

existentes, para su realización física.

Esto implica que podemos aprovechar plenamente el potencial de nuestra mano de obra calificada en toda la fase de diseño, y sin necesidad de realizar grandes inversiones de capital, llegar a tener como solución viable para algunas de nuestras necesidades, un "chip nacional". Los costos de desarrollo y los volúmenes mínimos de producción han disminuido a niveles que ya hacen viable la producción de circuitos integrados semi-preparados en pequeñas cantidades. A manera de ejemplo la producción de 1000 unidades de un arreglo lógico puede tener costos del orden de 50 dólares la unidad, precio que es muy razonable si tenemos en cuenta que en

---

---

Para que cualquier esfuerzo que se haga... tenga éxito deberá contar con el concurso decidido de la universidad, la industria y el gobierno dentro de un marco que consulte la realidad de nuestro país.

---

---

uno de estos circuitos podemos poseer todo un controlador de proceso o una interfase de comunicaciones.

Estas nuevas tendencias, todavía incipientes en nuestro medio, nos ponen muy cerca de lograr soluciones autóctonas de alto nivel tecnológico para nuestros problemas en electrónica, sin necesidad de una infraestructura de producción tan costosa y de tan alto riesgo, no sólo financiero sino ecológico, como es la fabricación de los semiconductores, para la cual no sólo carecemos del capital, sino también de los insumos mínimos necesarios. Sin embargo, no debemos olvidar las limitaciones de nuestro mercado. Para que cualquier esfuerzo que se haga en esta dirección tenga éxito, deberá hacerse con el concurso decidido de la universidad, la industria y el gobierno dentro de un marco que consulte la realidad de nuestro país. ■

## ACERCA DE LA DI

El gobierno de los Estados Unidos de Norteamérica está por aprobar la construcción del instrumento científico más fantástico de la historia de la humanidad: el superchocador de superconductores, cuya sigla SSC proviene de su nombre en inglés Superconductin Super Collider. El grupo asesor de física de altas energías, del Departamento de Energía de ese país recomendó, en julio de 1983, su construcción como una "acción prioritaria" pero no se conoce aun su ubicación ni su tamaño final, ello dependerá de la optimización de las condiciones técnicas y económicas que se derivan de las decisiones que encierra su construcción.

No obstante lo anterior, se conoce que en términos generales, el SSC será un anillo no menor de 90 km (28.6 km de diámetro) aunque tampoco mayor de 164.4 km (52 km de diámetro). El costo estimado para este proyecto es de 3.000 millones de dólares sin incluir el terreno, las construcciones civiles y el equipo periférico, lo que representa según funcionarios del gobierno norteamericano, responsable del mismo, el doble del costo del instrumento, o sea 6.000 millones de dólares.

De otra parte, se sabe con certeza que el SSC acelerará protones para lograr que ellos choquen las energías de un billón de electronvolts correspondiente a procesos nucleares que se realizan a temperaturas mayores que las existentes en el interior de las estrellas más calientes conocidas hasta ahora.

El instrumento antecesor más importante de este proyecto, lo constituye el supersincrotón de protones del Centro Europeo de Investigaciones Nucleares, CERN, construido hace varios años en Suiza por un grupo de naciones europeas occidentales, y reacondicionado recientemente para

convertirlo en el primer gran chocador de protones y antiprotones. El supersincrotón es un anillo de sólo 7 km de circunferencia (2.23 km de diámetro) cuya energía es 63 veces menor que la esperada del SSC. Los europeos están construyendo en el mismo sitio el gran chocador de electrones y positrones, LEP (Large Electron-Positron collider), que acelerará estas partículas a 100.000 millones de electronvolts, aparato constituido por un anillo de 27 km de circunferencia (8.6 km de diámetro).

Desde el punto de vista científico estos instrumentos representan una gran esperanza. Con ellos se seguirá explorando la naturaleza de la materia en sus capas más profundas y gracias al conocimiento que ya se está logrando, no sólo entenderemos mejor cómo y de qué estamos hechos sino que gracias a él aprenderemos más sobre nuestro origen.

La física de las partículas elementales nos ha permitido conocer la estructura de la materia en sus niveles básicos. Sabemos ahora, por ejemplo, que la materia de la cual está formado el universo está compuesta de dos familias de partículas: cuarks y leptones. La misma física ofrece igualmente los elementos necesarios para estudiar los primeros momentos de la evolución del universo. Así, sabemos que en su primer trillonésimo de segundo todo era una "sopa" de cuarks y de leptones, la cual a través de una serie de transiciones originó, tres minutos después, las partículas que ahora conforman el universo que conocemos.

