

36, páginas 247 a 251 de la Revista de Investigación Clínica, y ganador del premio "Poltolarek" de Biomedicina 1984 del Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología, relata la experiencia de nuestro grupo de hematólogos empleando dosis bajas de Ara-C en el tratamiento de leucemias agudas. Es el primer reporte de esta naturaleza en el país y los resultados obtenidos son alentadores: el 82% de los enfermos tratados lograron la remisión de su enfermedad y la sobrevida a 8 meses fue de 43%. Además de haber obtenido buenos resultados en el tratamiento de estos enfermos, el estudio enfoca la posibilidad de emplear tratamientos antileucémicos alternativos, "no convencionales" y, a mayor abundamiento, hace énfasis en un aspecto muy importante: el tratamiento usado es notablemente más barato y de fácil aplicación que los tratamientos antileucémicos "habituales". Por estas razones este abordaje terapéutico parece tener particular utilidad en sitios con escasos recursos ya que, además de que es más barato, requiere de menos instalaciones y recursos para su administración que aquéllos que se emplean en otro tipo de tratamientos.

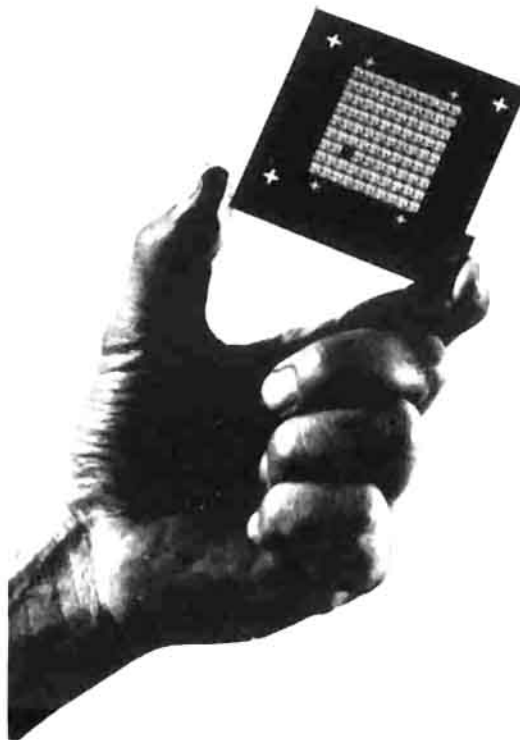
El mecanismo por el que este tratamiento con dosis bajas de Ara-C es capaz de inducir remisión en leucemia aguda es en realidad desconocido, pero parece depender, al menos en parte, de la inducción de diferenciación celular de las células malignas.

El trabajo que se comenta demuestra varias cosas: no es necesario contar con equipos muy sofisticados para hacer investigación científica; y, el trabajo en grupo produce mejores resultados que aquél individualista. Los enfermos fueron identificados en el Departamento de Hematología del Hospital Universitario de Puebla, la clasificación precisa de las variedades de leucemia aguda fue hecha en los departamentos de Hematología e Inmunología de los Laboratorios Clínicos de Puebla y los enfermos fueron tratados gracias a la Asociación Poblana de Apoyo a Personas con Problemas Oncohematológicos, A.C., en el mismo Hospital Universitario de Puebla.

"... la creación científica, o sea, la generación de nuevas ideas, es una actividad intensamente personal, producto de mecanismos mentales más conocidos, pero que tienen mucho más contacto con la intuición, los sueños, la imaginación y otras formas menos definidas de nuestra cerebración, que con los dictámenes surgidos de tormentosas sesiones de consejos o comités".

Ruy Pérez Tamayo, en *Sísifo y Penélope*

MICROELECTRONICA: LA DEPENDENCIA TECNOLOGICA DE MEXICO



Alejandro Pedroza Meléndez

La década de los cincuentas se caracterizó por el descubrimiento de los semiconductores, denominándosele la Segunda Revolución Industrial. Este material es la base fundamental para el desarrollo de la microelectrónica, punto medular para todo el desarrollo de la industria electrónica.

