

Las siguientes apreciaciones se refieren a la participación de los físicos en la industria colombiana; debo anotar que ellas constituyen un enfoque bastante subjetivo del problema, basado casi exclusivamente en experiencias vividas u observadas muy de cerca. Espero que estos comentarios contribuyan a aportar algunos elementos a la discusión de este tema.

### *El físico en los países desarrollados*

El físico en los países desarrollados se desempeña actualmente en áreas tan diversas como la investigación fundamental, investigación aplicada, docencia, desarrollo y otras actividades en las que compete con profesionales de las más variadas disciplinas.

Paralelamente, en los últimos 10 o 15 años, cada vez en mayor número, se presentan pequeñas empresas que trabajan aplicando o desarrollando tecnologías de frontera, muchas de las cuales están constituidas por físicos o por grupos interdisciplinarios en los que ellos participan.

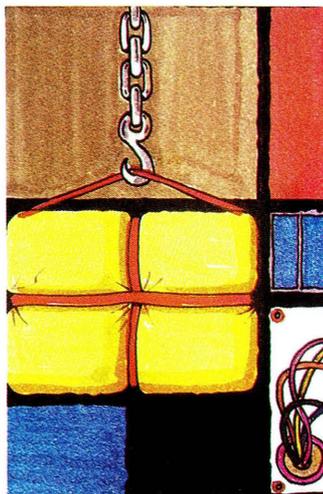
Sin embargo este panorama es relativamente nuevo. Hace 20 o 25 años, los físicos de los países desarrollados se encontraban en una situación similar a la nuestra en el sentido de que sus posibilidades de desempeño se limitaban a trabajar en docencia o en institutos de investigación, principalmente gubernamentales.

### *El físico en Colombia*

El físico en Colombia y en todo el mundo, recibe una educación muy teórica, dirigida casi exclusivamente al estudio de los principios fundamentales que rigen el comportamiento de la materia y el universo en general. Sin embargo, debido a la amplitud del campo, el físico debe especializarse, o por lo menos concentrar sus esfuerzos en un tema específico. Una de estas especialidades es la física experimental, que en Colombia está terri-

# LOS FISICOS COMO CREADORES DE INDUSTRIA

Jorge Iván Jaramillo\*



blemente desenfocada en el sentido que no guarda ninguna relación con el proceso actual o futuro de nuestro desarrollo industrial. Existen dos razones para que se presente esta situación: una es el desconocimiento casi total por parte de muchos docentes sobre el estado actual de nuestra industria y de sus posibilidades de desarrollo y la otra es la carencia de proyectos compartidos entre la universidad y la industria.

Como consecuencia de lo anterior, el físico al egresar de la universidad se encuentra ante la realidad no muy grata de que las posibles fuentes de empleo o de desarrollo y aplicación de los conocimientos adquiridos se encuentran copadas y se limitan casi exclusivamente al campo de la docencia.

### *El físico como creador de industria*

A mi entender, una de las formas más seguras para integrar a los físicos al desarrollo industrial del país es a través de la creación de pequeñas nuevas empresas, que por su condición, campo de trabajo y objetivos serían únicas. Algunas áreas en las que podrían trabajar estas industrias son las de instrumentación, desarrollo y fabricación de equipos a pequeña escala o bajo pedido, asesoría, mantenimiento y robótica (automatización). A continuación voy a referirme a cada una de ellas.

### *Instrumentación*

En este campo pueden distinguirse dos tendencias: la fabricación de transductores o sensores y la aplicación de estos para el monitoreo o control de un evento o proceso.

En el primer caso se trataría de una empresa dedicada a la fabricación de sensores para las variables de proceso más comúnmente usadas por nuestra industria con miras a dotarla de las herramientas necesarias para lograr una óptima instrumentación y por tanto un control de proceso más estricto, lo cual redundaría en productos finales más homogéneos y de mejor calidad.

