

# Consecuencias de la tecnificación de la medicina

## I. Desarrollo tecnológico y progreso médico

JESÚS KUMATE\*

La medicina nace como respuesta a la necesidad de auxiliar al paciente, aliviar el dolor y eventualmente curar al enfermo. Su vigencia actual la expresan los propósitos del arte y ciencia médicos: "Curar algunas veces, aliviar a menudo y consolar siempre".

Sobre cómo cumplir con tan nobles propósitos, los practicantes de la medicina han enfrentado, desde siempre, una doble interrogante: ¿Cuál es el origen (mecanismo) de la enfermedad? y ¿cuál es la naturaleza del padecimiento (diagnóstico)? Resueltas que son las dos preguntas, el manejo del problema (tratamiento), es consecuencia lógica que se materializa en maniobras bajo las especies de información, prescripciones medicamentosas o intervenciones manuales e instrumentales.

La respuesta a la primera pregunta condiciona la índole de la segunda y la naturaleza de las manipulaciones terapéuticas. En tanto que las enfermedades fueron consideradas castigo divino o resultado de influencias malélicas de los demonios, las tecnologías diagnóstica y terapéutica fueron maniobras mágicas o sobrenaturales y sus practicantes chamanes o sacerdotes. Los conjuros, los encantamientos, los exorcismos y las oraciones fueron y son los instrumentos litúrgicos para conseguir el alivio o curación de los afectados o poseídos por influencias malignas.

La tecnología diagnóstica-pronóstica en la época de la medicina mágica consistía en la hepatoscopia de animales sacrificados, la dispersión de aves posadas en la tierra, la interpretación de los sueños y la lecanomancia entre las más frecuentes.

Las limitaciones de tal proceder, la buena voluntad, la curiosidad y el deseo de ayudar a los enfermos se

conjuntaron para buscar, empíricamente, otros medios que fueran útiles en el alivio de las dolencias.

Durante la etapa empírica, la maniobra representativa es la prueba-error, i.e.: "aprender-haciendo" o "echando a perder se aprende", precursora del concepto central en el control de calidad de la industria moderna: "un error, un tesoro".

La doctrina humoral de las enfermedades, postulante del desequilibrio de los humores y pasiones con respecto al ambiente, proveyó de un modelo patogénico que fue aceptado sin restricción alguna durante veinte siglos y tardó otros tres antes de ser descartado hasta la mitad del siglo XIX.

La concepción humoral desalentó otras tecnologías terapéuticas que no fueron las dirigidas a restablecer el equilibrio perdido, v.gr.: sangrías, purgas, enemas, febrífugos, eméticos y baños. Las maniobras exploratorias se reducían al interrogatorio, la inspección y el examen del pulso que alcanza el *summum* con Galeno en el siglo II d.C.

Las autopsias como técnica de investigación e instrumento diagnóstico fueron realizadas, ocasionalmente, en Alejandría durante la dinastía de los Ptolomeos (siglos IV-I a. C.). Galeno en el siglo II d. C. hizo observaciones anatómicas en gladiadores muertos por heridas en el coliseo de Pérgamo.

Durante los siguientes doce siglos la práctica de las autopsias fue abandonada y hubo que esperar hasta el siglo XIV cuando Mondino de Luzzi reinicia los estudios anatómicos *post mortem*.

La uroscopia se introduce en la Edad Media y a juzgar por las pinturas holandesas, estaba en boga durante el siglo XVII; el reloj segundero para contar el pulso data del siglo XVII y termómetros clínicos poco prácticos se ensayan desde principios del siglo XVII hasta llegar a Wunderlich en 1870; en esos años se decía:

Simposio presentado en sesión ordinaria de la Academia Nacional de Medicina, el 14 de junio de 1989.

\* Secretario de Salud.

"Dénme un termómetro y les describiré el curso de cualquier enfermedad sin ninguna otra ayuda".

La tecnología médica permanece sin cambios hasta la segunda mitad del siglo XVII; el mejor conocimiento de las estructuras anatómicas aportación de los anatomistas italianos del siglo XVI, el descubrimiento de la circulación de la sangre por Harvey en 1628, el uso del microscopio en materiales biológicos por Leeuwenhoek en el siglo XVII, no tuvieron aplicaciones inmediatas o a mediano plazo en la práctica médica. El descubrimiento de la circulación capilar por Malpighi tampoco tuvo consecuencias en el trabajo médico cotidiano.

La observación clínica se impuso al implantarse la enseñanza a la cabecera del enfermo con Sydenham en la Inglaterra del siglo XVII, Boerhaave en Leyden seguida por van Swieten y de Häen en Viena durante el siglo XVIII.

La búsqueda empírica de medicamentos dio resultados de la mayor importancia: la quina en Perú (1638), la ipeca en Paraguay, la digital y el valor profiláctico de los limones para el escorbuto en Inglaterra durante el siglo XVIII.

Al llegar al siglo XIX es evidente que el progreso médico descansa en dos pilares: uno es la investigación experimental y su equivalente en la observación clínica que llevan al conocimiento de los mecanismos patogénicos y el otro es la tecnología apropiada que permite explorar las manifestaciones de la enfermedad y manipular o favorecer la evolución clínica hacia la resolución o curación. Resulta apropiado el concepto de Aristóteles respecto a que: ... "la *tekné* finiquita lo que la naturaleza no puede elaborar hasta el final".

### **Tecnología: ¿Demanda o motor del progreso?**

La necesidad de conocer mejor las manifestaciones vitales y sus alteraciones durante la enfermedad, los médicos y los legos, desarrolló tecnologías que aportaron nuevos métodos de exploración.

Desde el siglo XVI Ambrose Paré creó instrumentos quirúrgicos muy avanzados para su época. La familia Chamberlen, hugonotes exiliados en Inglaterra durante el siglo XVI, inventaron un fórceps cuyo secreto fue guardado por 3 generaciones hasta que se vendió con trampa (una sola rama) en Holanda en 1692.

En el desarrollo de maniobras o instrumentos intervienen Auenbrugger en la percusión, Laennec la auscultación, Recamier con el espejo vaginal (redescubrimiento, ya que en las excavaciones de Pompeya se encontraron instrumentos semejantes). Pravaz en 1853 introduce la jeringa hipodérmica.

La medición de la presión arterial, sin abrir la piel, es tan reciente como el esfignomanómetro de von Basch de 1891, muy inexacto, que fue substituído por el de Riva-Rocci en 1896. El uso combinado con el estetoscopio para distinguir la presión diastólica data de 1905.

La introducción de un desarrollo tecnológico ha sido decisiva en la evolución de las especialidades médicas. La oftalmología se inicia con el oftalmoscopio inventado por Helmholtz en 1850, lo que permitió observar el fondo del ojo, y la anestesia local, que posibilitaron la cirugía ocular. La laringología recibió gran impulso por los instrumentos endoscópicos creados como resultado de la curiosidad del tenor español Manuel García.

La electricidad es la aportadora más frecuente e importante para la tecnología médica. El fenómeno de la "electricidad animal" observado por Galvani inició la investigación en la biomedicina y sus aplicaciones por Duchenne en la neurología son precursoras de la electromiografía. El desarrollo del electrocardiógrafo y de la electroencefalografía, no sólo proporcionaron herramientas diagnósticas útiles, sino que abrieron nuevos campos en la investigación y en la terapéutica, todavía productivos en la actualidad.

En gran parte la revolución o innovación tecnológica médica del último siglo se han generado en campos sin aparente relación con la biología. Han sido aplicaciones o extensiones afortunadas para la medicina. Los rayos X, las síntesis orgánicas, el láser, los radioisótopos naturales y artificiales, los instrumentos endoscópicos con fibras ópticas, la miniaturización instrumental en base a la electrónica moderna, el manejo computarizado de la información médica, la telemática, los intentos para desarrollar inteligencia diagnóstica artificial, el uso creciente de prótesis y biomaterial aceptable, han sido posibles gracias a la investigación básica en disciplinas no médicas *strictu sensu*.

### **Alcances y limitaciones de la tecnología**

El desarrollo tecnológico conlleva las esperanzas de progreso, de una mayor capacidad para conocer la enfermedad, de mejores posibilidades para resolver los problemas preventivos, diagnósticos, terapéuticos o rehabilitatorios de la práctica médica. Las consecuencias económicas, las relaciones costo/beneficio y costo/efectividad y la aceptabilidad social de la innovación, raras veces se consideran con anticipación y es común que la introducción de la nueva tecnología sea acrítica.

Las aportaciones tecnológicas en la medicina han sido fundamentales para el progreso en todos los campos del arte y saber médicos. En la actualidad es posible manipular, en favor del paciente, la inmensa mayoría de

los síntomas de la enfermedad. Estamos en capacidad de diagnosticar muy precozmente una condición o predisposición patológica con frecuencia creciente *in utero*. El arsenal terapéutico cuenta con centenares de medicamentos eficaces, relativamente inocuos y a precios razonables. La cirugía interviene en todos los órganos y sistemas, los trasplantes de tejido nervioso están en boga, los órganos artificiales han dejado el campo de la ciencia-ficción. Hay líneas de investigación sobre piel y sangre artificiales, se persigue la posibilidad de inteligencia artificial.

En materia de prótesis, la tecnología tiene demandas y aplicaciones casi ilimitadas. Las válvulas cardíacas, los reemplazos de cadera y de otras articulaciones, las prótesis arteriales, los lentes intraoculares, los implantes cocleares, los marcapasos, las microbombas de insulina, la cerámica dental, los lentes de contacto, etc., etc.

En la medicina preventiva las aportaciones tecnológicas son legión. Por lo menos hay cincuenta vacunas con eficacia probada; la Organización Mundial de la Salud promueve el que todo niño menor de cinco años reciba las vacunas de poliomielitis, sarampión, tuberculosis, tétanos, difteria y tos ferina. En varios países se agregan las vacunas de rubeola y de parotiditis; cuando los costos de producción se abatan se introducirá la vacuna de hepatitis B.

Por ahora las mejores esperanzas en el paludismo, el dengue, el SIDA, las meningitis y las infecciones agudas de vías respiratorias bajas y la influenza, están depositadas en vacunas eficaces. Serán más que bienvenidas las vacunas de fiebre reumática, lepra, cisticercosis y de las diarreas microbianas, entre otras.

La tecnología de aplicación de las vacunas es objeto de investigaciones tecnológicas para obtener productos termoestables, protectores en dosis únicas, por vía oral, sin efectos indeseables y de bajo costo.

### La cartografía del genoma humano: *summum* tecnológico

La empresa más ambiciosa emprendida por la comunidad biomédica es la cartografía del genoma humano. Se trata de precisar la localización de los 50-100 000 genes de los 23 cromosomas de nuestra especie y después determinar la secuencia de las  $3 \times 10^9$  bases (G,A,T,C) que se encadenan en algo más de un metro de DNA en el núcleo de cada célula.

Los Institutos Nacionales de Salud y el Departamento de Energía de los Estados Unidos a partir de 1988 y durante 10 a 15 años invertirán entre 2 a 3 000 millones de dólares para completar la tarea que será

realizada multinacionalmente y mult institucionalmente en Estados Unidos, Europa y Japón.

La magnitud del proyecto es más que hercúlea, Bankowski considera: "... que sería el equivalente del proyecto Apolo (poner un hombre en la luna) en el campo biológico..." Una idea del trabajo a realizar es que a su término, la impresión de las iniciales de las bases arregladas en tripletes requerirá de un millón de páginas con 60 espacios por línea y 50 líneas por página.

Se dispone de la capacidad tecnológica para completar el mapa de los genes en cada cromosoma y de las técnicas para determinar la secuencia de los nucleótidos. Es razonable esperar que, en el curso del proyecto, se mejore la eficiencia de los procedimientos técnicos y pueda acortarse el tiempo previsto para su terminación.

