

# La Ciencia y la Tecnología ante el Tercer Milenio

SOCIEDAD ESTATAL  
ESPAÑA NUEVO MILENIO

---

Madrid  
2002

# Tecnología, medicina y pacientes, en el siglo XXI

*Pedro García Barreno*

Hospital General Universitario Gregorio Marañón  
Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

## Introducción

La historia de la medicina, en los cincuenta años transcurridos desde la Segunda Guerra Mundial, puede considerarse una de las épocas más admirables de la empresa humana. Tan impresionante éxito ha sido el espíritu de conquista, paso a paso, de la enfermedad. Una conquista que hace imposible imaginar lo que fue la vida antes de 1945, cuando la muerte infantil a causa de la polio o de la difteria era algo cotidiano y tampoco se disponía de fármacos para la tuberculosis o para la esquizofrenia. Una época anterior a la cirugía a corazón abierto, al trasplante o a los niños probeta. Estos y una multitud de otros desarrollos han representado un beneficio inconmensurable que ha liberado a la sociedad del temor a la enfermedad y hasta de la muerte, y que ha aminorado significativamente los trastornos crónicos del envejecimiento. Los últimos cincuenta años representan un período único de prodigiosa ebullición intelectual. Los profesionales del contexto médico-sanitario pueden sentirse orgullosos de su contribución a tales logros. Sirvan de ejemplo unos cuantos «momentos estelares» —por motivos diferentes— en la medicina contemporánea, desde la disponibilidad clínica de la penicilina, en 1941, hasta la Viagra<sup>®</sup>, en 1998, y que se recogen en la tabla I.

No cabe duda de que pocos aspectos de nuestras vidas han cambiado tan profundamente en los últimos años como aquellos que se ocupan de la atención de la salud. Sin embargo, esta manera de hacer medicina ha dado síntomas de agotamiento; sobre todo, un estancamiento de «nuevos» remedios para las enfermedades prevalentes, una percepción de cierta desilusión de los profesionales y cierto descontento —incluso desconfianza— de los pacientes que se traduce en un incremento en la popularidad de la medicina alternativa. Además, es una opinión generalizada que los sistemas de atención sanitaria en los países industrializados se encuentran en una situación de crisis. Cada año incrementa la demanda de servicios sanitarios y se reaviva el debate perma-

TABLA I.  
Momentos estelares de la medicina moderna

---

1941	Frotis vaginal para diagnóstico precoz del cáncer cervical.
1948	Lente intraocular en cirugía de la catarata.
1949	Cortisona.
1950	Identificación del tabaco como causa del cáncer de pulmón.
1952	Epidemia de polio en Copenhague y «nacimiento» de las UCIs; utilización de la clorpromazina en el tratamiento de la esquizofrenia.
1955	Cirugía «a corazón abierto».
1959	Endoscopio.
1960	«Píldora» anticonceptiva.
1963	Trasplante de riñón.
1964	«Bypass» coronario.
1969	Diagnóstico prenatal del síndrome de Down.
1971	«Cura» de la leucemia infantil.
1973	Imagen tomográfica computarizada.
1978	Primer «bebé probeta».
1980	Erradicación de la viruela.
1981	Primera descripción del sida.
1984	Identificación del <i>Helicobacter</i> como causa de la úlcera péptica.
1990	Aplicación del primer protocolo autorizado de terapia génica.
1992	Se inicia el <i>Global Burden Disease (GBD) Study</i> .
1996	Polifarmacia en tratamiento del sida.
1998	Viagra®.
2000	«Borrador de trabajo» del genoma humano.

---

nente de lo que los presupuestos y los ciudadanos están dispuestos a pagar por ello. No es un problema de fácil solución, pues pertenece a aquellos que no tienen soluciones técnicas sino políticas y socioculturales. Para explicar por qué los costes de los servicios sanitarios son tan difíciles de contener se han apuntado varias razones; entre ellas, la tecnología aparece en primer lugar. La tecnología, que ha seducido a los profesionales, a los medios de comunicación y a los usuarios del sistema, es cara.