En Colombia la mayoría de transductores son actualmente importados y en cualquier caso no existe producción nacional a nivel industrial de ningún tipo de ellos. Quizás el transductor más utilizado es el de temperatura, del cual se conocen innumerables clases entre las que cabe citar los termopares, los ter-

\* Físico, Ms. en Física. Asesor industrial. Diagonal 84A No. 23-50 Bogotá.

mistores, los bimetálicos y aquellos basados en dilatación diferencial de gases, líquidos y sólidos. Otros transductores utilizados por la industria son los siguientes sensores: de humedad relativa, de luz o transductores fotoeléctricos, de deformación, de presión, de proximidad, de desplazamiento, de partículas o humos, de concentración de gases y de pH.

De todos los anteriores se conocen los principios de funcionamiento y las técnicas de fabricación. Bastaría pues con desarrollar estas técnicas y estandarizarlas para tener a cambio un mercado asegurado a nivel nacional y con posibilidades de exportar a países vecinos que también consumen actualmente sensores importados de Norteamérica y Europa.

Cabe anotar, sin embargo, que una buena parte de los recursos de una empresa de estas debe estar dedicada al desarrollo de nuevas tecnologías, o por lo menos al seguimiento y adaptación de tecnologías desarrolladas en otros países, lo cual lleva consigo el empleo de personal altamente calificado cuyo trabajo produce frutos o resultados que no son palpables en forma inmediata como acontece con las industrias tradicionales dedicadas a la producción en serie de artículos de consumo masivo. Lo anterior hace que este tipo de industria no sea atractiva para ningún inversionista debido a su baja rentabilidad inmediata, quedando como opciones la financiación por parte de Colciencias u otra entidad del Estado con riesgos compartidos, el subsidio estatal, o los estímulos económicos indirectos para los inversionistas privados.

En el segundo caso, es decir la aplicación de transductores o sensores para el monitoreo o control de un evento o proceso, se trataría del desarrollo y fabricación del instrumental electrónico o electromecánico que normalmente viene asociado a los transductores anteriormente mencionados. En nuestro medio

existen algunas industrias de este tipo; pero se trata de esfuerzos individuales de físicos que se encuentran fabricando equipos bajo pedido o para solucionar un problema particular, sin ninguna norma o estandarización, y generalmente alternando esto con otras actividades.

Sería entonces necesario agrupar algunos físicos para comenzar a fabricar estos productos en forma más racional y obedeciendo a normas internacionales. Al igual que en el caso anterior, esta clase de industrias necesitaría estímulos económicos para subsistir durante los primeros años.

### *Desarrollo y fabricación de equipos a pequeña escala o bajo pedido.*

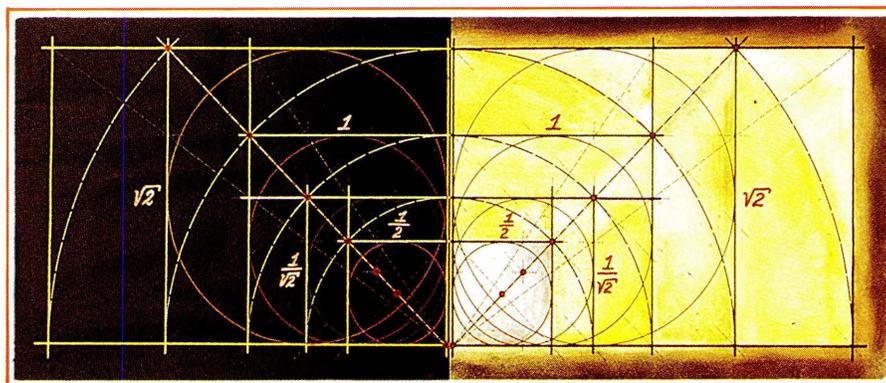
Esta empresa se encargaría del desarrollo y construcción de los prototipos y herramientas necesarias para la fabricación, a pequeña escala, de equipos para laboratorios y control de calidad en la industria.