En 1988 estaban registrados 4 600 de los 50 6 100 000 genes; sólo 1 500 habían sido localizados en cromosomas específicos y únicamente en 600 se conocía su secuencia nucleotídica o habían sido clonados. La tarea por realizar es gigantesca, la inversión necesaria será la mayor de cualquier proyecto de investigación biomédica.

La cartografía del genoma humano trae aparejada, merced al desarrollo tecnológico, la posibilidad de individualizar la práctica médica hasta ahora manejada en base probabilística tanto en la susceptibilidad como en el diagnóstico y en la terapéutica. La predicción para padecer una enfermedad hereditaria o exógena podrá conocerse con absoluta seguridad y anticipación y las posibilidades de modificar su aparición o su evolución clínica serán proporcionales a las posibilidades tecnológicas para manipular al DNA.

El cáncer, motivo del esfuerzo para conocer el mapa del genoma, es una de las áreas médicas más rápidamente favorecidas, no sólo por la ubicación cromosómica de los *loci* involucrados en el determinismo de la neoplasia, sino para determinar con precisión las diferencias en la secuencia nucleotídica con respecto a las personas sanas o normales. Cabe esperar que la información pueda desentrañar los mecanismos patogénicos en las enfermedades mentales con lo que la patología molecular se haría extensiva a todo padecimiento humano.

Las investigaciones han proporcionado información respecto al sitio y cromosoma involucrados en enfermedades hereditarias, e. g. la enfermedad de Huntington en el cromosoma 4, la fibrosis quística en el 7, el retinoblastoma en el 17, la susceptibilidad a la poliomielitis en el 19, la distrofia muscular tipo Duchenne en el cromosoma X, etc.

Si en su tiempo la tecnología de la disección y autopsias posibilitó el conocimiento anatómico de las estructuras macroscópicas, después la microscopía de luz hizo visibles las células y algunos constituyentes

mayores a 0.1 micra como el núcleo, el nucleolo y las vacuolas. A continuación la microscopía electrónica reveló estructuras subcelulares como las mitocondrias, los lisosomas, los peroxisomas y los ribosomas. Después la difracción de rayos X aportó imágenes del arreglo molecular; ahora la tecnología de la biología molecular permite conocer la estructura primaria completa del genoma humano.

Sobre cuáles son las limitaciones de la tecnología respecto al progreso médico, no se avizoran salvo las éticas y las económicas. La medicina será cada vez más dependiente de la tecnología; sin embargo, puede ser saludable recordar que las contribuciones trascendentes de neurólogos como Bell, Parkinson, Romberg, Hughlings Jackson y Friedreich en el siglo XIX se hicieron antes de que hubiera martillo de reflejos. También, en lo que ha dado en llamarse el avance médico más importante del siglo:<sup>18</sup> la terapia de rehidratación oral, la tecnología ha descartado la venoclisis y las soluciones de composición variable por la administración por vía bucal de líquidos preparados a domicilio.

Todavía en la medicina de finales del siglo XX, una buena historia clínica es muy superior al programa más avanzado de diagnóstico computarizado y la visita médica es preferible a un monitor de seis canales.

## II. Complicación tecnológica y tecnología apropiada: evaluación

HÉCTOR BRUST-CARMONA\*

### 1. Impacto de la tecnología en el desarrollo de la medicina

Tanto en las actividades de la medicina como en las de la propia tecnología se integran conocimientos empíricos y científicos y el avance resulta de su correcta integración.

Personas motivadas, inquisitivas que identifican las necesidades de "información", en un medio o situación característica, son las que promueven y estimulan el desarrollo tecnológico como lo describe el doctor Jesús Kumate Rodríguez.<sup>1</sup>

Es indudable que los avances en las actividades

médicas y paramédicas de diagnóstico, tratamiento y rehabilitación de la salud, de los seres humanos, se pueden relacionar con los desarrollos tecnológicos. Es también indudable que el desarrollo tecnológico futuro hará avanzar todavía más la actividad médica. Por ejemplo: los anticuerpos monoclonales permitirán efectuar diagnósticos oportunos y certeros de enfermedades transmisibles, diferentes aplicaciones del DNA permitirán elaborar sistemas de diagnóstico o de producción de vacunas; los nuevos sistemas *doppler* de ultrasonido con imagen en colores permitirán identificar alteraciones cardiovasculares muy específicas; las imágenes por resonancia magnética permitirán identificar alteraciones cerebrales muy circunscritas e, inclusive, el neurotransmisor involucrado. Sin embargo, es también indudable que la mala aplicación de los avances tecnológicos o la incapacidad para utilizar correctamente las tecnologías ha tenido repercusiones indeseables. Por ejemplo, es reconocido que la expectativa generada por los avances tecnológicos ha hecho que gran parte de los médicos disminuya su actividad inductivo-deductiva basada en historias clínicas completas. Es muy frecuente que el médico se apoye en técnicas, procedimientos de laboratorio clínico, o gabinete, tales como imágenes radiográficas que llegan al extremo de estudiar secciones pequeñas (tomografía) antes de establecer un síndrome o un diagnóstico de presunción, mediante el cual se pueda especificar el área lesional.

Se considera que este cambio de actitud en el médico es debido a una mala repercusión tecnológica que ha incrementado considerablemente el costo de la atención sin grandes beneficios. Pero también debe mencionarse el otro lado de la moneda, la expectativa del paciente, generada por información inadecuada, quien espera se le efectúen muchos análisis o pruebas de gabinete y, claro, siempre desea se le recete un tratamiento o fármaco milagroso. Esto induce al médico a pedir pruebas de laboratorio, de gabinete, e inclusive internar a la persona para una exploración completa. Si a lo anterior agregamos los problemas de tipo legal que, como en EEUU donde han proliferado las demandas en contra de los médicos, los obligan a protegerse pidiendo más datos objetivos incontrovertibles. Esta situación ha llevado al uso indiscriminado de tecnología y, por consiguiente, a su comercialización. Muchas técnicas representan más riesgo y son menos efectivas, pero dejan una prueba tangible para un juzgado. Tal es el caso de los estudios por ejemplo radiológicos simples y con medio de contraste de la vesícula biliar en contra de los estudios con ultrasonido, aunque en la actualidad las imágenes de la pantalla de los monitores ya se puede imprimir, la actitud médica probablemente va a cambiar.

\* Centro de Desarrollo y Aplicaciones Tecnológicas (CEDAT), Oficialía Mayor, Secretaría de Salud.

Ambas expectativas, la del médico y la del paciente, han llevado al abuso y han generado las repercusiones desfavorables de las tecnologías médicas.

## 2. Tecnología médica

En este trabajo sobre tecnología médica se entiende el conjunto de técnicas y procedimientos usados para identificar y solucionar problemas específicos.

La atención de la salud depende del conjunto de técnicas, medicamentos, equipos y procedimientos utilizados para la distribución de atención médica y los sistemas mediante los cuales se suministra.<sup>2</sup> La tecnología se genera ante necesidades concretas con base en la infraestructura política, económica cultural y social del lugar y del tiempo.

El desarrollo socio-político-económico y cultural de los pueblos va relacionado con la generación y aplicación de la tecnología. Este es un proceso complejo que, en forma reduccionista, Banta<sup>3</sup> describe en siete pasos:

1. Describir, mediante la investigación, nuevos conocimientos y establecer su relación con el cuerpo de conocimientos ya existentes.
2. Transformar los nuevos conocimientos, por medio de la investigación aplicada, en nueva tecnología, y crear una estrategia para introducir la tecnología en el sistema de atención de la salud.
3. Evaluar seguridad y eficacia de la nueva tecnología a través de medios tales como pruebas clínicas controladas.
4. Elaborar y practicar programas de demostración y control con objeto de asegurar la factibilidad del empleo generalizado.
5. Difundir la nueva tecnología, comenzando con las pruebas y demostraciones y continuando con un proceso de creciente aceptación en la práctica médica.
6. Educar, profesionales y técnicos en el empleo de la nueva tecnología.
7. Aplicar acertada y equilibradamente el nuevo adelanto en la población.

Un gran número de tecnologías se desarrollan de manera empírica, a través de la práctica, como es el caso, por ejemplo, de los procedimientos quirúrgicos y, en realidad, muchas tecnologías no se evalúan para determinar su seguridad, eficacia, eficiencia y sus relaciones costo-beneficio.

El desarrollo tecnológico es el resultado de la integración de diferentes campos de conocimientos empíricos, científicos, socio-político-económicos. Los países que en su oportunidad escogieron correctamente y

promovieron esta conjunción son los actualmente llamados desarrollados. El modelo original de desarrollo se basó en la secuencia que parte de un inventor que busca generar conocimientos, basado frecuentemente en observaciones empíricas, algunas incluso increíbles y, al obtenerlos, los aplica en generar un procedimiento, inventando un prototipo (Figura 1). Este se somete a un sinnúmero de pruebas y con base en los resultados se modifica hasta producir modelos que respondan, llenen u originen una demanda social, como es el caso del foco de Edison o fue la necesidad urgente, político-económica, de la transmisión inalámbrica durante la primera guerra mundial. Sin saber realmente o comprender cabalmente el fenómeno de las ondas hertzianas, Marconi y Lee de Forest compitieron en el desarrollo de los aparatos que lograron establecer la comunicación a grandes distancias, abriendo un mercado mundial. En esas épocas, los mismos inventores pasaban a ser los productores, lo cual, por cierto, no fue muy favorable para de Forest; sus empresas fueron grandes éxitos comerciales para sus socios pero no para él.<sup>4</sup>

Estas actividades de investigación, desarrollo tecnológico y transferencia industrial tenían, y siguen teniendo, costos muy altos y muchos riesgos. No obstante, algunos individuos o sociedades se encaminaron a sufragarlos, promoverlos e inclusive a proteger el desarrollo, como fue el caso de uno de los primeros gremios en el mundo, el de artesanos ingleses productores de relojes,<sup>5</sup> mientras que otras sociedades prefirieron no hacerlo. Estas poblaciones, generalmente colonias de otros países, escogieron importar tecnología. Así, en la época colonial de Nueva España se escogió importar las incipientes bombas europeas para drenar los túneles de las minas de oro y plata y no promover el desarrollo del prototipo nacional que funcionaba igual que las importadas.<sup>6</sup>

Este modelo de desarrollo, basado en la importación, continuó a través del México Independiente de tal manera que en 1823 se escribió: "... cuando México abrió sus puertas al mundo se presentó el problema de que la variedad de herramientas, artefactos y maquinarias, así como métodos y procedimientos de otras latitudes, tenían que ser adaptados al país con serias dificultades..."<sup>6</sup> Ciento cincuenta años más tarde se escribió: "... la enorme variedad de marcas y modelos de equipos médicos hace muy difícil y oneroso el sistema de mantenimiento y de reparación de los mismos, además de la imposibilidad de capacitar adecuadamente al personal profesional y técnico."<sup>7</sup>

Como la mayoría de países que importaron, o importan, tecnologías no han podido utilizarlas adecuadamente por múltiples razones que serían muy lar-

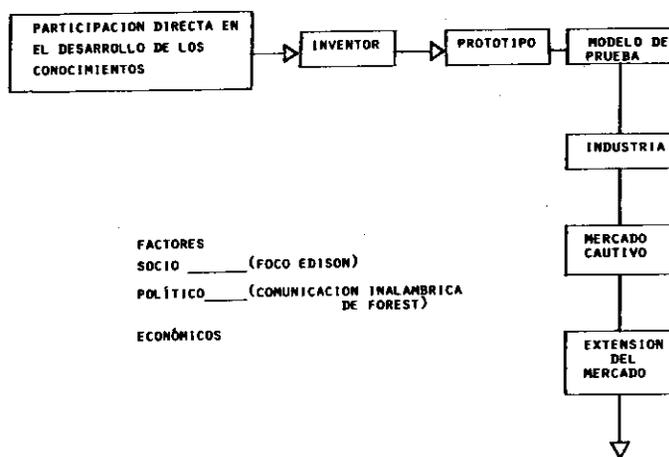


Figura 1. Flujograma del desarrollo tecnológico a principio del siglo.

gas de enumerar, se ha inventado un nuevo campo, el de la tecnología apropiada, que, para los países desarrollados significa exportar técnicas, procedimientos y equipos que sí se puedan utilizar. Ojalá que para los directivos de los países en desarrollo este concepto permita insistir en la generación local o, cuando menos, en la transferencia de tecnología y no únicamente signifique importar instrumentos y aparatos adecuados o apropiados.