El crecimiento económico de los países latinoamericanos se ha caracterizado por su dependencia casi total del conocimiento científico y desarrollo tecnológico de países desarrollados. Esto ha dado como consecuencia que países como México proporcionen materias primas y los países desarrollados nos vendan su tecnología guardándose el conocimiento científico y el desarrollo tecnológico, creando así una dependencia tecnológica, económica y por lo tanto política.

Debido a factores de orden social, económico, político y cultural que están presentes en todos los países "en vías de desarrollo" como México, se carece aún de la capacidad científica necesaria para la creación de los precedentes que conforman toda una herencia científica y tecnológica sustentada por una infraestructura nacional. Esto último proporcionaría la generación de una cultura que en principio atenuaría nuestra dependencia del exterior en este renglón, haciéndonos más selectivos en la tecnología que consumimos y en la ciencia que investigamos; esto es, hacer del nuestro un pueblo que genere ciencia y tecnología y no que sólo la consuma.

En México contamos con recursos humanos aún insuficientes en todas las áreas de investigación que, sin embargo,

son altamente calificados y desempeñan esa actividad necesaria con recursos económicos que, aunque limitados, son suficientes para mantener una comunidad científica activa.

La generación de recursos humanos es una exigencia de primer orden si se pretende realizar proyectos que cuenten con una masa crítica que garantice la realización de éstos hasta sus últimas consecuencias.

En un buen número de instituciones de investigación adquiere una importancia relevante el grado académico y el número de artículos publicados por los investigadores, lo cual es razonable si atendemos a la necesidad de hacer investigación de calidad y que ésta sea difundida; sin embargo se da poca importancia a la capacidad que estos investigadores poseen para seleccionar proyectos, técnicas, métodos y equipo para realizarla. Esto es explicable puesto que la mayoría de los posgrados se realizan en el extranjero, en condiciones de trabajo totalmente diferentes a las de nuestro país, encontrándose frecuentemente con investigaciones que exigen una infraestructura de país avanzado y que en el nuestro se realizan en atención a una moda o relevancia personal. Esto es, investigaciones muy avanzadas que suponen etapas por las que es forzoso pasar, por las que hubieron de pasar sus creadores y se olvidan que la causa de un conocimiento íntegro la proporciona el ir de lo más sencillo a lo más complejo y que esto debe redundar en la formación de nuevos investigadores. De esta manera, la actividad de investigación no consistirá en imitaciones que propicien poco avance en adaptación, asimilación de resultados e innovación de técnicas.

En otro orden de cosas, es un hecho conocido que pocas veces el apoyo a proyectos de investigación y los proyectos mismos están sujetos a una estrategia científica y tecnológica a largo plazo, sino que atienden a la "importancia" del centro o institución o del investigador que lo propone.

En particular, el Departamento de Semiconductores planteó su proyecto de investigación a partir de la siguiente premisa: el desarrollo de la industria y la investigación dependen principalmente de la instrumentación electrónica en todo su grado de complejidad; esto es, desde la electrónica de componentes discretos (diodos, transistores, compuertas, etc.) hasta sistemas de proceso, análisis y control por computadoras, para mencionar uno solo. El permanente consumo de ellos ha provocado la gran dependencia tecnológica, económica y política del país.

La tecnología para fabricar estos com-



ponentes parece compleja y sofisticada, y lo es. Los poseedores de ella, para lograr sus fines comerciales, limitan su divulgación hacia otros países. En particular en el área de dispositivos semiconductores algunas industrias bajo el régimen de maquiladoras se concretan a las etapas finales de encapsulamiento y pruebas eléctricas de los dispositivos procesados en el extranjero, precisamente porque estas últimas etapas son las que requieren mayor mano de obra, que por su bajo costo es ventajosa para muchas compañías. Esto tiene como resultado que la fabricación de dichos dispositivos siga normas y tecnología fuera de control del personal capacitado en el área; además, la producción de estas maquiladoras no se introduce al país, sino que éstas son enviadas al extranjero e introducidas a nuestro país como productos de importación.

Por lo anterior, identificamos la investigación tecnológica en semiconductores como una actividad estratégica para atenuar la dependencia en los aspectos mencionados anteriormente.