Es indudable que el conocimiento básico adquirido a través de la física de las altas energías es de gran trascendencia, tiene profundas consecuencias en el pensamiento contemporáneo e influye en todas las ramas del conocimiento humano. De otra parte, el que el SSC esté hecho de su-

perconductores representa un avance que no es fácil de aquilatar debido a que el público no conoce lo que es un superconductor ni lo que se requiere para lograrlo y hacerlo funcionar. Adicionalmente es interesante reflexionar acerca del significado de construir, afinar y calibrar un instrumento de altísima precisión como lo será el SSC, especialmente por su tamaño y su composición, que incluirá la electrónica y otros sistemas electromagnéticos que forman una parte importante de la llamada "tecnología avanzada".

No es necesario extender más esta introducción para ilustrar mejor la presencia de la ciencia en la vida contemporánea.

El ejemplo que se acaba de ofrecer se presta para hacer varias reflexiones. Así, un análisis de los motivos que justificarán tan cuantiosa inversión, pondrá de manifiesto la relevancia que en algunos países tiene el apoyo a la investigación científica. De otro lado, si a la luz de lo que hoy significan los edificios que albergaron los grandes monasterios europeos medievales, se especula acerca de lo que significarán en el futuro las construcciones de los grandes laboratorios, se entenderá mejor el papel que juega la ciencia en el proceso de la civilización. Lo que no es claro en nuestros países es quién hará tales reflexiones y cuál será el beneficio que se obtendrá de las mismas. Es un hecho que la mayor parte de la ciencia se hace en los países más desarrollados y que el conocimiento por ellos generado afecta a todos los países. Es por ello que no sólo es necesario estar al tanto de la investigación científica, sino también tener una opinión y una posición frente a su avance. Pero, volvamos al punto, ¿quién debe estar enterado y dar la opinión antes señalada?. Como en otros asuntos de importancia actual, este es de la responsa-

bilidad general, especialmente cuando ya no existe duda alguna de que la ciencia es un asunto demasiado importante para estar únicamente en manos de unos cuantos.

Entrar en el mundo de la ciencia contemporánea es relativamente sencillo, al menos al principio. La información científica está a disposición de todos y los científicos gustan de comunicar sus conocimientos. Además, como la ciencia está considerada como un conocimiento objetivo y no usa banderas ideológicas, la comunicación de la ciencia no tiene fronteras y constituye uno de los pocos lazos de unión entre los distintos pueblos del mundo. Sin embargo, esta situación es poco aprovechable para nuestros países ya que, al menos en lo que a ciencia se refiere, estamos prácticamente aislados de los países desarrollados. Este aislamiento se manifiesta de manera obvia en el hecho que los libros y las revistas técnicas son escasos y nos llegan con mucho retraso. Además tenemos muy pocos científicos y las oportunidades para que éstos confronten sus conocimientos con los de los países desarrollados son muy limitadas. Si a esto se añade que la ciencia actual es una actividad muy especializada, que emplea un lenguaje lejano al cotidiano y que en nuestros países casi no hay instituciones dedicadas a la difusión de la ciencia, no habrá más remedio que aceptar lo que ya sabemos: vivimos al margen del conocimiento científico y contemporáneo.

La importancia de estar al tanto del desarrollo de la ciencia es distinta en los diferentes sectores de la población. Es claro que los científicos, los ingenieros y los profesores universitarios toman como una de sus obligaciones tener una información actualizada acerca del quehacer científico. Sin embargo, lo que aquí nos interesa

subrayar es que en ésta época, toda la población requiere de esa misma información actualizada. El hombre actual necesita del conocimiento científico para entender y aprovechar bien el mundo en que vive, y lo necesita ahora más que antes porque este mundo está siendo conformado por su intervención directa. Aun sin aceptar que nuestra vida está actualmente prefigurada, es indudable que las condiciones de vida futura dependerán cada vez más de la acción del hombre. La construcción del futuro será el resultado no sólo de la ciencia que desarrolla una tecnología poderosa, sino también del conocimiento que aclare la clase del futuro que deseamos tener. El futuro es de todos y la responsabilidad de su construcción es igualmente de todos. Cuando éste llegue de nada servirá señalar sus defectos. Por tanto, es necesario formar en nuestros pueblos una conciencia acorde a nuestro tiempo y crear una opinión pública capaz de juzgar sobre bases sólidas. En esta empresa el conocimiento aportado por la ciencia contemporánea es fundamental.

En la divulgación de la ciencia hay aspectos cuya importancia debe señalarse. Entre ellos se destacan la veracidad y la claridad de la información. Es necesario divulgar la ciencia comunicando al público en general una imagen fiel de dicha disciplina. Ello presenta dificultades de tipo práctico. Ya se ha mencionado que la ciencia es un campo especializado que ha necesitado crear un lenguaje propio. La traducción de este idioma corre los riesgos propios de esta acción, o sea distorsionar el mensaje. La divulgación de la ciencia es entonces un com-

\* Ponencia presentada al Seminario sobre Popularización de la Ciencia y la Tecnología en América Latina. Cali Junio de 1985

\*\* Director Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia. Universidad Nacional Autónoma de México.