La técnica, ya desde Sócrates, implicaba los conocimientos, habilidades y adecuación de lo que se ejecuta.<sup>6</sup> En la tecnología están incluidos tres componentes:

1. *Ambiente*. Es la infraestructura científica, técnica, social, económica y política de una comunidad en la que se desarrolla o se le transfiere la tecnología.
2. *Usuario*. Identifica el problema que debe resolver, conjunta los conocimientos empíricos, científicos y toma decisiones para generar la tecnología o adaptar la transferencia,
3. *Instrumentos o aparatos*. Los indispensables, que al importarse deben venir acompañados de toda la información que permita mantenerlos funcionando con recursos locales y en corto plazo reemplazarlos con productos nacionales.

Hasta ahora lo más frecuente en la mayoría de los países subdesarrollados o en desarrollo es importar los equipos, mas no se logra la transferencia de tecnología. De hecho, la magnitud de la tecnología transferida podría ser un indicador para definir a los países subdesarrollados o ya en desarrollo.

Es importante hacer énfasis en que tecnología apropiada no implica poner fin a la importación de tecnología, ni lleva a la conclusión de que la tecnología de alto costo o avanzada, también llamada de punta, es inconveniente. Por el contrario, lo que indica es que se deben crear mecanismos para adquirir las más adecuadas de acuerdo a la infraestructura que se tiene y al uso que se le va a dar, con el fin de modificar y adaptar la capacidad de producir los aparatos que requieren técnicas apropiadas y que, por diferentes razones, la mayoría de orden económico, los países industrializados ya no producen. La adquisición de instrumentos o aparatos involucrados en los procedimientos de avanzada debe ser responsabilidad de los institutos nacionales de salud o de universidades o instituciones de enseñanza superior donde se realice investigación que permita adaptar y transferir esos métodos e inclusive que, con base en ellos, se generen progresos en el conocimiento.

Lo anterior adquiere mayor significado en países con grandes diferencias sociales que repercuten en una acentuada disminución del poder adquisitivo, del nivel cultural, por lo cual es imperativo lograr una mejor distribución de sistemas apropiados en los diferentes estratos socio-político-culturales. Pero reconociendo que esto es una solución paliativa, que se debe promover rápidamente la evolución tendencial, ya sea lineal, logarítmica o cíclica, para que disminuyan las grandes diferencias causadas por errores en el esquema de desarrollo que han contribuido a llevar al país a la crisis económica actual. Lograr un desarrollo más integral y homogéneo es ciertamente indispensable en la salud.

### 3. La salud como uno de los objetivos básicos de las sociedades humanas

La salud y el desarrollo están estrechamente relacionados, la salud es condición *sine qua non* para el desarrollo, y si se acepta que la salud no sólo es la ausencia de enfermedad sino el estado completo de bienestar físico, psíquico y mental, entonces se entiende que se requiere de un estado suficientemente desarrollado para lograr esa condición.<sup>8</sup> Esta sólo se logrará con la suma equilibrada de estrategias educativas, administrativas y las específicas para la salud, las cuales pueden agruparse en dos tipos (Figura 2):

y eficacia se han comprobado; las emergentes son las que están a prueba en diferentes lugares pero aún no se ha demostrado su seguridad, su eficacia y menos aún su eficiencia.

Otra clasificación (Figura 4) es la que las divide en tecnologías de discernimiento o control y de comprobación de la magnitud de la variación o anormalidad.

Por lo tanto, en el momento actual lo importante es lograr la generación y la evaluación de tecnologías apropiadas a la sociedad con base en la innovación o invención local, o cuando menos, la transferencia de técnicas, procedimientos, instrumentos y aparatos pero

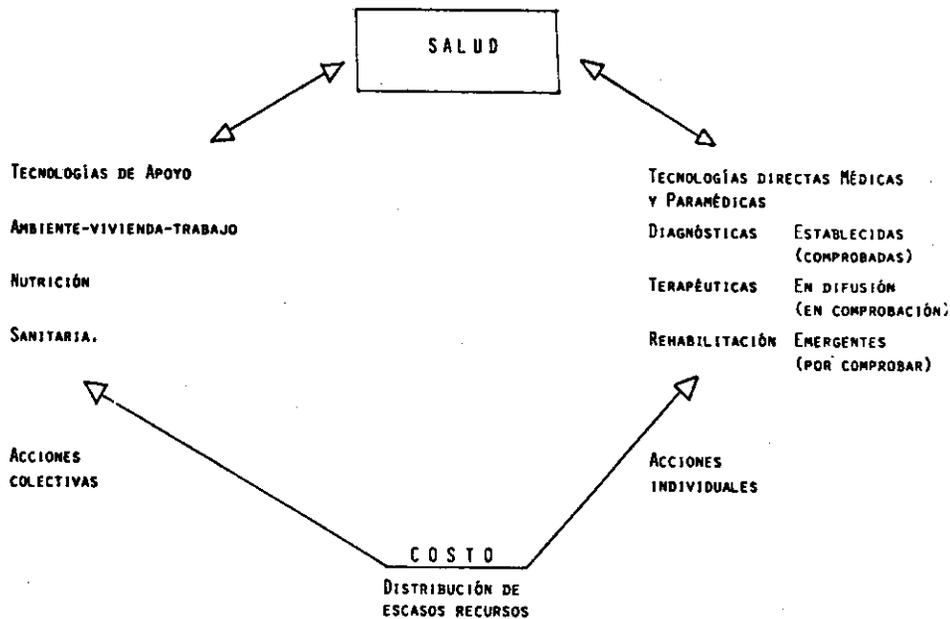


Figura 2. Clasificación de las tecnologías para la salud y distribución de recursos.

- a) Tecnologías de apoyo necesarias para mantener adecuado el ambiente, la vivienda, lugar de trabajo apropiado, alimentación suficiente para alcanzar el estado de nutrición óptimo y las condiciones sanitarias que garanticen el desecho de excretas, de basura, y provean sistemas de agua entubada y potable, entre otros.
- b) Tecnologías propiamente médicas y paramédicas ya sean diagnósticas, terapéuticas o de rehabilitación. Estas también se pueden entender como establecidas, de difusión y emergentes, considerando como establecidas (Figura 3) las que se utilizan desde tiempo atrás en diferentes sociedades y cuya seguridad

ciertamente ya no debe basarse el desarrollo únicamente en la importación de instrumentos y aparatos. Debo reconocer que estos conceptos no son nuevos; ya fueron publicados en la Gaceta Médica de México en 1981.<sup>9</sup>

### 4. Evaluación de resultados

- a) *En países industrializados, ya sea los de "use y deseche", y en los tradicionales.*

Como ya se mencionó, la tecnología *per se* no es suficiente e, inclusive, en muchos casos resulta contraproducente. Así, el uso indiscriminado de recursos técnicos aumenta el costo del ejercicio médico, dismi-

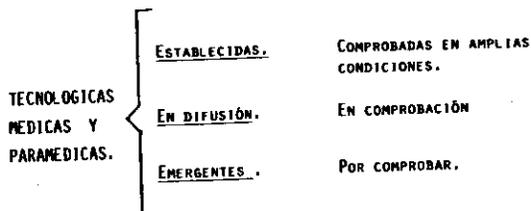


Figura 3. Clasificación de tecnología de acuerdo a su evolución.

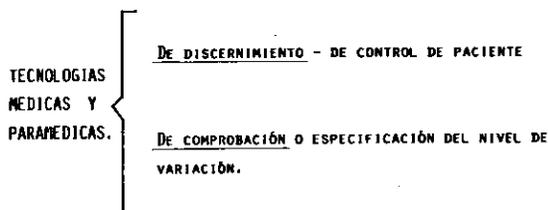


Figura 4. Clasificación de tecnología de acuerdo a su aplicación.

nuye la relación médico-paciente, y lleva a la superespecialización. En estos conceptos se incluye la respuesta negativa de los pacientes cuando se les somete a un estudio sin explicación o cuando el procedimiento es el escape para la falta de diagnóstico.<sup>10</sup> Sin embargo, lo anterior no debe tomarse como una declaración en contra de la especialización o de los especialistas. La tecnología especializada representa una parte muy importante del sistema de atención de salud, el problema es conocer exactamente cuándo y en qué condiciones utilizarla. De hecho, Pérez Tamayo define al técnico y al profesionalista de la siguiente manera: "el primero es el que ejecuta un procedimiento con alto grado de preci-

sión, confiabilidad, reproducibilidad y exactitud, mientras que el profesionalista es que sabe el porqué".<sup>11</sup>

En el contexto de usos inadecuados de la técnica se podrían describir multitud de ejemplos, desde simples hasta los más complicados. Por ejemplo, uno simple: en EEUU, medir la presión arterial con métodos externos sin comprobar la calibración de los esfigmomanómetros, ha llevado a prescribir sin necesidad antihipertensivos a uno de cada tres pacientes. Estudios de control de calidad en laboratorios clínicos han demostrado que de siete pruebas una puede estar equivocada. De nuevo, en muchos laboratorios clínicos se ha olvidado la necesidad de revisar y calibrar los instrumentos. De la producción de equipos de ultrasonido en 1988 se devolvieron 47 aparatos por defecto en el programa de la microcomputadora a pesar de que ya habían sido aprobados por la Administración de Control de Alimentos y Drogas de EEUU (FDA).<sup>12</sup>

El campo de tecnologías médicas de por sí ya complicado, se vuelve aún más complejo cuando se consideran los factores o variables involucrados en la producción industrial y en su comercialización. Es muy frecuente que aparezca un nuevo modelo de instrumento cuya única innovación es el estuche, hecho que disminuye el costo de producción y sin embargo se vende más caro por ser un nuevo modelo. También es muy frecuente que pequeñas adaptaciones, al parecer sin costo adicional, puedan supuestamente aumentar sus campos de aplicación lo cual por otras razones no es posible. Aquí parece repetirse lo de los medicamentos que sirven para varias alteraciones, pero que al analizarlos se demuestra que son polifármacos, que algunos de sus componentes no alcanzan niveles terapéuticos y otros pueden alcanzar dosis tóxicas. Asimismo, en instrumentación se pregona que un espectrofotómetro con luz visible, luz ultravioleta y flama, es más barato por sus múltiples aplicaciones. Sin embargo, el análisis de casos generalmente demuestra que cuando se usa bien, sólo se está ocupando uno de esos procedimientos todo el día. Además, al cambiar las fuentes de excitación es necesario ajustar y calibrar el aparato. Por último, prácticamente nunca se han evaluado estos nuevos aparatos en relación con su aplicación clínica. ¿Realmente las innovaciones técnicas mejoran la atención médica al incrementarse el grado de precisión y exactitud del aparato? Algunos estudios indican que aparentemente no sucede así. Trabajos iniciales de evaluación costo-beneficio y costo-efectividad están indicando que varias tecnologías más simples eran suficientes para la atención médica. Esto ha llevado a que varios países, establezcan o promuevan más oficinas de evaluación y de regulación de instrumentos y aparatos médicos.<sup>13</sup>

Algunos países, como Francia o Austria, que podrían ser calificados de tradicionalistas porque siguen utilizando varias tecnologías establecidas sin grandes modificaciones para el grueso de la población (tecnologías de discernimiento), especifican cuál debe existir en qué lugar para atender a la población referida por otras unidades operativas de atención médica. Así, en Francia se tienen muy bien especificados los indicadores para tomar la decisión de instalar un tomógrafo axial computarizado.

