad, la necesidad de físicos médicos se da en casi todos los campos de la medicina. Nos hemos referido al acercamiento cada vez mayor de la física y la medicina. Este acercamiento es más evidente cuando se habla de reemplazar algunos órganos, o parte de éstos, por instrumentos físicos capaces de ampliar el alcance de los sentidos. En varios laboratorios se está estudiando la posibilidad de incorporar circuitos integrados al cerebro, lo que permitirá ampliar la memoria.

Todo ello nos lleva a lo que en el futuro dará lugar al hombre biónico, el que cuando tenga problemas de funcionamiento irá al laboratorio de física más cercano.

## **Diez años de potencialidad nuclear**

Opinión, 29 de diciembre de 1998

Hace 60 años, en Berlín, Otto Hahn y Frederic Strassmann descubrieron el fenómeno físico que cambió la historia de la humanidad: la fisión nuclear. Este fenómeno dio lugar a la construcción de la bomba atómica y de los reactores nucleares. En el Perú, 50 años después de ese descubrimiento, el 19 de diciembre de 1988, se inauguró el Centro Nuclear de

Huarangal, cuyo componente principal es un reactor de investigaciones, el RP-10, basado precisamente en la fisión nuclear. El Centro Nuclear abrió grandes posibilidades de investigación científica y tecnológica. Veamos algunos aspectos de las potencialidades de un reactor de investigación.

En el fenómeno de la fisión, un núcleo de uranio absorbe un neutrón, se parte en dos fragmentos, los que liberan gran cantidad de energía y radiactividad. Entre los tipos de radiactividad se tiene neutrones, los que fisionan otros núcleos de uranio, promoviéndose entonces la reacción en cadena. En un reactor, la reacción en cadena se mantiene en la parte central del reactor, llamada núcleo del reactor.

Tomando en cuenta el uso que se les da, los reactores pueden ser de dos tipos: de potencia y de investigación. En primero, la energía liberada se usa para calentar un fluido, el que emite vapor que pone en movimiento la turbina de un generador eléctrico. En el reactor de investigaciones, el núcleo es usado como fuente de neutrones.

Los rayos de neutrones tienen innumerables aplicaciones. Cuando un reactor se pone en funcionamiento, su núcleo, alimentado por combustible nuclear, se convierte en una intensa fuente de rayos de neutrones. Éstos constituyen una sonda privilegiada para estudiar las propiedades de materiales industriales, agrícolas, biológicos entre otros tipos de materiales.

Cuando los neutrones ingresan a un material, cambian de dirección y velocidad en una forma que depende de las propiedades microscópicas del material. Estas pueden, entonces, estudiarse midiendo los cambios de dirección y velocidad de los neutrones emergentes del material irradiado.

Las propiedades de los materiales son fundamentales para su utilización en el mejoramiento de la calidad de vida. Estas propiedades se logran modificando estructuras microscópicas mediante procesos químicos, térmicos y mecánicos. Muchos materiales importados pueden producirse en el país si se conociera esos procesos, los que pueden ser deducidos conociendo las estructuras, las que se estudian con las sondas neutrónicas.

La ventaja que se logra con un reactor nuclear de investigaciones es contar con neutrones. Sólo cuatro países de América Latina cuentan con esa ventaja, la que sólo puede ser aprovechada con instrumentos que utilicen neutrones. Estos instrumentos no son más caros que equipos convencionales, como los equipos de rayos X, pero pueden brindar valiosa información, que no es posible obtener por otros métodos.

Contando con instrumentos de medición de neutrones, un reactor nuclear podría ser un centro de atracción para investigadores de universidades, institutos y empresas industriales. Con una política de promoción de la investigación científica tecnológica, profesionales calificados y recursos materiales, podría lograrse un centro de prestigio internacional. Pero, sobre todo, podría obtenerse resultados que impulsen la investigación y el desarrollo, sin lo cual estaríamos condenados a seguir esperando que las materias primas, la agricultura y la pesca sostengan nuestra pobreza, posibilidad en la que ya muy pocos países confían.