### Tecnociencia médica

Tecnología sanitaria, en sentido amplio, se define como la aplicación de la ciencia y el conocimiento a la mejora de la calidad de vida. Hasta Pasteur y Koch, la medicina progresó sobre la base de la innovación técnica; los principales descubrimientos, tales como los digitálicos y la vacunación fueron acontecimientos totalmente empíricos, no tuvieron influencia alguna en los fundamentos teóricos de la medicina. Aunque Jenner tuvo un concepto teórico del papel protector de la vacuna, su descubrimiento nada tuvo que ver con teoría general alguna de la inmunidad. La ciencia médica tuvo muy poca influen-

cia sobre la práctica médica. El panorama ha cambiado drásticamente en nuestros días. Los comienzos de la década de 1950 pueden servir de fecha de referencia sobre la base de tres realizaciones altamente espectaculares: John H. Gibbon (1903-1973) efectuó, con éxito, la primera intervención quirúrgica a corazón abierto gracias al perfeccionamiento de un ingenio de circulación extracorpórea; el primer riñón artificial comenzó a aplicarse en una clínica de Boston y, por último, los primeros radioisótopos procedentes de Oak Ridge (Tennessee, USA) iniciaron el estudio de los diferentes órganos hasta entonces inaccesibles. Ingeniería y fisicoquímica fueron, en los tres casos, los intérpretes principales. Desde entonces, se ha dicho, existe una poderosa fuerza que dirige al mundo hacia una especie de uniformidad convergente; atractor que no es sino la tecnología.

La demanda social imparable ha favorecido la rápida difusión de los equipos de alta tecnología que están por todas partes, y ha tenido una gran influencia en su utilización incontrolada. Abuso que es uno de los ingredientes del paradigma de la moderna atención médica. La industria multinacional de alta tecnología, con el beneplácito de la comunidad profesional, ha introducido y legitimado la utilización de equipamiento y procedimientos asociados con carácter global; a menudo, sin evaluación, calidad probada o comparación con tecnologías existentes. La demanda universal de tecnología emerge, por tanto, como paradigma social de nuestros días. Este hecho general afecta, también, la cuestión médica; medicina en la que actúan, por esas mismas razones, presiones o ambiciones de los profesionales, de la industria, de la sociedad y, destacadamente, políticas. Se ha señalado que es una creencia generalizada que la tecnología está disponible para todo el mundo. Pero la tecnología está disponible, es decir, es útil, para quién la comprende; ello significa entender sus costes y sus beneficios, y en qué medida está modificando la estructura y la cultura del entorno de su aplicación.

La tecnología requiere el desarrollo de un nuevo entramado institucional para su gestión y utilización correctas; a menos que eso se consiga, la Medicina continuará perdiendo terreno en favor de la Tecnología que, en el contexto que ahora interesa, describe aparatos y procedimientos logrados sobre la base de los avances espectaculares de la ciencia de nuestros días. La práctica médica clásica se apoya en el conocimiento y quehacer sabidos, cuyos fundamentos son comprendidos por la población culta; en cambio, la nueva tecnología escapa, en muchos casos, en su comprensión íntima, incluso a los profesionales que la utilizan. El componente mágico de la medicina se ha desplazado desde el médico en la práctica clásica, a la tecnología en la medicina actual. Medicina que se caracteriza, hoy, por el protagonismo de la tecnología, la superespecialización y su hospitalocentrismo. Junto a ello, el disparo en los costes y el papel del médico como gestor directo del gasto sanitario a través de una capacidad de prescripción sin control alguno, son coprotagonistas.

De acuerdo con la concepción generalizada, la *tecnología diagnóstica* implica el uso de costosas máquinas científicas —de máquinas mágicas—, de radioisótopos o de electrónica y, lo más importante, como hacer diagnósticos de forma distinta a los procedimientos habituales, tales como la historia clínica, la palpación o incluso mediante la utilización