Otro cambio importante que están fraguando los países europeos es que los instrumentos deben tener condiciones similares de funcionamiento, de partes de consumo y de refacciones. Así, desde hace tiempo Francia tiene un sistema de homologación de aparatos médicos.<sup>14</sup> Es interesante mencionar que, al igual que para algunas sustancias, Alemania tiene algunas maquinarias clasificadas para exportar y otras para el consumo interno, y la diferencia no parece estar en su funcionamiento básico.

#### b) Países subdesarrollados o en desarrollo (México)

Como se mencionó, en algunos países se pensó que la solución inmediata a los problemas era la importación, con la consiguiente interrupción de desarrollo tecnológico local por lento, inseguro y de alto costo. Este concepto parece seguir vigente.

La importación trajo aparejada otros problemas, tales como la aceptación de sistemas de garantías y de mantenimiento preventivo y correctivo por contrato, ya sea con los fabricantes, sus representantes e inclusive con terceros, lo cual, entre otras cosas, asegura la dependencia tecnológica con países de mayor desarrollo industrial y comercial. Es interesante analizar cómo generalmente el sistema de garantía está diseñado para tener una vigencia que cubra el periodo durante el cual las probabilidades de que ocurra una falla son muy bajas y los contratos de mantenimiento empiezan cuando las probabilidades de fallas se incrementan y, claro, no se incluyen las partes o refacciones que van a fallar, asegurando ganancias comerciales considerables.

Por último, en la actualidad encontramos que no tenemos sistemas apropiados para generar soluciones a nuestros problemas y tampoco existen sistemas de evaluación de la tecnología médica que siquiera nos permitiera importar instrumentos que funcionaran en el ambiente donde se instalaran dichos aparatos.

### 5. Situación de algunas tecnologías en el Sector Salud

#### a) Importación de instrumentos y aparatos

La evaluación de los impactos de la importación de sistemas de potabilización del agua con gases oxidantes, cloro y ozono, aunque desafortunadamente casuística, ha revelado que no han funcionado correctamente por múltiples factores. Los principales son que los equipos importados no se adaptan directamente a las condiciones hidráulicas de los sistemas de bombeo o de distribución debido a que faltan partes que se deben importar, pero, al descubrirlo, ya se acabó el presupuesto del año. Es más, entre los representantes de equipo se ha extendido una pésima costumbre para disminuir el valor de la cotización se quitan partes o accesorios, por ejemplo la fuente de poder en polígrafos, el quemador en flamómetros, etcétera. A veces la supresión de accesorios se efectúa en el área administrativa donde, para lograr ajustar el presupuesto, eliminan lo que se cotizó como accesorio. Asimismo es frecuente el caso de que cuando llega el presupuesto del año siguiente, y ya se pudieran comprar esas partes, faltan otras que se tomaron prestadas para salir de una emergencia, etcétera. Pero lo más negativo es que no se tomara en cuenta que para que esos equipos funcionen deben contar con la solución de hipoclorito de sodio que sólo se produce en determinados lugares, en determinadas épocas del año, y que se requiere presupuesto para la compra y el transporte de dicha solución. Por ejemplo, es una odisea llevar el hipoclorito ya sea de Monterrey o de Guadalajara a Baja California cuando, por ley, no se puede transportar en transbordadores. Tampoco se consideró, y menos se presupuestó, que estas instalaciones requieren personal capacitado, así como partes y refacciones que se gastan con el uso diario. Igualmente es necesario mencionar que con frecuencia se otorga presupuesto para la adquisición de equipos pero no para el mantenimiento preventivo y correctivo. Estas observaciones aisladas adquieren mayor valor cuando se comprueba que ha pasado lo mismo con el 75 por ciento de los equipos importados para clorar agua en los países latinoamericanos.<sup>15</sup> De hecho, esto es lo que ha llevado a la Organización Panamericana para la Salud (OPS) a promover un sistema de potabilización del agua basado en la generación *in situ* del cloro, que se pueda construir y mantener con recursos de los mismos países. Ciertamente, en México continúa la coexistencia de enfermedades infecciosas con enfermedades crónico-degenerativas,<sup>16</sup> y probablemente las condiciones anti-higiénicas, empezando por el agua contaminada, sean un factor importante para la relativamente alta mortalidad infantil comparada con otros países, inclusive con menor ingreso *per capita*, descrita por Aspe y Beristain.<sup>17</sup>

Otro ejemplo importante que justifica promover el desarrollo de tecnología apropiada es el laboratorio

clínico. Los equipos de laboratorio se diseñan en y para los usuarios de los países industrializados. La industria productora aplica diferente tecnología y por razones tanto comerciales como de otra índole no está interesada en crear, suministrar y mantener equipo adaptado a las necesidades de los países en desarrollo. Desde el punto de vista comercial cuesta el mismo trabajo vender un aparato simple, económico, que uno complicado y costoso que deja mucha mayor comisión. Los instrumentos más complejos, con más aditamentos automáticos, no funcionan eficazmente por falta de personal bien capacitado y de materiales e instalaciones adecuadas. Por ejemplo, espectrofotómetros automáticos con programación en casetes, en locales donde las variaciones de voltaje, temperatura y humedad relativa son muy grandes, provocan que la cinta no corra a la velocidad debida y, por consiguiente el programa no se cumple. Por lo general, en los países subdesarrollados los equipos se instalan por imitación y razones similares siendo que nuestras necesidades son otras. Para ejemplo se menciona el caso de los equipos para identificar bacterias y parásitos que Mitchell y col realizaron en 1983<sup>13</sup> y sugirieron una serie de instrumentos que conformarían laboratorios simplificados para los niveles de atención médica primaria. El costo del equipamiento y su mantenimiento puede ser absorbido por el presupuesto otorgado, e insisto, de acuerdo a la infraestructura local, regional y en relación con las actividades de atención a la salud o médicas que se realiza en las unidades operativas correspondientes. En cambio, en un trabajo de discernimiento para identificar pre o diabéticos entre la población abierta de cierta entidad federativa se utilizó recientemente la determinación de glicemia mediante cintas con enzimas. Aunque al parecer los resultados confirman la suposición, lo cual seguramente influyó en que los resultados se aceptaran sin cuestionarlos, se pueden plantear varias dudas: el sistema enzimático es sensible a los cambios de temperatura tanto durante el transporte como en el almacén y al usarlo, sin embargo, no se hicieron pruebas de calibración en lugares donde la temperatura ambiente puede ser de 35°C. Estos métodos deben usarse en laboratorios que cuenten con control de temperatura y humedad relativa, reguladores de voltaje y suministro constante de insumos. Por lo tanto el costo para extenderlo a toda la población, objetivo básico del estudio, es tan alto que parece poco probable poder efectuarlo.

#### b) *Utilización de tecnologías médicas en México. Distribución en la República Mexicana*

Como era de esperarse la distribución de las tecnologías

médicas en México no es uniforme. El trabajo de Rodríguez Domínguez y col<sup>19</sup> describe una buena difusión de 17 tecnologías de avanzada. Sin embargo, su distribución es muy desigual: el centro de la República Mexicana cuenta con 468 recursos tecnológicos, 219 el norte y sólo 19 el pacífico sur. La importación de recursos si parecía adecuada pues se adquirieron 12 recursos para 8 tecnologías de avanzada entre 1950 y 1964; 83, de 1965 a 1974 y 239 de 1975 a 1982, en total 334 recursos. Desafortunadamente la observación acaba cuando se inicia la crisis económica del país. Sería muy importante ver las condiciones de funcionamiento de esos recursos en 1989 y si aumentaron en el periodo de 1982 a 1989.

Estadísticas de la SSA de 1986 muestran una distribución muy desigual de exámenes de laboratorios practicados en diferentes entidades federativas. Por ejemplo, el histograma de la figura 5 muestra la participación porcentual de exámenes de laboratorio en las entidades federativas. Esta distribución tan anormal se agrava todavía más al comparar los porcentajes de exámenes efectuados en 1985 y en 1986.

En algunas entidades federativas se encontró una acentuada disminución (Figura 6). Lo mismo ocurre con la variación porcentual de estudios radiológicos en unidades de atención médica de la SSA en el periodo de 1985 a 1986 (Figura 7). La misma disminución alarmante se observó en los servicios de atención odontológica (Figura 8), así como en el número de exámenes anatómopatológicos. Es, sin duda, de gran trascendencia analizar algunas de las causas del decremento de servicios para poder proponer soluciones concretas. Nótese que se trata de disminuciones en servicios que ya se proporcionaban y no en servicios de nueva aparición. Considero que es indispensable mantener tecnologías establecidas que han demostrado su impacto socio-económico como el estudio de citología vaginal.

Probablemente el deterioro de muchos de los recursos físicos por la falta de mantenimiento sea una de las principales causas de la disminución de servicios.

#### c) *Estado actual de instrumentos y aparatos en diferentes entidades federativas*

Actividades de muestreo en diferentes unidades operativas de la Secretaría de Salud en varias entidades federativas mostraron que en promedio del 30 al 35 por ciento del equipo que se encuentra en dichas unidades no funciona. El histograma de la figura 9 muestra el estado funcional del equipo en los diferentes municipios del Estado de México. Es más, en un censo de equipamiento realizado en todas las unidades operativas del estado de Sonora se ratificó esa proporción de

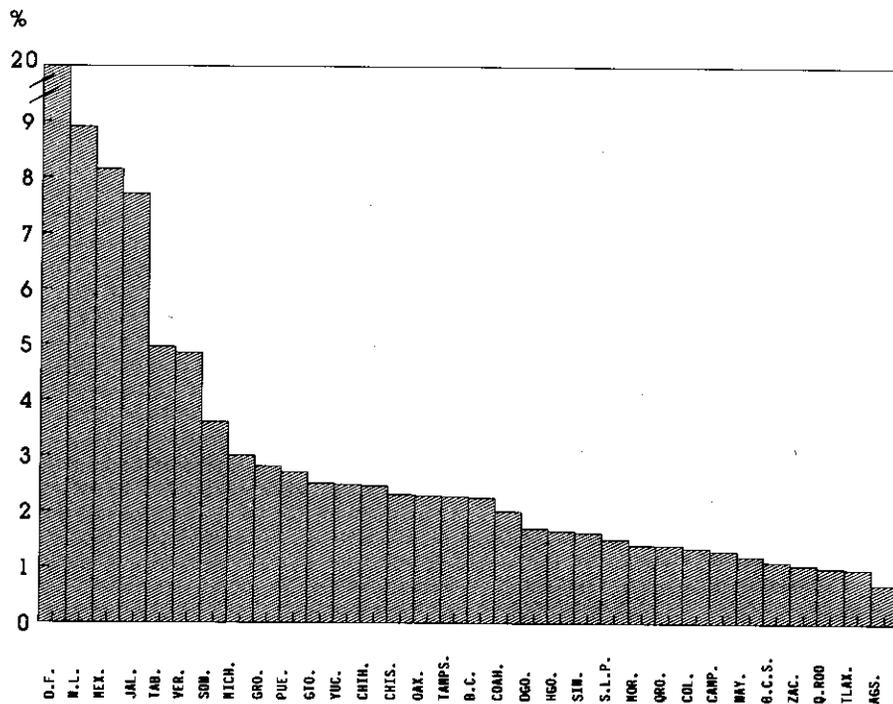


Figura 5. Histograma del porcentaje de exámenes de laboratorio que se practican en las entidades federativas.