## **Alerta ante la manipulación: ciencia, poder y verdad**

Opinión, 16 de febrero del 2005

Oportuna la carta del director de El Comercio dirigida a los lectores. Aquellos que tenemos información de primera mano sobre algunos temas de ciencia y tecnología, y recibimos versiones deformadas o tendenciosas a través de los medios de comunicación, nos preguntábamos si estas deficiencias no se daban en los demás sectores.

Hace unos meses, en un libro de matemáticas del Ministerio de Educación apareció  $9-4 \times 3 = 8$ . Un diario, usando expresiones ácidas, criticó a dicho ministerio por el error, afirmando que el resultado de esa expresión era 15; otro error, pues la respuesta verdadera es -3. Ello muestra que el periodista criticó antes de consultar con un matemático.

En otra oportunidad, a una empresa privada le robaron dos fuentes radiactivas de uso industrial, tan peligrosas que tenían 20 kilos de blindaje cada una. El IPEN las buscó afanosamente para evitar su manipulación por gente no experta que hubiera podido hacerse daño. Ante ello, un medio de comunicación informó que del IPEN anteriormente se había perdido siete fuentes. No hubo consulta con un especialista o hubo manipulación de alguno, puesto que estas siete fuentes, cuyo soporte es del tamaño de un botón, manipulables incluso por escolares, sin licencia, no son comparables con las perdidas fuentes de uso industrial, las que sí requieren licencias especiales para ser usadas. El IPEN envió la información detallada al medio en cuestión, pero esta no fue publicada.

Un caso más reciente se refiere a un informe que la Oficina Técnica de la Autoridad Nacional (OTAN) en Protección Radiológica diera sobre los eventuales efectos de una aplicación de un radiofármaco sobre una paciente que no correspondía. Según el informe de la OTAN, los efectos eran similares a los que se tiene al pasar por una radiografía con rayos X. El periodista criticó dicho informe diciendo incluso "¿qué se puede esperar del IPEN?", como si hubiera querido que se invente potenciales riesgos para hacer la noticia más vendedora. El análisis de potenciales efectos de una dosis radiactiva recibida se hace independientemente del error que haya cometido el que la aplicó, quien tuvo que ser sancionado como corresponde.

Finalmente, basado en el hecho de que muchos de nuestros colegas no regresan del extranjero, el mismo medio dio a entender que al Perú solo regresamos los malos profesionales, despreciando a colegas con grandes méritos y que obtienen premios internacionales desde el Perú. Este tipo de opiniones no incentiva a los que escogen vivir en nuestro país. Debe saberse que los científicos peruanos residentes en el extranjero y en el Perú, a través de redes especializadas, complementan esfuerzos y potencialidades en proyectos que benefician al país. No hay derecho a generar información que distorsiona este naciente esfuerzo de colaboración internacional de peruanos por el simple deseo de criticar.

Un científico publica muy pocos artículos al año, porque para hacerlo ha tenido que revisar mucha literatura, consultar con varios colegas del mundo que investigan sobre el tema, confrontado resultados con la de otros científicos, y tiene que comprobar el resultado

innumerables veces. Una vez publicados, los resultados están sometidos a la comprobación por científicos de todo el mundo. Si alguien publica un resultado falso, y esto es demostrado por otro, el autor habría dado un paso fatal al desprestigio.

En el periodismo es algo parecido, o debe serlo, sobre todo cuando está de por medio el buen nombre de personas. La prensa no puede convertirse en juez y parte, atacar y condenar, y que el condenado quiera demostrar su inocencia ante el acusador, quien además tiene el control del medio de comunicación hacia la opinión pública y es capaz de editar las declaraciones o aclaraciones.

Tarde o temprano se sabrá la verdad sobre una noticia, pero no podrá repararse los daños causados contra la víctima. Recordemos que mientras más poder se tiene, mayor debe ser la responsabilidad. Y, gracias a la tecnología de la información, la prensa es hoy muy poderosa.

### **A propósito del centenario de la teoría de la relatividad: los seguidores peruanos de Einstein**

Opinión, 5 de febrero del 2005

En ocasión del centenario de la teoría de la relatividad, recordemos al desaparecido físico peruano José Carlos del Prado, quien estudiaba los últimos trabajos de Albert Einstein sobre la unificación de la gravedad y el electromagnetismo.