En esta área es necesario distinguir dos clases de equipos; los aparatos sencillos, ampliamente usados

pues la producción de estos equipos, con calidades competitivas, es relativamente fácil de lograr en un plazo corto y, además, la demanda de ellos es mucho mayor al ser de forzosa adquisición por parte de cualquier persona, instituto o empresa que quiera investigar, efectuar análisis físico-químicos o hacer control de calidad.

La segunda alternativa es bastante más difícil de impulsar por cuanto requiere tecnologías muy avanzadas, muchas de las cuales deben ser desarrolladas por la misma empresa y la demanda nacional es muy reducida, por lo que tendría que depender en gran medida de las exportaciones y competir en franca desventaja con firmas que tienen una infraestructura y unos recursos que de ninguna manera podríamos tener a corto o mediano plazo.

Una fórmula para allanar las dificultades citadas sería la creación de grupos de desarrollo en las universidades, integrados por profesores y estudiantes de tesis, que entrarían a desarrollar las tecnologías que los industriales necesitan, logrando así



en nuestro medio y con especificaciones muy definidas que no varían apreciablemente entre dos fabricantes diferentes y los equipos más sofisticados que están evolucionando rápidamente de un modelo a otro y cuyas especificaciones pueden variar drásticamente de uno a otro productor.

La alternativa con mayores posibilidades de éxito es la primera;

una simbiosis entre la universidad y la industria, en la que esta última ayudaría a financiar los proyectos de tesis y daría empleo a los mejores estudiantes y la primera podría emprender proyectos más ambiciosos y más acordes con la realidad del país.

### *Asesoría*

Una empresa que brinde asesoría

debe estar constituida por un grupo interdisciplinario. En ella los físicos pueden jugar un papel muy destacado, pues por su formación académica conocen con más detalles los principios básicos de las especialidades de la física (óptica, mecánica, electricidad, etc.) y han recibido mayor entrenamiento en el aspecto experimental de esta ciencia, lo que les permite analizar con mayor profundidad un problema.

De todos modos, es casi una condición fija el que los especialistas que conforman una empresa de estas no deriven su subsistencia directa o totalmente de este tipo de actividad, por lo menos durante el tiempo en que se acrediten, el cual puede ser de uno o más años.

### Mantenimiento

Una empresa dedicada al mantenimiento sería quizás la que tendría mayores posibilidades de éxito casi inmediato. Por una parte, el número de equipos y maquinaria parado o desechado en la industria e institutos de investigación es incalculable; por otra, muchos de los equipos que funcionan lo hacen deficientemente o requieren un mantenimiento preventivo.

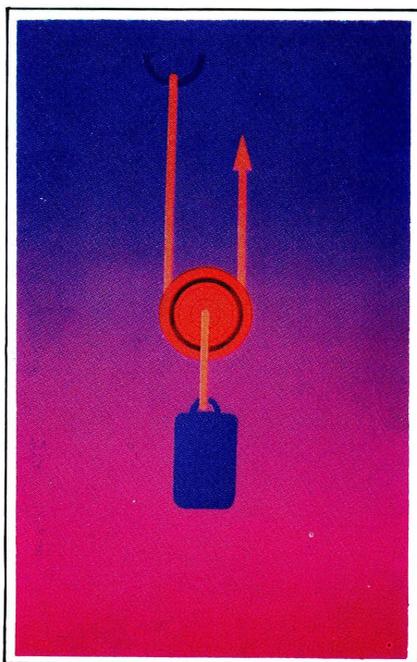
Las causas del cuadro descrito arriba son, entre otras, la carencia casi absoluta de técnicos en mantenimiento que puedan manejar los principios fundamentales de diferentes disciplinas como por ejemplo hidráulica, mecánica, electricidad y electrónica; el hecho de que muchos de estos equipos no cuentan con manuales de mantenimiento y por tanto es necesario empezar por conseguirlos o elaborarlos; y la escasez de repuestos debida a que no son de uso general y por lo tanto no se consiguen en el comercio, ya sea porque el representante del equipo no los tiene en plaza pues no le resulta rentable, o porque los equipos han sido adquiridos en el exterior como material de desecho a empresas con tecnología más avanzada.