de herramientas simples como el estetoscopio. De manera similar, la *tecnología terapéutica* se asocia, corrientemente, con procedimientos tales como el trasplante de órganos, la implantación de caros diseños o, bien, con actuaciones que requieren costosísimos equipos (terapéutica por captura de neutrones, aceleradores lineales o láser). En ambos casos, diagnóstico o tratamiento, cabe hablar de *tecnologías blandas*: biotecnología que entiende de ADN recombinante para la obtención de farmacoproteínas a partir de una masa microbiana, de anticuerpos monoclonales, de síntesis química de farmacopéptidos o de la secuenciación del genoma humano, si bien en este último caso es la primera vez que un proyecto de investigación del área de la biología merece la distinción de *big science*, calificativo reservado hasta ahora y en virtud de la cuantía de los presupuestos a proyectos del campo de la física experimental, astrofísica, ingeniería o defensa. Y también de *tecnologías duras*, fundamentalmente la obtención de imágenes, en el sentido más amplio o iconografía médica por diferentes tecnologías: resonancia magnética, tomografía computarizada o digitalización de imágenes, son jerga médica habitual. Estas tecnologías se refieren, con frecuencia, con el calificativo de **alta tecnología médica (ATM)** o *big ticket technology* (en virtud de los altos costes asociados). La tecnología se percibe, por tanto, no sólo como algo extremadamente complejo sino como algo extraordinariamente caro; para muchos, esta última es la característica de mayor impacto.

No cabe duda, por todo ello, que el ámbito de la Salud es uno de los que, en los últimos años, han sufrido un mayor cambio. Es una época de cambios tecnológicos extremadamente rápidos cuyo impacto es, cada vez, más inmediato. Aunque no puede, ni debe, negarse su participación en una mejor atención sanitaria, tampoco puede ignorarse su incidencia social, económica, industrial, política y, ante todo, sobre la propia Medicina con la que está en conflicto. El año 2000 significa casi medio siglo de unidades de cuidados intensivos, cerca de cuarenta años de trasplantes renales, más de un cuarto de siglo de imágenes tomográficas computarizadas o veinte de un planeta libre de viruela. En este panorama, las revoluciones icónica, quirobótica y biotecnológica han condicionado la medicina de nuestros días y preparado el escenario futuro (tabla II).

El amplio abanico de tecnologías de la imagen —*revolución iconográfica*— (véase M. Desco, *Técnicas avanzadas de imagen en medicina*) ha posibilitado la visualización «real» de las estructuras anatómicas en situaciones normal y patológica. Muchas de esas tecnologías (ultrasonido, tomografía computarizada o resonancia magnética) están ampliamente aceptadas y mantienen una impresionante velocidad de innovación; otras (tomografía de emisión de positrones o magnetoencefalografía) se mantienen en nichos ambientales especializados. La razón primaria de su éxito es la capacidad de proporcionar una información sin precedentes, útil en la mayoría de los casos en la atención rutinaria de gran número de pacientes. Por su parte, una misma imagen lograda mediante técnicas diferentes suele ofrecer mayor información. En la actualidad, el procedimiento es examinar en conjunto, pero separadamente, cada una de las imágenes; en el futuro, las imágenes combinadas, en las que se fundan las diversas técnicas, facilitarán la labor. El problema puede derivar de que un exceso de información dificulte al clínico la toma de decisiones.

TABLA II.

*Perspectivas-1995 de la American Association for the Advancement of Sciences:*

*El Futuro del paradigma tecnológico. CADM: diagnóstico médico ayudado por computadora;*

*HUGO: organización genoma humano; I/S-RM: imagen/espectroscopia por resonancia magnética;*

*OBS: biopsia óptica; OCT: tomografía óptica; TerGen: terapia génica; TLS: trackless surgery (cirugía mínimamente invasiva)*

---

**1995 AAAS'Viewpoint: The Future The Technological Paradigm**

---

- **Telecomunicación**  
— Gore II – CADM.
  - **Iconotecnología**  
— I/S-RM, optoimagen (OCT, OBS), SQUID-MEG.
  - **Quirotecnología**  
— Quiroimagen, quirobótica, medicina Nintendo, TLS, biónica.
  - **Biotecnología**  
— Medicina molecular: HUGO, TerGen.  
— Medicina celular: biomáquinas-nanotecnología, biomimética y diseño molecular, femtoquímica, circuitería.  
— Medicina tisular: clonaje terapéutico, ingeniería tisular.  
— Medicina de organismos: tecnología reproducción-clonaje, transgenicidad, trasplantariedad, xenotrasplantes.
- 