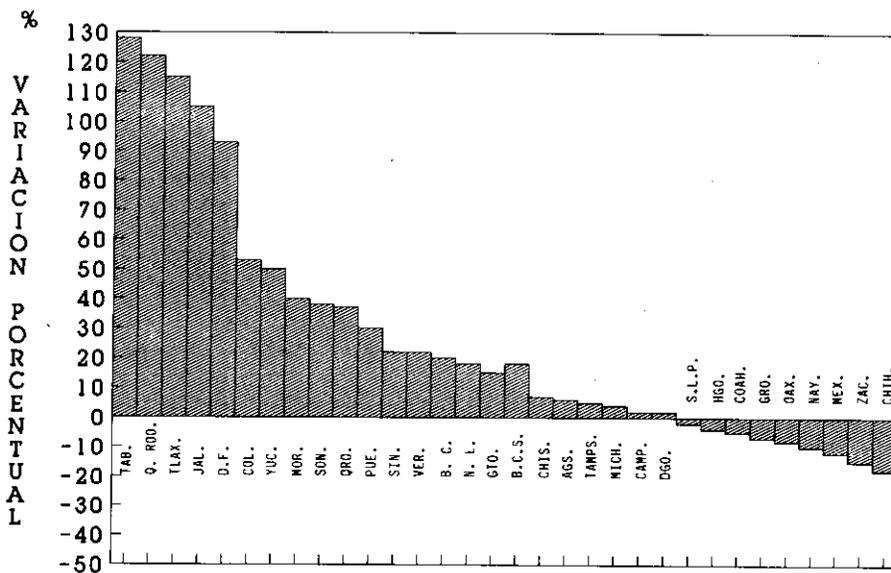


Figura 6. Histograma de las variaciones porcentuales de exámenes de laboratorio realizados en 1985 y 1986 en las entidades federativas.

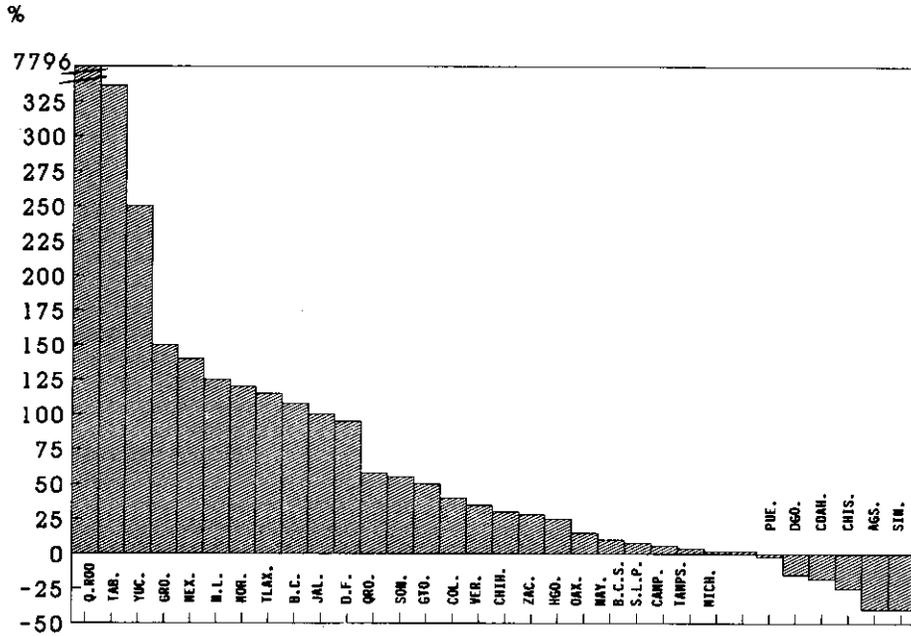


Figura 7. Histograma de las variaciones porcentuales de estudios radiológicos en 1985 y 1986 en las entidades federativas.

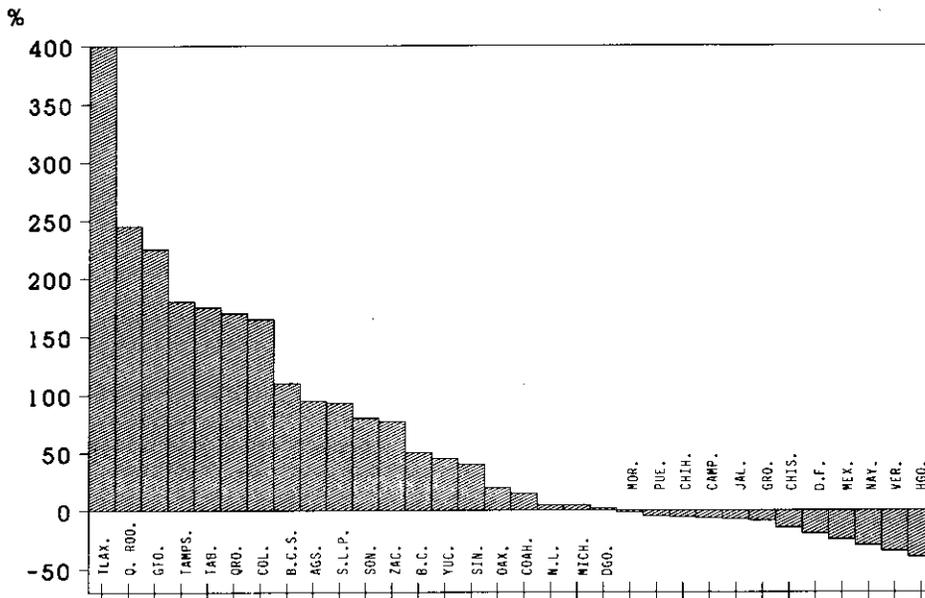


Figura 8. Histograma de las variaciones porcentuales de atención odontológica en las entidades federativas en los años 1985 y 1986.

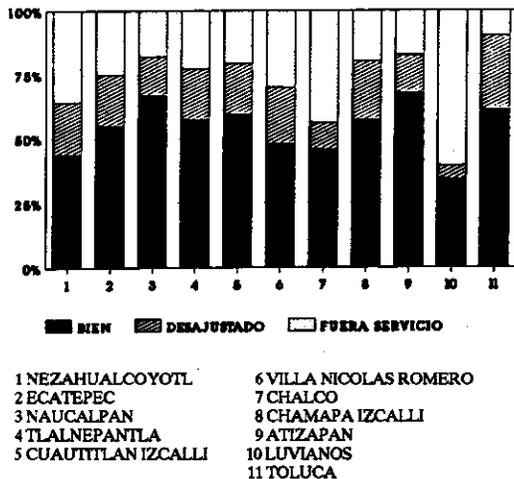


Figura 9. Histograma que ilustra el porcentaje de equipo funcionando, desajustado o fuera de servicio, en diferentes municipios del Estado de México.

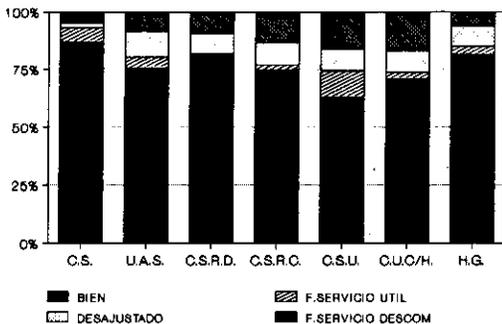


Figura 10. Histograma que ilustra las condiciones funcionales del equipamiento de las diferentes unidades operativas en el Estado de Sonora.

equipo fuera de servicio. La figura 10 muestra el número de aparatos funcionando y fuera de servicio en las diferentes unidades de atención a la salud. Además se identificó que aproximadamente el 10 por ciento de equipo está en condiciones de funcionar excepto que está mal ubicado (Figura 11). Por consiguiente, con un esfuerzo de tipo político-administrativo es factible reinyectar al sistema una cantidad apreciable de instrumentos y aparatos. La figura 11 muestra el número de aparatos por reubicar en los diferentes tipos de unidades. Otro punto importante de llamar la atención es que se encuentran equipos importados prácticamente en la misma proporción en los diferentes tipos de unidades

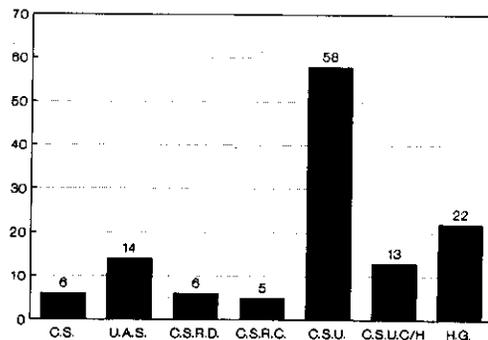


Figura 11. Ilustra el número de aparatos que es posible reubicar, para lograr que funcionen en lugares apropiados.

de atención a la salud. Esto sorprende por dos motivos, primero, porque existe equipo importado en una cantidad mayor de lo que se postula en casas de salud, en centros de salud rural disperso (Figura 12), rural concentrado (Figura 13) y urbano (Figura 14); segundo, que se encuentran en casi las mismas proporciones en los diferentes niveles, inclusive el mismo tipo de aparato se encuentra en centros de salud rurales y en hospitales de segundo nivel. Otra sorpresa es que sí se encuentran muchos aparatos de fabricación nacional pero, nuevamente, están en todos los niveles de atención. La proporción de equipo funcionando o descompuesto es similar entre aparatos importados o nacionales, lo que parece indicar que el problema es el mantenimiento de los recursos. Así, con la información del estado de Sonora, se ha integrado un proyecto tentativo, con el riesgo de que el presupuesto calculado de 39 millones de pesos para la reparación de todos los equipos descompuestos resulte inadecuado. Este cálculo se basó en los datos de reparaciones de equipos similares realizadas en el CEDAT el año pasado. Con base en este tipo de inventario funcional que en la actualidad se complementa con un censo de las condiciones físicas de las unidades operativas a cargo del Centro para la Infraestructura en Salud, coordinado por la Oficialía Mayor de la SSA, se ha iniciado un programa de mantenimiento integral.

#### d) Modelo del programa integral de mantenimiento en la SS

De acuerdo al modelo que se presenta en la figura 15 la

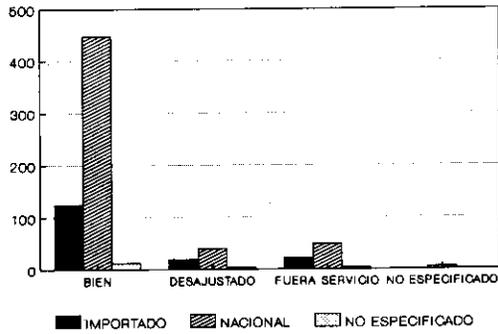


Figura 12. Ilustra el estado funcional, en porcentaje, del equipo en casas de salud en relación con su procedencia.

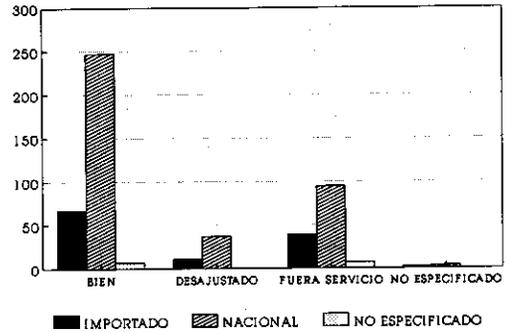


Figura 14. Ilustra el estado funcional, en porcentaje del equipo en centros de salud rurales concentrados en relación con su procedencia.