# LOS CULTIVOS UNA ES

promiso entre la precisión del científico y la sencillez con que ese mensaje debe llegar a un público carente de la preparación técnica necesaria para comprender el lenguaje científico.

La siguiente cualidad es la de reflejar el ambiente en el cual se desarrolla la ciencia. Una característica de ésta es haber creado su propio método para desarrollarse. Por ello, el llamado método científico es un aspecto esencial de la ciencia contemporánea. Hay muchos ejemplos de investigaciones en las que el procedimiento creado para lograrlas resultó más importante que la conclusión obtenida. Por esto, una divulgación de la ciencia que no refleje el método científico se arriesga a falsear la visión del mundo de la ciencia.

Otra cualidad importante de la labor que nos ocupa es la de presentar la ciencia en un contexto cultural. La ciencia es una parte de la cultura y sería lamentable seguir apoyando la imagen falsa de esta actividad como una labor distinta y distante de las demás actividades humanas. Este aspecto es esencial si se quiere formar conciencia y opinión públicas.

Las cualidades de la divulgación de la ciencia antes señaladas deben estar siempre presentes ya que son indispensables. No obstante, existen aspectos más sutiles que conviene igualmente desarrollar. El primero es la realización de esta labor como un diálogo entre los científicos y sus congéneres. Es necesario comunicar a los creadores de la ciencia con el público en general, proceso que debe realizarse como cualquier otro de comunicación humana, en las dos direcciones. Los científicos necesitan difundir su trabajo para obtener apoyo y reconocimiento. Sin embargo, esto no es suficiente. Necesitan también de un contexto y de una crítica no especializada. Como se expresa anteriormente, la ciencia no es un asunto sólo de los

científicos. Si éstos no tienen oportunidad de dialogar con los demás, acabarán encerrados en la famosa "Torre de Marfil".

De otra parte la divulgación no es un canal de comunicación inerte sino un agente activo. El divulgador, como intermediario entre el científico y el público en general juega un papel de intérprete del mensaje científico. Más que un traductor de idiomas, el divulgador de la ciencia es un ejecutante como lo es un pianista con relación a una obra musical.

La cualidad de la divulgación de la ciencia que finalmente quiero señalar, se expresa mejor en términos del divulgador y es una extensión de lo que acabo de decir. El divulgador de la ciencia debe también opinar sobre la labor del científico, esto es, debe ser un crítico del quehacer en la ciencia, como lo son los críticos del arte. Esta función es muy delicada pues implica una preparación y una autoridad del divulgador, condiciones muy difíciles de encontrar en el momento, aún en los países desarrollados. Sin embargo, esta cualidad es necesaria para el buen desarrollo del quehacer científico y es posible que cuando ella se logre, la comunicación de la ciencia haya llegado a su mayoría de edad.

La divulgación de la ciencia es la participación del mundo creado por la investigación científica por parte del público. Mediante esta participación debemos lograr que las personas se superen de una manera especial propia de la época. Es necesario apropiarnos del mundo de la ciencia en forma utilitaria entendiendo ésto en el mejor de los sentidos. La ciencia es una obra humana que contribuye a elevar la calidad de la vida y su construcción es una labor placentera. Si su divulgación no trasmite estas cualidades al público en general, nuestra labor carece de sentido. ■

En las áreas de agricultura de minifundio en Colombia es frecuente encontrar que los campesinos cultivan en un mismo terreno y al mismo tiempo varias especies agrícolas. Un estudio del Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, iniciado en 1970, demostró las ventajas de esta práctica sobre la del monocultivo. Hoy ese interés del ICA se ha extendido a universidades y a instituciones que, como el Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, han hecho aportes importantes al conocimiento de lo que ha sido llamado "cultivos asociados".

En la producción de estas fincas se han estudiado aspectos relacionados no sólo con el aumento de los rendimientos sino, especialmente, con aquellos de carácter económico que tienen que ver con una mayor rentabilidad, costos razonables según la capacidad y oportunidad de inversión, mayor ingreso neto, menor riesgo por caída de precios o cambios climáticos, oportunidad de uso de la mano de obra disponible y, en general, todo aquello que a la postre se convierte en empleo para la familia, oportunidad de mercado, uso eficiente de la escasa tierra y otros aspectos que la investigación tecnológica agrícola no había considerado.

Otros factores importantes que han sido examinados son los relacionados con estudios agronómicos de manejo de suelos de ladera, tolerancia de las plantas a la infertilidad de los suelos, estudio de plantas poco exigentes en fertilización y encaleamiento, uso de abonos orgánicos, aprendizaje del uso de recursos antifitófagos y antifitopatogénicos de la combinación de especies y aprendizaje del manejo de las condiciones climáticas, todo lo cual no era frecuentemente contemplado antes de