En la vertiente terapéutica, la litotricia extracorpórea por ondas de choque, las diferentes aplicaciones del láser o los modernos sistemas de tratamiento radioterápico, entre otras posibilidades, configuran el advenimiento de una nueva familia de potentes tecnologías médicas. Gran parte del daño tisular que provoca la cirugía deriva de la necesidad de seccionar los tejidos normales para acceder a la lesión. Las tecnologías quirúrgicas actuales —*revolución quirobótica*— acceden al interior del organismo utilizando las vías naturales (broncoscopia, endoscopia digestiva, uroscopia) o a través de mínimas incisiones (laparoscopia, acceso al sistema cardiocirculatorio mediante la punción de un vaso). Esta «cirugía mínimamente invasiva» está revolucionando la práctica quirúrgica al conseguir procedimientos más simples, más seguros, con tiempos de recuperación bastante más cortos y, por tanto, más económicos.

Tal vez, una de las técnicas más llamativas la ofrece el láser por su versatilidad. Como herramienta accesoria en las técnicas de fertilización *in vitro*, un láser es capaz de ayudar a un espermatozoide a atravesar la zona pellucida del óvulo; de igual modo, de cara al futuro nanotecnológico, puede escindir un trozo defectuoso de un cromosoma que, luego, podrá ser reparado. Al nivel macroscópico, la cirugía ocular mediante láser está perfectamente implantada, y los estomatólogos, por su parte, comienzan a abandonar las fresas y se preparan para oradar el duro esmalte con láser. Junto al nuevo bisturí —el láser—, la robótica, la ingeniería rehabilitadora y capacitadora y los nuevos biomateriales, conforman las fronteras de la cirugía.

La robótica es el representante más espectacular de la compleja tecnología con orientación terapéutica. Las manos tienen cierta clase de *sabiduría* intrínseca; sólo tocando saben cómo coger una fina hoja de papel sin romperla. Los ingenieros robotistas intentan construir manos mecánicas que, al igual que las humanas, puedan explorar y reconocer su entorno. Para conseguirlo es necesario integrar sensores de presión, posición, vibración y tensión, en un mecanismo que reúna todas esas sensaciones. Tal diseño no es sino el de la capacidad táctil de la mano del hombre, y cuyo desarrollo va de la mano del de una nueva ingeniería: ingeniería háptica o de la capacidad manual. Una de las exigencias de este ambicioso proyecto es la interrelación entre disciplinas que, hasta hace muy poco tiempo, poco tenían que decirse entre sí; neurofisiólogos e ingenieros que diseñan robots comparten intereses comunes respecto a los mecanismos mediante los que percibimos y respondemos a la textura, forma y orientación de un objeto. Ingenieros y fisiólogos están enfrascados en idénticos problemas; a la vez, y desde el lado de la tecnología, la robótica inicia su penetración, entre otros, en el campo de la cirugía. *Robodoc* realiza la implantación de prótesis de caderas, *Neurobot* accede a la cavidad craneal y *Laparobot* extirpa vesículas litíasicas. La experiencia quirobótica es el paso previo al de prótesis de miembros cuyos sensores puedan percibir y transmitir información táctil a los nervios sensoriales intactos de la raíz del miembro amputado, y cuyos efectores puedan llevar a cabo las funciones mecánicas deseadas.

Robótica y microrrobótica, realidad virtual, comunicaciones integrales —o globales—, imagen tridimensional y cirugía por telepresencia (véase F. del Pozo, *Telemedicina*), son los ingredientes claves del programa denominado *Surgery 2001*, de la *Advanced Research Projects Agency* del Pentágono. Proyecto en el que la ingeniería orgánica, mecánica y funcional de los órganos artificiales (corazón y riñón artificiales) y bioartificiales (hígado y riñón), la ingeniería sensorial de las neuroprótesis (visión artificial) y la ingeniería capacitadora que facilita la autonomía de los discapacitados, junto con nuevos materiales, son protagonistas (véase J. Prat, *Estado actual y perspectivas futuras de endoprótesis personalizadas a pacientes*).