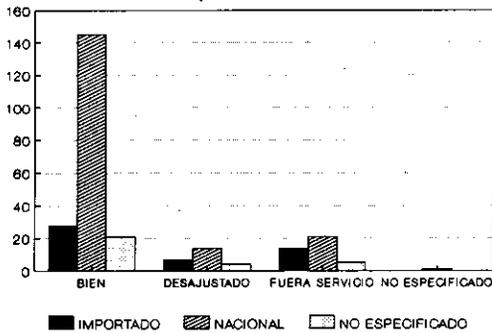


Figura 13. Ilustra el estado funcional, en porcentaje, del equipo en centros de salud rurales Dispersos en relación con su procedencia.

actividad se inicia con el informe de una falla en una tecnología. A continuación se analiza la falla, ¿es constante?, ¿cambia con el usuario?, ¿cómo se detectó y en qué condiciones?, haciéndose un registro completo (de preferencia se aconseja hacerlo en un cuaderno o bitácora de la tecnología). Los resultados indicarán si la falla está en el instrumento, en el ambiente o en el usuario. Es conveniente empezar por comprobar la calibración. Se deben analizar los síntomas, correlacionarlos con los módulos funcionales del aparato e iden-

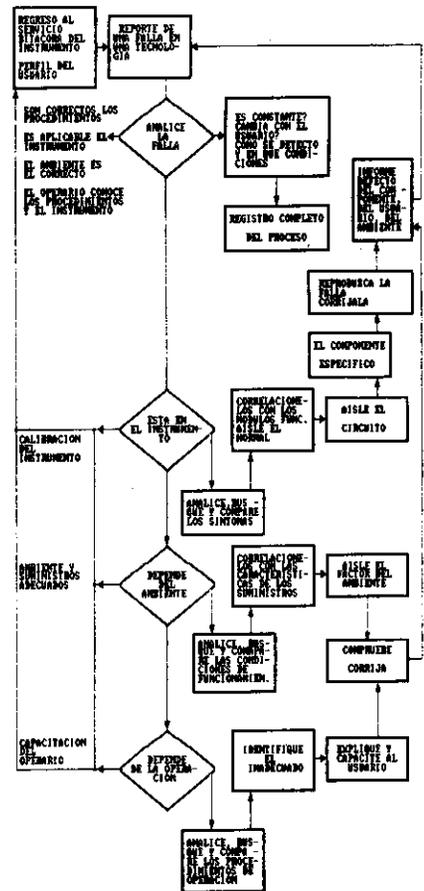


Figura 15. Ilustra el estado funcional, en porcentaje, del equipo en centros de salud urbanos en relación con su procedencia.

tificar el anormal para, finalmente, circunscribir el circuito anormal, el componente específico, comprobar que se identificó el origen de la falla, corregir, calibrar y regresar el instrumento con la información completa y, por la situación actual, deberá completarse con un resumen del manual de operación.

La falla puede depender del ambiente de trabajo por lo que se deben comprobar los suministros y analizar las condiciones en que se manifiesta la falla, hasta llegar a aislar el factor ambiental que se relacione con dicha falla, corregirla e informar al responsable de la unidad.

Por último, la falla puede depender de la operación, por lo tanto habrá que comprobar la capacitación del usuario, ratificar los procedimientos de operación, identificar el paso inadecuado, explicar y capacitar al encargado del sitio donde funciona dicha tecnología, para que él continúe la capacitación de todos los usuarios. El encargado debe establecer el perfil del usuario, la bitácora del instrumento. Analizar si son correctos los procedimientos, ¿es correcto el ambiente y sus suministros?, ¿es aplicable el instrumento con la exactitud, precisión, confiabilidad y reproductibilidad que requiere la atención médica o de la salud?. Deberán proporcionarse los manuales técnicos de operación en idioma español en número suficiente para que todos los técnicos lo puedan estudiar. Es probable que el costo de esta acción se recupere a mediano plazo cuando disminuyan las reparaciones y el uso del aparato sea más completo, constante y de mejor calidad.

El programa de desarrollo y educación técnica deberá completarse con acciones en las instituciones de enseñanza superior, universidades y tecnológicas, de manera que las actividades docentes se realicen discutiendo el tipo de equipos y procedimientos que se ejecutan en unidades operativas del Sector Salud, de manera que los ingenieros biomédicos realmente conozcan los campos de trabajo; que los ingenieros electrónicos sepan las necesidades de equipamiento y los médicos especifiquen que variables necesitan medir para diagnosticar, resolver o mitigar problemas de salud o, en su caso, rehabilitar al sujeto. Este tipo de programa ya existe en Brasil;<sup>20</sup> sus actividades han permitido ahorrar al país 1.3 millones de dólares en tres años de funcionamiento. En el presente año se ha iniciado este tipo de programa universitario en la Universidad de Querétaro siendo deseable que el programa se extienda a otras entidades federativas y, paulatinamente, se vayan estableciendo unidades de ingeniería biomédica en otros estados, como centros de mantenimiento, de capacitación y de generación de tecnologías apropiadas que requieren las diferentes regiones del país, los hospitales de segundo nivel de atención y, finalmente, puedan no sólo reparar

o mantener equipos sino sobre todo generar innovaciones e invenciones que, rápida y eficientemente, se transfieran y adapten a la producción industrial del país complementando las actividades científicas y técnicas que se realizan en el Sector Salud.

## Referencias

1. Kumate-Rodríguez J. Simposio "Consecuencias de la tecnificación de la Medicina" Academia Nacional de Medicina 1989.
2. Banta DH. Información para la evaluación de la tecnología. *Educ Med Salud* 1980; 14: 157-173.
3. Banta DH. Aplicación de la tecnología moderna, problemas y perspectivas en los países industrializados y en vías de desarrollo. *Bol Of Sanit Panam* 1984; 96 (6): 471-488.
4. Levine I Electronics pioneer Lee DeForest. New York: Julian Messner Simon and Schuster, Inc. 1966.
5. Brust-Carmona H y Sola Váldez B. La investigación educativa en la aplicación de la tecnologías médicas. En: Seminario de Investigación Educativa. Centro Universitario de Tecnología Educativa (CEUTE) UNAM, México, D. F.: diciembre 1986.
6. Sánchez Flores R. Historia de la Tecnología y la Invención en México. Fomento Cultural Banamex, A. C., 1986.
7. Brust-Carmona H, Faba Beaumont G y Sánchez Vargas JJ. Inventario funcional de aparatos y equipos en centros de primer nivel de atención a la salud en el Distrito Federal. *Bol invest desarro tecnol salud* 1988; 2: 65-76.
8. José VM y Kumate J. Editorial Salud Pública 1989, 31: 161.
9. Fajardo-Ortiz G. Tecnología para la salud en los países en desarrollo. *Gac Méd Mex* 1981; 117 (1): 18-22.
10. King RC. Technology and the doctor-patient relationship. *Int J of technology Assessment in Health Care* 1987; 3: 11-18.
11. Pérez Tamayo R. Investigación biomédica en México. Oportunidades y perspectivas. *Ciencia* 1989; 40: 5-10.
12. Pinckney E and Pinckney C. Unnecessary measures. Physicians are relying too heavily on medical tests. *The Sciences* (N. Y. Acad. of Sciences) 1988; 21-27.
13. Federal Policies and the medical devices industry. Congress Office of Technology Assessment. OJHA-H-230 Oct. 1984.
14. Stephan JC. Descripción del Centro Nacional de Equipamiento Hospitalario (CNEH). Taller de Certificación de Calidad y Homologación de Aparatos Médicos. Consejo de Salubridad General. Noviembre 1985.
15. Reiff FM. Desinfección con el método de gas oxidante generado *in situ* (MOGGOD). *Bol invest desarro tecnol salud* 1988; 2: 27-42.
16. José VM, Kumate J, Barnard AA. La atención primaria de salud como instrumento de desarrollo en México. *Salud Pública* 1989; 31: 177-184.
17. Aspe P y Beristain J. Distribución de los servicios educativos y de salud. *Salud Pública* 1989; 31: 240-284.
18. Mitchell FL, Martínez Silva R, Vardham Harshy Vázquez Olazábal DA. Extensión de la cobertura de los servicios de salud: suministro, mantenimiento y operación de equipo para laboratorios en los países en desarrollo. *Bol Of Sanit Panam* 1983; 95 (5): 393-411.
19. Rodríguez Domínguez J, Vandale-Toney S, Durán Arenas G, López S, McNally A y López Cervantes M. Disponibilidad y utilización de innovaciones tecnológicas en atención médica en México. *Bol Of Sanit Panam*; 1974, 97 (4): 283-297.
20. Wang Binseng and Ballentani I. Centro de Ingeniería Biomédica. Universidad de Campiñas, Brasil. International Congress of Hospital, Engineering Barcelona, España, 1986.

### III. Tecnología y economía en el Sector Salud; tendencias, posibilidades y limitaciones

ROBERTO URIBE-ELÍAS\*

La salud continúa siendo un factor social y político de primera importancia, a través de su consecución permite encontrar el poder, de igual manera, mediante su generalización, o con programas específicos, puede ayudar a los grupos sociales más deprimidos o marginados. De esta manera, la salud constituye un factor determinante en el equilibrio de una comunidad tanto en lo social como en lo político. La equidad y la justicia se originan en dos de las grandes metas de quienes participan en los esfuerzos para hacer de la salud una realidad cotidiana. De igual manera, la administración y el control son las fronteras del amplio campo en el que los programas de salud deben desarrollarse.

Dentro del proceso de la consecución de la salud, subyace un valor entendido que podemos distinguir como economía política: la posibilidad de realizar acciones dentro de la realidad pero con una orientación social, lo cual es pauta a seguir por la economía médica. Es decir, lo anterior lleva a establecer claramente que en el momento actual los sistemas de salud, los programas, y aún las acciones que, aparentemente desligadas del contexto nacional, pudieran tomarse en relación con la salud, cuentan con una carga valorativa de base económica. No es suficiente establecer las ventajas éticas de productividad o de bienestar general que la salud conlleva, es necesario tomar en cuenta también que cada acción orientada hacia la consecución de la salud nos obliga a ponderar un costo. Este costo constituye la esencia de los principios de economía en la salud.<sup>1-3</sup>

Sin pretender analizar el complejo proceso de los sistemas de salud, se reconoce la existencia de un común denominador: la escasez. Esta debe entenderse como la deficiencia en cantidad y calidad de los bienes y servicios en relación con las necesidades de una población.

Hablar de bienes y servicios es referirse a la infraestructura básica para que existan las condiciones de vida mediante las cuales una comunidad determinada logra satisfacer sus requerimientos biológicos, psico-

lógicos, laborales, de esparcimiento, indispensables para la dinámica de una población. La falta de estos elementos provocada por la conjunción de dos factores: el incremento demográfico y la ausencia de recursos financieros, hace de la aplicación de la economía a la medicina una de las acciones prioritarias en el análisis y discusión de los problemas de la atención a la salud.

Hablar de economía médica es aludir a recursos suficientes, disponibilidad de los mismos, gasto en exceso, mayor demanda, fuerzas de mercado, eficiencia, costo-beneficio, presupuestos por programa, planificación.<sup>4</sup> Es hablar de consumidores, de competencia en el mercado, de fenómenos inflacionarios y de manera muy importante, de dependencia. Dependencia no sólo en el ámbito económico o en el tecnológico, sino respecto a la soberanía nacional.