El propósito a mediano y largo plazo es desarrollar una tecnología capaz de producir dispositivos semiconductores de calidad comercial, tales como diodos, transistores bipolares de potencia y frecuencia mediana, circuitos integrados, circuitos híbridos, etc., y crear bases y antecedentes en este renglón que hereden experiencias suficientes para otro tipo de tecnologías más avanzadas. Entre los objetivos de nuestro laboratorio destacan principalmente:

- La creación de cuadros técnicos para identificar y solucionar problemas afines a esta tecnología según lo plantea el entorno social.
- Diseñar y construir el equipo que en las distintas etapas requiere la tecnología de semiconductores, para evitar en cuanto sea posible depender de equipos comerciales importados, lo cual es un punto fundamental para el verdadero dominio de esta tecnología.
- Producción del trabajo inter y mul-

tidisciplinario, a fin de evitar la dependencia que crea la superespecialización, fomentando proyectos a nivel interinstitucional y optimizar recursos.

- Inducir a los estudiantes que trabajan en nuestro laboratorio y que reciben educación en esta universidad, a romper la actitud pasiva heredada de su experiencia académica, encauzada a una formación multidisciplinaria.

El antecedente de investigación de este Laboratorio de Semiconductores del Instituto de Ciencias de la Universidad Autónoma de Puebla es el siguiente: en un lapso de cinco años hemos desarrollado el 95% del instrumental para la fabricación de dispositivos semiconductores, tales como transistores, diodos, circuitos integrados y celdas solares, con recursos humanos únicamente nacionales.

En cuanto a dispositivos, hemos diseñado y desarrollado transistores B=100, de frecuencia y potencia mediana, diodos sensores de temperatura, compuerta NO-Y de emisor múltiple, celdas solares, amplificador de audio por tecnología híbrida de capa gruesa, etc.

En este renglón de materias primas, hemos desarrollado una resina fotosensible para uso en semiconductores probada exitosamente hasta ahora en la fabricación de circuitos impresos; impresión en aluminio para elaborar carátulas de instrumentos e impresión en acrílico. Actualmente trabajamos en un equipo para obtener agua desionizada de ultra-alta pureza (18 M-cms) y en otro para obtención de fosfina, la cual es un gas usado como contaminante en difusión sobre silicio.

Consideramos oportuno enumerar algunos de los trabajos que se han llevado a cabo con la intención de mostrar la infraestructura humana que se ha creado en forma paralela.

- Diseño, desarrollo y construcción de 6 hornos reactores para difusión atómica y oxidación en silicio. Temperatura máxima de trabajo

- 1,250° ± 1° C y perfil de temperatura útil de trabajo (zona plana) de 15 cms.
- Diseño, desarrollo y construcción de una cámara multilente para la fabricación de mascarillas, capaz de reproducir hasta 1,200 transistores.
 - Diseño, desarrollo y construcción de una consola central de control para 6 hornos de difusión atómica.
 - Diseño, desarrollo y construcción de una máquina de alineación para mascarillas. La precisión de esta máquina es de ± 2 u.
 - Diseño, desarrollo y construcción de una máquina centrífuga de 3,000 r.p.m. y otra de 10,000 r.p.m.; ambas con circuito de control de revoluciones y temporalizador.
 - Diseño, desarrollo y construcción de microscopios de pruebas con puntas de tungsteno de movimiento independiente para pruebas eléctricas de los dispositivos.
 - Diseño, desarrollo y construcción de una máquina ralladora para cortar los dados de silicio que contienen los transistores o microcircuitos.
 - Diseño, desarrollo y construcción de un probador de cuatro puntas para medir resistividad de las obleas de silicio.
 - Diseño, desarrollo y construcción de una máquina microsoldadora de ultrasonido. Desarrollo y construcción de una segunda versión de máquina microsoldadora.
 - Diseño, desarrollo y construcción de un horno reactor de tres zonas de calentamiento y control con una zona plana de 80 cms.
 - Diseño y desarrollo de un sistema de excitación digital para motores de paso.
 - Diseño, desarrollo y construcción de un sistema para determinar la orientación de monocristales por medio de reflexión óptica en silicio, germanio, etc.
 - Desarrollo y prueba de escolopen-dras para circuitos integrados.
 - Diseño de mascarillas para transistores, diodos, celdas solares y compuertas NO-Y.
 - Diseño, desarrollo y construcción de un prototipo industrial del horno reactor de 6 zonas de calentamiento para tecnología híbrida de capa gruesa. Este horno lleva una banda metálica de tres velocidades controladas por un motor de paso programado.
 - Diseño, desarrollo y construcción de un coordinatógrafo y control programable para el cortado de