La tercera revolución es la *biotecnológica*. Si las computadoras, las telecomunicaciones y los robots, pueden hacer a los médicos y a los hospitales más eficientes y seguros, la Biología llevará a la Medicina a mundos aún sin soñar. La biotecnología —empleo de células vivas para la obtención de productos útiles— es una de las tecnologías más antiguas. Ha sido utilizada desde tiempos remotos para hacer vino y queso, preparar cerveza, mejorar las cosechas e incrementar el rendimiento de los animales de granja. Pero en las dos últimas décadas, la biotecnología ha sufrido una transformación como resultado de una serie de espectaculares desarrollos de los que la genómica representa la última frontera (véase C. Martínez, *La genómica: un puente hacia la nueva medicina*). En la actualidad, la biotecnología impulsa la ingeniería génica y la medicina molecular. La *ingeniería génica* (versión moderna de la biotecnología) es la tecnología experimental desarrollada para alterar el genoma de una célula viva con fines médicos o industriales. En el clonaje se elige un único gen, entre millones de ellos, y se transfecta a un

biorreactor, a una bacteria; con ello se crea un organismo nuevo, un producto de la ingeniería genética. El microorganismo produce una proteína hasta entonces prohibitiva para la especie; un producto completamente ajeno a su identidad. La ingeniería génica permite a los científicos decidir qué productos fabricará un determinado organismo. En 1982, llegaba al mercado el primer fármaco biotecnológico: insulina humana recombinante.

Por su parte, la *medicina molecular* abarca el descubrimiento de los componentes moleculares fundamentales que determinan el comportamiento celular normal, la disección de la expresión génica aberrante y de las interacciones anómalas, y la modulación o corrección de esas aberraciones y anomalías con el propósito de prevenir y curar la enfermedad. La medicina molecular es la aplicación de los métodos de la biología molecular, en general, y de la ingeniería genética, en particular, a la práctica clínica; intenta dirigir la acción terapéutica al lugar mismo del defecto (un gen mutado) y no a los efectos pleiotrópicos, secundarios, de los productos de ese gen.

Desde el punto de vista terapéutico, el trasplante de células, de órganos y de tejidos; la nueva farmacología, y la terapia génica dominan el horizonte. La terapia génica manipula la maquinaria génica con fines terapéuticos; manipulación orientada a insertar genes que expresen actividades deseadas (terapia génica por transfección) o, por el contrario, a bloquear la expresión de información indeseable (tecnología antisentido). Los genes indeseables pueden ser silenciados y los nuevos genes insertados, para tratar diferentes enfermedades tanto congénitas como adquiridas (véase J.L. Jorcano, *Terapia génica*, y F. Bosch, *De la manipulación genética en animales a la terapia génica*). La «nueva farmacología» surge de la ingeniería de vacunas y de anticuerpos, fármacos oligonucleotídicos (tecnología antisentido, tecnología de triple hélice, ribozimas y cremalleras peptídicas), diseño de fármacos y librerías químicas (véase F. Peláez, *Nuevas fronteras en investigación farmacéutica*). Ello, sin olvidar el auge de la etnobotánica: identificación y aislamiento de compuestos activos a partir de plantas, la mayoría de las veces procedentes del bosque tropical.

Por último, la trasplantariedad tiene asegurado un espléndido futuro. La idea de componer o de recomponer cuerpos —organismos—, a partir de estructuras de distintas procedencias, ha estimulado la imaginación desde tiempos remotos; así lo atestigua la mitología griega. De hecho, uno de los monstruos más emblemáticos, la Quimera, se ha erigido símbolo paradigmático de la trasplantariedad. A pesar del avanzado estado del conocimiento y de la técnica, el alotrasplante parece sumergirse, paulatinamente, en un callejón sin salida. La demanda incrementa: pacientes más viejos, mas graves o más jóvenes, son, hoy día, candidatos a trasplante. La oferta, en el mejor de los casos, parece estabilizada. Por un lado, los accidentes y las enfermedades que llevan a la muerte del donante también dañan los diferentes órganos invalidándolos como trasplantes. De igual modo, las mejoras en las medidas de seguridad vial —una gran mayoría de donantes lo son a causa de accidentes de tráfico— y el incremento en la prevalencia de infecciones —sida, hepatitis, tuberculosis—, limitan la disponibilidad de



donantes. De este modo, el número de pacientes que esperan un trasplante incrementa; son más los posibles receptores que los donantes. La espera, con frecuencia, es mortal; sobre todo en casos de fracaso cardíaco o hepático, donde los sistemas de soporte artificial no están suficientemente desarrollados.