La medicina, como factor importante para la consecución de la salud, tradicionalmente su fuente básica, puede ser entendida de diversas formas. La medicina puede entenderse como: necesidad, mercado, industria. Esto último es una de las severas críticas del enfoque economista pero la medicina siempre representa un avance tecnológico y un conocimiento científico. También puede verse a la medicina, como parte de la estabilidad política y por supuesto, como factor total del bienestar individual y social.

La medicina, en épocas recientes, experimenta avances espectaculares en materia de diagnóstico y tratamiento mediante la aplicación de principios y técnicas de ciencias afines para lograr una mayor certeza dentro del campo médico; lo anterior ha sido la razón de que se hayan elevado los costos de la atención médica. Este encarecimiento ha traído beneficios incuestionables que no pueden generalizarse dado el costo que impide que dichos beneficios alcancen a las capas marginadas de la población.

Aquí incide la tecnología como elemento fundamental para hacer avanzar a la propia medicina y, por otra parte, para elevar los costos a rangos que ni siquiera los países más desarrollados pueden enfrentar en este momento para otorgarlos a todos.<sup>5</sup>

Decíamos que en el enfoque economista de la medicina ha provocado objeciones diversas. Por un lado desde el punto de vista ético, pues partiendo del concepto de que la vida humana no tiene precio, por indiscutible, no requiere mayor comentario. Por otro, en el terreno técnico se ha objetado que tanto la medicina al igual que la propia salud no pueden ser consideradas como industrias dada la carga axiológica y la trascendencia de los conceptos de vida humana, familia y comunidad; ellos rebasan con mucho la conceptualización formal de lo que podría ser una industria. Ambas implicaciones

\* Académico numerario.

constituyen el punto de partida fundamental para establecer una relación formal entre salud y economía. Esto nos lleva al planteamiento de las interrogantes con vigencia perenne, a saber: qué, cómo, a quién, cuándo. ¿Qué podemos ofrecer para el beneficio de la salud de un individuo o de la comunidad? ¿Cómo podemos otorgar ese beneficio no sólo a una persona determinada, sino a muchas en las condiciones óptimas? ¿A quiénes se le otorgará? ¿A quien posea el recurso económico o a quien posea la necesidad? y, por último, ¿cuándo se otorgará? ¿cuando el conocimiento esté vigente o cuando se haya iniciado?. Todas esas son las aristas en las que podemos sostener el análisis que hacemos en esta ocasión.

La tecnología médica nos dice cómo hacer las cosas, proporciona los principios fundamentales del quehacer médico e implica en sí misma tanto el conocimiento como la *praxis*. "Cómo hacer" a través de: técnicas, estrategias, dispositivos, aparatos, sustancias, organizaciones, sistemas, etc., todo lo cual nos permite un mejor diagnóstico y un tratamiento más adecuado. Esta es la función de la tecnología médica, constituye un gran avance y, como tal, representa una tentación permanente para quienes ejercemos la acción médica de manera cotidiana.

Para poder entender la trascendencia de la aplicación de la tecnología a la labor médica, tenemos que remontarnos al proceso de desarrollo tecnológico que implica su surgimiento y su aplicación. La tecnología en sí misma constituye un conocimiento nuevo y organizado, su aplicación significa en buena parte la solución de algunos problemas, pero trae consigo nuevos problemas para los que a veces es mucho más costoso y mucho más complejo buscar alternativas de solución que el no aplicar la propia tecnología. Se establecen así otros dos puntos de vista también antagónicos: aplicar la tecnología por el avance mismo o de adaptarla a las necesidades de quien está haciendo uso de ella con la secuencia necesaria para un adecuado empleo que rinda mejores resultados en ese caso específico.<sup>6</sup>

Las etapas de proceso de desarrollo tecnológico se pueden encontrar en:

- 1) Investigación, fase en la cual se plantea un problema y se planea un proyecto que permita el descubrimiento del nuevo conocimiento, para resolverlo.
- 2) Desarrollo, período en el cual se aplica el nuevo conocimiento y se desarrolla un prototipo.
- 3) Prueba, etapa en la que ya se cuenta con un producto permanente, sustancia, procedimiento para poder ser probado; permite la evaluación de su efectividad y seguridad. Este último elemento es uno de los más importantes dentro del proceso de desarrollo tecno-

lógico.

- 4) Producción, estado del proceso en que una vez obtenidos los resultados se decide si existe la capacidad y las condiciones para su producción en serie, a escala o para modelos de difusión.
- 5) Difusión, estadio en el cual se realiza la aceptación temprana de la nueva tecnología y se inicia el desarrollo de mercados tanto nacionales como internacionales; esta es una de las fases más importantes desde el punto de vista económico porque significa la comercialización en escala de avance para un tipo de tecnología.
- 6) Aceptación, período en donde se realiza el uso generalizado de la nueva tecnología y permite una introducción masiva basada en las necesidades reales, lo que permite la comercialización del nuevo conocimiento.

El proceso descriptivo pareciera ser seguido en la mayoría de los países desarrollados, sin embargo, estudios y reportes de la Comunidad Económica Europea, Canadá, Bélgica e incluso la República Federal de Alemania, critican la inadecuada secuencia de estas etapas pues llevan al manejo de tecnología de manera prematura y por ende inadecuada.

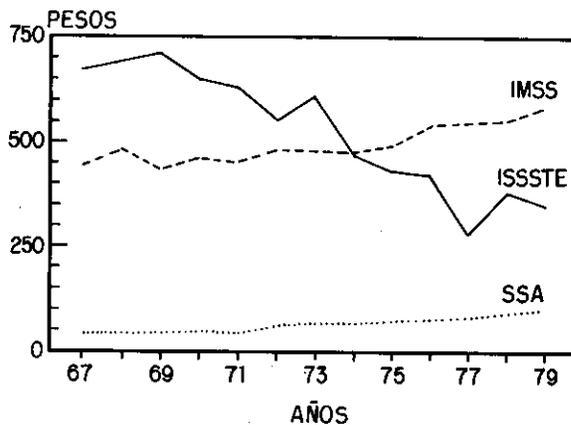
En los países en desarrollo, de acuerdo con la investigación de Sagast,<sup>6</sup> las anteriores etapas no existen ya que no hay base para ligar las tecnologías productivas y el conocimiento científico propio que se desarrolla en los laboratorios locales; no hay relación entre la generación del conocimiento y la transformación de las técnicas productivas. La evolución de éstas, no conduce a la obtención de un desarrollo tecnológico avanzado. Este es el principal problema en la investigación y desarrollo en los países del tercer mundo.<sup>7</sup>

El panorama al que nos enfrentamos nos obliga a reconocer en la tecnología un elemento clave en cualquiera de las acciones para la promoción de la salud o del combate a la enfermedad. De esta manera, encontramos que las necesidades de salud, la población demandante, los costos de los servicios, el propio desarrollo de tecnología, así como la consecuencia de esta aplicación que es la dependencia externa y el endeudamiento, son factores crecientes y explosivos dentro de las sociedades actuales. Sin embargo, la aplicación mediante un esfuerzo nacional con gran carga económica, sólo nos otorga soluciones y beneficios que podemos calificar como de insuficientes. No podemos negar que la práctica de los trasplantes renales, los corto circuitos en coronarias, el desarrollo de tratamientos de alta complejidad magnética y electrónica para enfermos de cáncer, la aplicación de drogas para

patologías que antes no tenían ningún remedio, significan un avance indiscutible. Pero la aplicación limitada de estas medidas terapéuticas responde fundamentalmente a factores económicos.<sup>8</sup>

Dentro del complejo salud enfermedad los elementos de impacto sobre la economía y la salud que podemos distinguir como más importantes son: las tendencias de morbilidad general y las curvas de mortalidad en donde el país continúa mostrando estar más que en la transición epidemiológica, en evidente espectro de dispersión epidemiológica, que muestra, por un lado, necesidades de infraestructura básica con servicios y bienes insuficientes para dar respuesta a una población creciente; la persistencia, para fines de planeación y de recursos, de una tendencia demográfica que no ha logrado abatirse y que nos lleva a insuficiencias de infraestructura de salud, tanto instalada como funcional; difícil acceso a los servicios de salud para la población más necesitada o más desprotegida. Junto con estos factores internos, se encuentran el estado actual de precios y salarios, así como la crisis económica que a nivel tanto nacional como internacional, dificultan las acciones en materia de salud.<sup>9</sup> Figuras 1 y 2. Cuadro I.

Otro de los elementos que hay que tomar en cuenta para lograr una mejor relación entre el proceso económico y la promoción de la salud son fundamentalmente: el derecho a la salud, que conlleva una búsqueda de cobertura universal y la transformación del concepto a la salud como un derecho de todo ciudadano; la búsqueda y actualización de una nueva infraestructura sanitaria más operativa y basada en niveles de decisión económico, político y técnico de tipo municipal; una redefini-



Tomado de: La Crisis de la Protección Social en México, un análisis a largo plazo con énfasis en el período 1971-1985  
Victor M. Soria p. 195

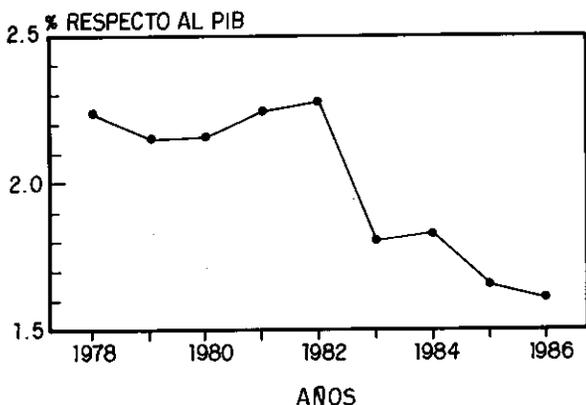
Figura 2. Gasto per capita en salud de las principales instituciones.

### Cuadro I

#### Gastos en salud y seguridad social. Estados Unidos Mexicanos. Millones de pesos. Total

Año	Corriente	Constante
1970	15530	15530
1971	17979	13620
1972	21117	9755
1973	26162	10366
1974	39054	11652
1975	83886	12767
1976	61253	14057
1977	76253	14548
1978	91116	14909
1979	119649	16315
1980	162490	17070
1981	217235	17732
1982	369815	15184
1983	547045	12423
1984	823653	11749
1985	1358963	11842
1986	1890645	8009

- Una disminución del gasto en salud, entre 1982 y 1986 en 47 %.
- Un menor descenso en el gasto entre las instituciones de atención a la población abierta entre la seguridad social en las primeras en el descenso fue de 45.8 % y en las segundas fue de 47.5 %.
- Entre 1982 y 1985, la reducción del gasto en salud a precios constantes (25.5 %) fue inferior a la disminución del total del gasto público (36.5 %).



Modificación de INEGI, SPP, 1989

Figura 1. Estados Unidos Mexicanos. Gasto en salud y el PIB, 1978-1988.

## Tecnología y economía en medicina

México

Transición "tecnológico-industrial"

- Adaptación energética
- Búsqueda de tecnologías de punta
- Impulso a la productividad nacional
- Flexibilidad para innovar tecnologías
- Ajuste interno y externo
- Búsqueda de un nuevo patrón tecnológico industrial
- Gravitar con la menor desventaja posible internacionalmente

ción de los problemas de solidaridad social incluyendo IMSS-COPLAMAR que permita establecer que el esfuerzo conjunto pueda servir para solventar otras acciones derivadas de apoyo a los más necesitados; la búsqueda de soporte económico no sólo del presupuesto gubernamental, sino con la participación de los sectores social y privado; y, por último, la decisión política de buscar una participación conjunta para el funcionamiento del sistema nacional de salud, que haga más operativos todos los esfuerzos que en esta materia se llevan a cabo en beneficio de la población.<sup>10</sup>

Nuestro país vive una transición tecnológica industrial caracterizada por un esfuerzo nacional en el que se establece una voluntad de cambio pero que además, se ve impactada a nivel transnacional e internacional por la presión para incorporarse, de manera adecuada, a las condiciones cambiantes y evolutivas del mundo. Esta transformación tecnológico industrial se distingue por la adaptación energética y la búsqueda de tecnología de punta. En especial se ha hecho hincapié en la ingeniería genética y en los microconductores, en el impulsar a la productividad nacional, la búsqueda de flexibilidad para innovar tecnología y el ajuste en lo interno y lo externo, tanto desde el punto de vista económico de mercado sobre todo, a nivel financiero. La búsqueda de un nuevo patrón tecnológico industrial que nos acerque a las acciones y a los modelos vigentes a nivel internacional y, por último, el inmenso esfuerzo por competir con la menor desventaja posible a nivel internacional. Este esfuerzo y esta condición nacionales han hecho que el sector de bienes y servicios encargados de la salud reciba igual trato que el sector productivo.<sup>11</sup> Cuadro II.