Los problemas que acabo de mencionar señalan al físico quizás como la persona más idónea para realizar mantenimiento; para él resulta relativamente fácil conocer el principio de funcionamiento o de construcción de una gran diversidad de equipos y porque maneja relativamente bien las bases de diferentes áreas técnicas, lo cual le permite atacar los problemas de una manera global.

Además, el físico está en capacidad de efectuar cambios al diseño original o simplemente rediseñar de nuevo un equipo o partes de él en caso de que el diseño original ya sea obsoleto o que exista imposibilidad de conseguir los repuestos.

Por último, la inversión inicial necesaria para montar una empresa dedicada al mantenimiento es relativamente baja, limitándose a un mínimo de herramienta de mano y unos pocos medidores eléctricos o electrónicos.

Si el área en que se realiza mantenimiento es bastante amplia puede ser necesario disponer también de un taller de mecánica fina.



### Robótica

Este campo, a pesar de ser uno de los más explotados actualmente en los países industrializados no requiere del desarrollo de avanzadas tecnologías, sino más bien de su utilización. Existen en el mundo unas pocas compañías que desarrollan y producen en gran escala algunos circuitos electrónicos entre los que se cuentan microprocesadores, memorias, y en general toda una infraestructura en Hardware que hace posible que muchísimas empresas puedan fabricar equipos para las más diversas aplicaciones entre las cuales la más conocida es la industria de micro y minicomputadores.

Las fábricas que utilicen como materia prima los productos de grandes empresas como Intel y Motorola, en conjunto con un Software que es necesario desarrollar y una metalmecánica anexa podrían producir equipos que cubrirían necesidades en los más diversos campos de nuestra industria.

Creo que una industria de robótica en nuestro país debería dedicarse fundamentalmente a dos campos básicos: la producción de autómatas de propósito específico para solucionar un problema determinado de una industria cualquiera y la producción generalizada de prótesis de brazos y piernas, por ejemplo, de las cuales no hay fabricación nacional actualizada y sigue limitándose a las existentes hace medio siglo con unas pocas mejoras mecánicas.

Como puede verse, esta clase de industria requiere fundamentalmente del equipo humano, porque, más que tener una gran producción de elementos tangibles, se ofrece un sistema que consta de una parte ensamblada con elementos desarrollados por otras empresas (Hardware) y otra parte desarrollada según requerimientos específicos (Software).

*Pasa a la pág. 26*

se hacen sobre archivos de voz digital son simples y consisten solamente en crear, borrar e incrementar. De todos los problemas el más importante es el de satisfacer los requisitos de tiempo real de la voz a través de las redes de comunicación local sobre las cuales existe el sistema distribuido. Esta área y su influencia en los servidores apenas están empezando a ser investigadas. Adicionalmente, existen las comunicaciones fuera del área local con otros sistemas similares pero a larga distancia. En este campo hay solamente una norma establecida llamada ISDN (servicios integrados de redes digitales) para transmisión de datos y voz digital a largas distancias. ISDN ha recibido atención recientemente y ha dado lugar a nuevas recomendaciones para estas transmisiones.

#### **EJEMPLO DE APLICACIONES PROTOTIPO**

En el Centro de Investigaciones de la IBM en San José, California, programé aplicaciones prototipo en una estación de oficina avanzada, con el objeto de demostrar la funcionalidad obtenida usando un sistema que integra la voz con el resto de los servicios de la estación de oficina.

El programa de aplicación "Adan", por ejemplo, hace anotaciones de voz en un documento que contiene texto e imágenes (o texto solamente). Estas anotaciones no interfieren con la integridad del documento porque se crean archivos separados por cada una de ellas.