Todas esas razones han hecho crecer el interés respecto al uso potencial de donantes animales (xenotrasplante). Tal aproximación se consideró en el año 1905, mucho antes, incluso, de que se intentaran los aloinjertos renales. En 1963, ya en la era de la inmunosupresión, un xenoinjerto renal de chimpancé funcionó durante 9 meses en un paciente. Al año siguiente se ensayó, a partir del mismo tipo de donante, un xenoinjerto cardíaco y, a finales de 1992, un xenotrasplante hepático de un babuino. El trasplante de órganos de especies no humanas podría compensar la escasez de órganos procedentes de cadáveres humanos, si bien la posibilidad de que virus endógenos animales pudieran activarse en el huésped humano hace que el xenotrasplante esté sometido a una moratoria sin fácil salida (véase J. Ortín, *Infecciones emergentes y reemergentes*).

### Otra clase de medicina y otra clase de «médicos»

Genómica e iconomedicina están dando al traste con la práctica médica tal como, hoy, la conocemos. Sirva de ejemplo el empuje imparable de la imagen. Radiología, cardiología, cardiocirugía o farmagénica —un catéter guía hace posible inyectar *in situ* un farmagen cuyo producto impida la reestenosis tras una angioplastia coronaria— dejan de existir como entidades definidas; las fronteras son cada vez más borrosas. Emerge una nueva iconomedicina, intervencionista o no, que exige una nueva y diferente formación de los futuros profesionales que vayan a encarar ese futuro inmediato. Las disciplinas académicas, las áreas de conocimiento tradicionales, las que hoy existen, son obsoletas y sólo sirven para encorsetar ese futuro sin más fronteras que la imaginación. Un futuro que exige cambios en cadena, y en el que no son válidas las actuales estructuras departamentales; ni universitarias ni hospitalarias. El debate está abierto.

Todo ello obliga, entre otras y fundamentalmente, a replantearse la formación de los futuros profesionales. Un artículo en *The New York Times* (7 abril, 1993) describe la situación: «... el conocimiento médico actual es veinte veces superior al de hace veinte años, pero los métodos docentes no han variado ...». Las especialidades médicas y la estructura del sistema asistencial han quedado obsoletas. Ante, por ejemplo, el caso concreto de la patología coronaria, antes sugerido, ¿qué sentido tiene la fragmentación médica entre cirugía mínimamente invasiva, radiología intervencionista o cardiología invasiva? Es necesario el replanteamiento de las especialidades médicas que, a la vista del ejemplo propuesto, carecen, en la actualidad, de sentido. En el prólogo a «*The Johns Hopkins University School of Medicine Curriculum for the Twenty-first Century*», Michael M.E. Johns escribe: «Cuando encargué la confección de un *curriculum* para el siglo XXI, sugerí que nuestra base filosófica, conceptual, de la educación y formación médica debería encauzarse no

a formar un neurocirujano, un médico de familia, un cardiólogo o un pediatra general, sino a crear una 'célula troncal' médica indiferenciada, lo suficientemente capaz, totipotente, para iniciar cualquier camino una vez concluida su graduación. El nuevo *currículum* ha de preparar médicos para las demandas y responsabilidades de una nueva era médica; era de ciencia y de artes médicas».

## El error médico

El error médico no es sólo un fallo personal y profesional sino una aberración tecnocientífica. Fracaso y aberración no son las condiciones más favorables para el reconocimiento y el análisis, por lo que los errores médicos son ocultados con más frecuencia, que examinados abiertamente. Aunque publicaciones recientes sugieren que la frecuencia de los despistes diagnósticos importantes disminuye, siguen siendo protagonistas importantes. Una serie de estudios encuentran situaciones conflictivas entre el 2,9% y el 3,7% de las admisiones hospitalarias. El 6,6% de tales errores causa la muerte de los pacientes. Cuando el Instituto de Medicina de la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos extrapoló dichos datos a los 33,6 millones de admisiones hospitalarias anuales, estimó entre 44.000 y 98.000 las muertes anuales debidas a los errores médicos. De acuerdo con este informe, mueren anualmente más ciudadanos norteamericanos como consecuencia de errores médicos que a causa de accidentes de tráfico (43.458), de cáncer de mama (42.297) o de sida (16.516).