En la actualidad, desde los puntos de vista estratégico, programático y político, se buscan las bases sociales y políticas para un trato preferente. Esto debe incluir el sustento a la investigación, el mejor desarrollo de los recursos humanos y la reacción de la tradición científica, que nos permita una verdadera independencia tecnológica. Sin embargo, existen factores ideológicos que imprimen una característica especial a los cuerpos científicos de vanguardia que desarrollan la tecnología y es la preponderancia del factor internacional, como elemento de reconocimiento para su propia labor.

Con este panorama tenemos que, de manera muy práctica, el mecanismo para que el impacto de la tecnología sea menor en la base económica del país, hay tres grandes rubros para establecer el control, valorar la efectividad y usar de la tecnología médica:

- a) El monitoreo de tecnología emergente o existente que requiere evaluación.
- b) El seguimiento, mediante ensayos clínicos progra-

mados, de estudios de costo/beneficio y otras investigaciones necesarias para establecer mecánicas de mantenimiento y reposición de piezas, desarrollo y modificaciones de los propios aparatos y planear sistemas que permitan su empleo adecuado.

- c) El manejo de la información para difusión de los grupos interesados del sistema de salud a través de los órganos académicos y gubernamentales y no únicamente a través de los industriales o comerciales. Además de lo anterior, deberán existir regulaciones específicas para la compra, el control de mecanismos, el financiamiento y, sobre todo, la planeación adecuada del uso de la tecnología.

¿Quiénes son los responsables de que haya un orden armónico entre la economía y la tecnología? En primer lugar los políticos; en segundo, el gobierno como estructura ejecutiva y las agencias internacionales; en tercero, los consumidores, es decir hospitales, servicios de salud y muy especialmente los médicos; en cuarto, los pacientes como usuarios, el público en general como testigo mudo pero siempre participante en la aceptación o la demanda, y en este mismo rubro, los medios de comunicación masiva como críticos, a veces profundamente desorientados, para el manejo de la demanda y del consumidor; en quinto y último lugar, los industriales y los investigadores que, al fin y al cabo, mantienen una actitud profundamente equilibrada de acuerdo a sus propios intereses de grupo.

No podríamos hablar del papel de la economía respecto de la transferencia tecnológica sin señalar lo que consideramos ser las principales áreas problema:

- I. La pérdida de la autonomía con relación a la tec-

nología una vez adquirido el aparato o el sistema. Puede ser que se adquiriera, pero se carece de la información y el conocimiento respectivos, lo que hace que toda estructura sustentada en tal aparato sea dependiente del exterior.

- II. La falta de entrenamiento y capacitación del personal operativo. Desgraciadamente, en muchos de los casos los gobiernos pierden la oportunidad de negociar por no conocer de manera profunda y técnica las adquisiciones que realiza y, por lo tanto, no prevén el entrenamiento y la capacitación del personal indispensable.<sup>12</sup>
- III. La pérdida de posibilidades de investigación, evaluación y absorción de la tecnología importada. En este capítulo, simple y sencillamente no se sabe cómo hacerlo. La tecnología es muy avanzada para los medios y las posibilidades del ámbito al que llega y que está totalmente ajeno a los principios científicos para poder realizarla.
- IV. La compra de tecnología obsoleta o inadecuada. Este aspecto es quizás el más grave de todos, no sólo porque pudiera beneficiar únicamente a sectores limitados debido a la magnitud de la inversión pues a veces el gasto se justifica por la introducción de una tecnología avanzada pero, desgraciadamente, la adquisición de aparatos de generaciones ya en desuso es una práctica común en el mercado internacional, en donde la ética no tiene nada que ver con el interés comercial.

Por estas circunstancias, lo primordial en la economía médica es que la tecnología pueda ser empleada, me refiero a ser bien utilizada, genere costos razonables, produzca beneficios generalizados y tanto su mantenimiento como su operación se realice por nacionales.

Los elementos fundamentales para que esta operación se lleve a cabo son que existan sistemas de formación y capacitación de todos los involucrados en el manejo de la tecnología en las diversas áreas y en los diversos niveles; investigación y desarrollo para aplicar e incorporar dicha tecnología; desarrollo de grupos de trabajo para mantenimiento, reparación o adaptación; establecimiento de ingeniería biomédica para evaluar y diseñar, de acuerdo a las necesidades, tanto las modificaciones como las sustituciones de los diversos sistemas o integrantes; diseño y desarrollo de sistemas de información para importar, diseminar y absorber el conocimiento, no sólo la tecnología sino el conocimiento básico que la tecnología misma implica y, por último, manejo, planeación y financiamiento de metas en ciencias y tecnología coordinadas e integradas a las políticas

nacionales. Dentro de todo ello, quizás los médicos son el factor de decisión más trascendente en el manejo de la economía y de la tecnología en medicina. Por lo tanto, en relación al médico se deberá buscar hacer énfasis en la calidad de la atención y en su beneficio, más que en el aspecto técnico. No es suficiente el atractivo de emplear métodos de avanzada, es importante que el médico conozca la trascendencia de aplicar esta tecnología y las repercusiones que ello tiene, sin olvidar los métodos tradicionales de diagnóstico.<sup>13,14</sup>

La transformación de la educación médica debe propiciar criterio de juicio sobre el empleo de la tecnología médica evitando el sometimiento a las corrientes internacionales, a las modas o los supuestos avances. Es necesario crear en el médico espíritu crítico y autocrítico así como bases científicas para que su pensamiento reflexivo no le permita caer en la tentación de extravagancias costosas e inútiles.

También es necesario identificar a los líderes de opinión en la profesión médica, cómo pueden ser influenciados y cómo pueden influir en los demás para hacer un manejo más adecuado de la incorporación tecnológica. Este punto debe ser estrechamente valorado para buscar un verdadero cambio en la cultura del médico que le permita avanzar en su participación como profesional, con sus propios conocimientos pero opinando en terrenos conexos como son la tecnología y la economía. A este respecto deberá recordarse siempre que la aplicación tecnológica de avanzada no siempre es la solución a los viejos problemas, no debemos intentar resolver problemas que no existen. Cuadros III y IV.

La trascendencia de la tecnología se extiende desde el terreno del conocimiento puro, pasa por el económico, tocando de manera muy importante los aspectos éticos del desarrollo económico, político y social de un pueblo y, por lo tanto, de la dependencia e interdependencia que se pueden establecer con países que tienen un mayor índice de desarrollo que el nuestro. De igual manera, la tecnología es un medio que nos puede llevar de la mano, casi sin sentirlo, a tener un acercamiento con la irrealidad y no son pocos los grupos que, sabedores del poder a través del empleo de diversas tecnologías, crean un ámbito de irrealidad sobre el que pretenden transformar la salud de una sociedad que les es desconocida, irrelevante y aún indiferente. Es por ello que debemos ser racionales en el empleo de la tecnología extranjera, tomando en cuenta los aspectos económicos que caracterizan a nuestro país.

### Cuadro III

#### Tecnología y economía en medicina

1. Conjugar esfuerzos en extender la cobertura y elevar la calidad de la atención en salud.
2. Buscar tecnología apropiada para aplicarla en nuestro medio y a nuestras necesidades.
3. Aceptar el costo/beneficio como indicador.
4. Incorporar tecnología de punta en la medida que también incorporemos conocimiento y desarrollo.
5. Rechazar modas y corrientes internacionales mediante una política sólida en ciencia y tecnología.
6. Adaptar tecnologías de avanzada para desarrollo e investigación nacionales.
7. Transformar la educación médica buscando médicos autocríticos con base en conocimientos tecnológicos adecuados.

### Cuadro IV

#### Tecnología y economía en medicina

##### Factores de sustento para la mejor relación Economía - Salud

- Derecho a la salud
- Búsqueda de cobertura universal
- Actualización de la infraestructura sanitaria
- Redefinición de programas de solidaridad social incluyendo IMSS-COPLAMAR
- Búsqueda de soporte económico
- Participación conjunta para el funcionamiento del Sistema Nacional de Salud

### Referencias

1. Feldestein PJ. The Demand for Medical Care en Health care Economics de Feldestein P. J. 3rd. ed. New York: Wiley Med. Publ. 1988; 76-105.
2. Jacobs P. The Economics of Health and Medical Care. 2nd. ed. Maryland: Aspen Publ. 1987; 87-111.
3. Rapoport J, Robertson RL, Stuart B. Understanding Health Economics. Maryland: Aspen Publ. 1982; 391-445.
4. Stocking B. Factors influencing the effectiveness of mechanisms to control medical technology en Expensive Health Technologies. Regulatory And Administrative Mechanisms in Europe. Oxford: Oxford University Press 1988; 19-25.
5. Toulmin S. Technological Progress and Social Policy: The Broader Significance of Medical Mishaps en Medical Innovation and Bad Outcomes: Legal, Social, and Ethical Responses. de Mark Sigler et al. Ann Arbor, Michigan: Health Administration 1987; 21-40.
6. Sagast FR. Ciencia, Tecnología y Desarrollo Latinoamericano, Lecturas. El trimestre económico. México DF: Fondo de Cultura Económica 1981; 15-50.
7. Sagast FR. La Planeación de la Ciencia y la Tecnología en los Países en Desarrollo en La Planificación Científica y Tecnológica en los Países en Desarrollo. La Experiencia del proyecto STPI. de F. Sagast y A. Araoz. México DF: Fondo de Cultura Económica 1988; 13-30.
8. Soria MV. La Crisis de la Población Social en México. Un análisis de Largo Plazo, en Énfasis en el Período 1971-1985 en Testimonios de la Crisis 2 de Gutiérrez Garza E. La Crisis del Estado del Bienestar. México DF: Siglo XXI 1988; 174-203.
9. Almada BI. La Crisis y la Salud en México ante la Crisis. El impacto Social y Cultural/Las Alternativas, 2 de González Casanova P. y Aguilar Camín H. 3ª ed. México DF: Siglo XXI 1987; 87-116.
10. Fajnzylber F. Reflexiones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad, en México ante la Crisis. El Contexto Internacional y las Crisis Económicas, 1 de González Casanova P y Aguilar Camín H. 3ª ed. México DF: Siglo XXI 1987; 288-319.
11. Coeg GA. Health Technology and Schools of Public Health. Educación Médica y Salud 1988; 22: 504-515.
12. Erdmann JB. Selecting Appropriate Educational Technology en: Evaluación de la Educación Médica. 15 de Lajuna J. Edit. Fondo Editorial FEPAFEM, Federación Panamericana de Facultades y Escuelas de Medicina. México 1987; 173-177.
13. Soberón-Acevedo G. Salud Pública de México. 1989; 31; 169.
14. Aranda AA. Martín Heidegger y la Cuestión de la Tecnología en CONACYT. Ciencia y Desarrollo 1988; 14: 75.