Contagiado de su pasión por la relatividad, Del Prado me convenció para hacer una tesis de maestría en Ciencias en torno al tema, la que sustenté en 1974. El ingreso al complejo formalismo matemático que representa el mundo relativístico nos llevó a imprevistas especulaciones que hasta ahora siguen habitando las mentes de varios científicos.

La teoría de la relatividad restringida, planteada en 1905 por Albert Einstein, establece un mundo de cuatro dimensiones para interpretar las nada comunes observaciones experimentales de ese entonces, una de las cuales es la invariabilidad de la velocidad de la luz.

¿Por qué era sorprendente este hecho experimental? Si viajamos en un vehículo, veremos que todos los objetos dentro del mismo están en reposo con respecto a nosotros los pasajeros, mientras que un observador que está en reposo al borde de la pista verá que, tanto el vehículo como los objetos que lleva pasan veloces frente a él.

La luz no cumple con esa regla: la velocidad de la luz emitida por el vehículo será la misma, sea medida por nosotros dentro del vehículo como por el observador al borde de la pista. Con una relación matemática entre las tres dimensiones espaciales convencionales y el tiempo como la cuarta, Einstein resuelve esta aparente controversia y, de paso, modifica radicalmente las relaciones de la física clásica newtoniana en las que están comprometidos el espacio tridimensional y el tiempo.

Pero no se quedó allí. Planteó la teoría de la relatividad general, según la cual las propiedades del espacio dependen del campo gravitatorio, es decir, de la materia existente en el entorno. La mejor expresión de estas relaciones es la trayectoria de la luz.

En 1955, Einstein plantea su teoría de un campo unitario, que conlleva la gravitación y el electromagnetismo. Con José Carlos del Prado usamos un formalismo tridimensional para expresar las ecuaciones de Einstein, logrando identificar relaciones entre los elementos gravitacionales y los electromagnéticos, relaciones factibles de interpretarlas en nuestra visión tridimensional apropiada para la experimentación.

Lo que más nos llamó la atención fue la posibilidad de que variaciones muy rápidas de campos electromagnéticos generados por corrientes eléctricas produjeran campos gravitatorios. En otras palabras, según las ecuaciones, había la posibilidad teórica de crear antigravedad, con lo que podría suspenderse vehículos cerca de los planetas.

La teoría de la relatividad nació para explicar el comportamiento de la luz en el espacio: la luz un fenómeno electromagnético, una onda de campos eléctricos y campos magnéticos, que es afectada por la gravedad producida por las masas. Hay, pues, mucho de común entre estos conceptos físicos. Einstein lo comprendió así, y comunicó estas ideas con fórmulas y relaciones que hasta hoy sorprenden por las comprobaciones experimentales posteriores.

Por ejemplo, los agujeros negros permiten observar el poder de la gravedad sobre la luz, que ni siquiera le permite salir, convirtiéndolos en invisibles pero con tremendos efectos sobre los cuerpos celestes.

José Carlos del Prado, el iniciador de las investigaciones sobre la relatividad en la UNI, murió en Moscú, pero ha dejado varios discípulos que mantienen vivo el interés por comprender la naturaleza del espacio y las interacciones en el universo.

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

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 a seguir por nuestros países latinoamericanos que ojalá comprendan los verdaderos retos del siglo XXI.

### **Otra cara del TLC. Tecnología nacional: buen momento**

Opinión, 4 de junio del 2005

En estos tiempos de globalización, los países empiezan a integrarse por regiones, lo que va más allá de la simple compra y venta de bienes y servicios. El tema actual es el de la competitividad regional, la que se logra con programas de cooperación en ciencia y tecnología. Precisamente, en las recientes negociaciones para el tratado de libre comercio de las Américas (TLC), se analizó la eventual atención de proyectos de investigación e innovación que sean presentados por los países miembros del convenio. No sería la primera

vez en el mundo que la ciencia y la tecnología sean consideradas como base para la construcción de una comunidad de países, ni el primer paso que se da en ese sentido en la región.

En el campo atómico, nuestros países han firmado el Acuerdo Regional de Cooperación para la Promoción de la Ciencia y la Tecnología Nucleares en la América Latina y el Caribe (Arcal). En virtud de este documento, el IPEN, centros médicos y varias instituciones han participado en proyectos de investigación, desarrollo e innovación con instituciones similares de 20 países del continente americano.