- patrones de mascarillas.
- Diseño, desarrollo y construcción de una máquina neumática y electromecánica para impresión de componentes híbridos de capa gruesa sobre sustratos de cerámica. Funcionamiento manual y automático.
 - Diseño y maquilado de herramientas para medida de profundidad de difusión por el método de biselado.
 - Diseño, desarrollo y construcción de una fuente compacta para luz UV de vapor de mercurio de 300 Va. de potencia.
 - Diseño, desarrollo y construcción de un tubo de rayos X y fuente de potencia para estudio de monocristales.
 - Desarrollo y fabricación de pistolas para limpieza con N₂ de alta pureza.
 - Desarrollo teórico y experimental de un transistor B=100.
 - Desarrollo experimental de celdas solares.
 - Estudio de la unión p-n de diborano en silicio tipo n.
 - Estudio del fenómeno de empuje de emisor (difusión de fosfina sobre diborano).
 - Desarrollo experimental y estudio del ancho de banda de un transistor bipolar.
 - Caracterización de la difusión de celdas solares (profundidad de unión).
 - Tratamiento matemático de los datos fisicoquímicos de las presiones atmosféricas; sus efectos sobre el óxido de silicio.
 - Estudio teórico experimental de los efectos fisiológicos por inhalación de diborano y fosfina.
 - Pruebas experimentales de depósito de níquel y depósito de cloruro de paladio sobre silicio para contactos de colectores de celdas solares.
 - Investigación de trabajo teórico para obtener diodos sensores de luz para un equipo de telefonía.
 - Estudio teórico para la obtención de refractario de MgO sintetizado.
 - Estudio teórico de difusión de nitrógeno de boro sobre silicio.
- De trabajos teóricos y experimentales.
- Estudio del proceso para la fabricación de sustratos de alúmina (AlO₃), empleados en circuitos híbridos de capa gruesa.
 - Encapsulado y pruebas eléctricas de transistores y compuerta NO-Y.
 - Desarrollo teórico y experimental de la obtención de las orientaciones de obleas semiconductoras

- con una precisión de ± 0.6°.
- Realización experimental de oxidaciones y caracterizaciones de espesores en el rango de 2 u a 6 u.
- Realización de pulidos mecánicos y químicos de obleas de silicio.
- Realización experimental de fotograbado sobre óxido de silicio y sobre aluminio evaporado.
- Realización experimental de atacado químico con KOH y HF sobre silicio para determinación de estados de superficie.
- Desarrollo técnico para la obtención de fosfina, diborano, trióxido de boro y pentóxido de fósforo.
- Desarrollo experimental de difusiones (boro y fósforo sobre silicio) y caracterización de las profundidades de uniones obtenidas.

PROYECTOS CONCLUIDOS Y EN DESARROLLO

SECCION DE AUTOMATIZACION

1. Sistema de control de temperatura de control ascendente y descendente.
2. Microsoldadora automática para microcircuitos.
3. Probador automático de diodos encapsulados.
4. Probador automático de diodos a nivel de oblea.
5. Perforadora automática de circuitos impresos.
6. Cortadora automática de microcircuitos.
7. Diseño y construcción de un trazador de curvas.
8. Coordinatógrafo automático para el corte de mascarillas.
9. Diseño, desarrollo y construcción de una fotorrepetidora.

BIOELECTRONICA

1. Diseño, desarrollo y construcción de un oxigenador y bomba peristáltica.
2. Diseño, desarrollo y construcción de una mano electromecánica.
3. Diseño y construcción de una bomba impulsora de soluciones.
4. Sensor de actividad muscular.
5. Indicador de fuerza muscular.
6. Diseño y construcción de un brazo electromecánico.
7. Diseño, desarrollo y construcción de un marcapaso implantable.
8. Diseño, desarrollo y construcción de una laringe electrónica.
9. Diseño, desarrollo y construcción de un desfibrilador.
10. Diseño y construcción de un estimulador óseo cardíaco.