El programa de aplicación "phonemail" por su parte, tiene como objetivo contestar la línea telefónica y grabar mensajes de usuarios autorizados y de personas al azar. Una vez que estos se han grabado, el propietario de la estación puede escucharlos tomando en el menú la opción de oír los mensajes o a través de una llamada telefónica a la estación, desde cualquier teléfono de tonos marcadores.

#### **CONCLUSION**

Sin tratar de ser exhaustivo, la dirección que tomará la oficina del fu-

turo está basada en las investigaciones de prototipos y productos que existen actualmente.

Se ha enfatizado en la integración de voz, imágenes gráficas y texto por el deseo de fusionar varias tecnologías en una sola aplicación: la oficina. Sin embargo, factores como la relación entre los recursos humanos y el uso de estas nuevas herramientas no han sido ampliamente investigados.

Después de haber leído estas líneas, el lector debe haber quedado convencido que la oficina del futuro es una realidad y que está a la vuelta de la esquina. Tal vez en diez años o menos, las estaciones de oficina avanzadas con toda su infraestructura, estarán en todos nuestros escritorios de la misma manera que los computadores personales de hoy eran el sueño de hace diez años. □

---

#### **LOS FISICOS...**

*Viene de la pág. 10*

En mi opinión, la mayor dificultad para iniciar una industria de este tipo consiste en la consecución de financiación durante el tiempo necesario, para desarrollar los primeros equipos.

Resumiendo, existen diversas, áreas en las cuales puede desarrollarse plenamente un grupo de físicos solos o en coordinación con profesionales de otras disciplinas; sin embargo, en todos los casos es necesaria una inversión o financiación inicial que no es fácil obtener por parte de los inversionistas privados o de los bancos, puesto que son industrias que producirán resultados o rentabilidad a mediano y largo plazo, por lo cual el Estado a través de Colciencias y otras entidades debe facilitar los recursos para constituir estas pequeñas empresas que serán la base de la industria del futuro en nuestro país. □

---

#### **DISEÑO...**

*Viene de la pág. 15*

tiva válvula reguladora, manómetro indicador de la presión en el tubo de descarga y cilindro de aire seco con su válvula reguladora para llenado del chispero.

- Sistema de detección, conformado por osciloscopio Tektronix tipo R-556 de doble haz; un espectrofotómetro Beckman tipo DU, con ayuda del cual seleccionamos la entrada de la radiación proveniente de láser, correspondiente a una longitud de onda de 337 manómetros, y un fotomultiplicador cuya señal pasa al osciloscopio donde se observa y se fotografía el pulso emitido por el láser.

El Laboratorio de Física del Plasma y Láser se ha propuesto como paso siguiente el de diseñar y construir láseres de colorantes sintonizables, cuya radiación será controlada con ayuda de un microprocesador. Para ello se utilizará nuestro Laser de nitrógeno como sistema de excitación.

También está dentro de los planes futuros, siempre y cuando se cuente con los recursos necesarios, la construcción de otros tipos de láseres entre los cuales podemos señalar los de argón, nitrógeno, vapores de mercurio y bióxido de carbono.

En el modelo teórico del láser de bióxido de carbono se encuentra trabajando el estudiante de Postgrado en Física Arnulfo Sierra, mientras que en la construcción del láser de nitrógeno se contó con la colaboración directa del también estudiante de Postgrado César A. Sarmiento y del técnico Carlos Bergsneider. La dirección del proyecto está a cargo del autor de este artículo. □

---

#### **ELABORACION...**

*Viene de la pág. 15*

jugos de buena calidad utilizando tratamientos enzimáticos, térmicos y envasado aséptico para obtener un producto estable.

Paralelamente, los resultados de los análisis químicos y sensoriales para las dos variedades consideradas, realizados durante cinco meses de almacenamiento, indicaron que los productos son lo suficientemente estables como para permitir su