Mediante el Arcal los laboratorios de electrónica e instrumentación nuclear y la Planta de Producción de Radioisótopos del Centro Nuclear Óscar Miró Quesada de la Guerra (Racso) han recibido la categoría de centros designados, con la finalidad de que sirvan como centros de capacitación para todos los países de la región.

El centro Racso está constituido por un conjunto de instalaciones construidas sobre una superficie de 14 hectáreas y está llamado a convertirse en un laboratorio regional, donde se elaborarán programas de investigación en temas de interés común.

Los laboratorios de física y química nuclear juegan un papel importante para el desarrollo de actividades de investigación y progreso tecnológico. El Laboratorio Nacional de Calibraciones, recientemente equipado gracias a la cooperación técnica internacional, es otra de las modernas instalaciones con las que cuenta nuestro centro nuclear para apoyar actividades en todo el país. Además, se cuenta con el Centro Nacional de Protección Radiológica, instalaciones para el almacenamiento de residuos radioactivos, auditorios e instalaciones de alojamiento para expertos y especialistas visitantes.

El centro nuclear Racso, poseedor de instalaciones modernas para el desarrollo de proyectos y actividades de investigación tecnológica únicas en la región, constituye un medio ideal para la integración. En general, cada país miembro del Arcal pone a disposición de la región lo mejor que tiene de infraestructura científica y tecnológica.

## **Ciencia para la competitividad**

Publicado al año 2006

Según el Informe Global de Competitividad 2004-2005, elaborado por el World Economy Forum, el Perú ha caído en diez posiciones en la tabla mundial de la competitividad, ocupando el lugar 67 entre 104 países analizados.

Esto se debe principalmente a los altos descensos en los subíndices referidos a la transferencia de tecnología en el país. El tema de la ciencia y la tecnología para la competitividad no está en la agenda de la mayoría de los agentes económicos peruanos. Esa también fue la conclusión del primer día del Decimocuarto Congreso de la Confiep. En ese marco, el Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN) sigue promoviendo el acercamiento de la empresa a los

laboratorios, para realizar proyectos conjuntos, en beneficio del desarrollo industrial.

Para los proyectos de desarrollo, el instituto cuenta con la cooperación del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), la que significa aproximadamente un millón de dólares anuales. Estos recursos están destinados al entrenamiento en el extranjero de científicos e ingenieros de las instituciones y empresas coejecutoras, para cuyo desarrollo se adquiere equipos y se contrata expertos internacionales en los temas de investigación.

Con el auspicio del OIEA, el IPEN ha rediseñado su misión y sus objetivos, en el marco de un planeamiento estratégico que consolida la visión del instituto como una entidad científica y tecnológica con estrecha relación con la empresa y la sociedad, lo que se expresa en el tipo de proyectos que lleva a cabo.

Esta visión ha generado una red de instituciones que trabajan en permanente cooperación o coordinación con el IPEN. En los proyectos de cooperación técnica, una buena proporción de los recursos es destinada a la adquisición de equipamiento.

Están por empezar a ejecutarse una serie de proyectos que tiene por objetivo aliviar el problema medioambiental generado por la actividad minera.

Los proyectos regionales promovidos abarcan los intereses comunes de países vecinos. En ese sentido, entre Perú y Ecuador se está llevando a cabo el proyecto "Caracterización del acuífero binacional Zarumilla para su manejo sustentable", lo que permitirá mejorar la calidad de agua para consumo y agricultura en la región Zarumilla. Y, entre los países de la región andina, se está llevando a cabo el proyecto "Control y erradicación de la malaria en la región andina".

Los recursos de cooperación internacional y del país son limitados y, por lo tanto, tenemos que seleccionar proyectos que generen actividades sostenibles. Eso solo es posible cuando se investiga sobre temas a los que las empresas han dado prioridad.

El instituto cuenta con equipos científicos que participarán con sus colegas de las instituciones estatales y privadas para preparar y gestionar la cooperación internacional, a partir de perfiles de proyectos que serán evaluados en talleres en los que participarán diversos sectores.

De esa forma el Instituto Peruano de Energía Nuclear cumple con su misión de promover las aplicaciones de las ciencias y técnicas nucleares avanzadas y reafirma su visión al servicio de la sociedad y la empresa.