El proceso diagnóstico de una situación de enfermedad en un paciente es el resultado de una interacción compleja entre habilidades cognitivas —conocimiento experto del médico— y procedimientos técnicos, que tiene lugar en condiciones de incertidumbre. Los procedimientos diagnósticos han mejorado, no cabe duda, en los últimos cincuenta años. Sin embargo, no hay datos disponibles que demuestren una disminución en los errores diagnósticos en pacientes no seleccionados; ello teniendo la necropsia como el estándar de oro para el diagnóstico. El estudio postmortem es el único medio para evaluar el rendimiento diagnóstico clínico, pues los clínicos sólo diagnostican, en términos generales, aquellas enfermedades que han estado buscando. Dos estudios —*El valor de la autopsia en tres eras médicas* publicado en el año 1983 y *Diagnósticos erróneos en un hospital universitario en cuatro eras médicas* publicado en el año 1996— que comparan los diagnósticos clínicos con los hallazgos necrópsicos, no encuentran mejora significativa en el rendimiento diagnóstico en pacientes no seleccionados con el paso del tiempo; esto es, los impresionantes recursos atesorados por el armamento diagnóstico no han tenido una traducción práctica paralela. En las diferentes épocas —porque las herramientas diagnósticas fueron cada vez más sofisticadas— el 10% de las autopsias revelaron un diagnóstico importante que, de haberse conocido, hubiera modificado el tratamiento y prolongado la vida del paciente; y otro 12% mostró un diagnóstico clínicamente importante pero que no hubiera modificado

TABLE III.  
«Despistes» diagnósticos. Diferentes revisiones

Período estudiado	% autopsias	% error diagnóstico
1912*	¿	40*
1919	20	68
1933-7	40	21
1937*	¿	40*
1934-9	¿	49
1940-9	78	20
1947-53	76	6
1952	50	33
1954-64	48	48
1959**	88	7**
1960*	¿	40*
1960***	70	8***
1967	18	52
1969**	82	12**
1970***	70	12***
1970-1	96	30
1976-7	64	19
1979**	58	12**
1980	65	15
1980***	38	11***
1990**	36	11**

el tratamiento. Con todo, la soberbia tecnológica redujo considerablemente la realización de autopsias; en términos generales, el índice de autopsias en los hospitales académicos fue del 80% en los sesenta frente al 40% en los ochenta. Hoy día no llega al 25% (tablas III y IV).

El optimismo se mantiene gracias a un tercer estudio —*Errores diagnósticos en tres eras médicas: un estudio necrópsico* publicado recientemente, en junio de 2000— que analiza retrospectivamente los informes clínico y autópsico de pacientes adultos elegidos al azar que fueron admitidos en un hospital universitario y que fallecieron en el hospital o tras ser dados de alta en los años 1972, 1982 y 1992. La frecuencia de errores diagnósticos se redujo de manera significativa entre 1972 y 1992; mejora debida, principalmente, a la disminución de los errores en el diagnóstico de las enfermedades cardiovasculares, pues los errores diagnósticos en las tres principales categorías diagnósticas —cardiovasculares, infecciones y cáncer— no muestran un comportamiento uniforme. Sobre la base de que la precisión diagnóstica depende de la sensibilidad y de la especificidad del proceso diagnóstico, sólo las enfermedades cardiovasculares se beneficiaron de una mejor especificidad y sensibilidad diagnósticas. Las enfermedades

**TABLA IV.**  
*Valor de los principales procedimientos diagnósticos*

<b>Procedimiento diagnóstico</b>	<b>% aplicación</b>	<b>Información concluyente</b>	<b>Información errónea</b>
Historia clínica	96	73%	<1%
Exploración física	95	62	2
Test lab. estándar	90	22	2
Técnicas de imagen	72	35	7
Electrocardiograma	71	23	4
Test microbiológicos	17	18	3
Citología	8	28	2

infecciosas se beneficiaron de una mejor sensibilidad diagnóstica; mientras que no hubo mejoras sustanciales en la especificidad ni en la sensibilidad para las enfermedades neoplásicas, que eran más que aceptables en los setenta.

La necropsia tiene el doble valor de detectar errores diagnósticos y de aportar conocimiento aplicable a futuros casos; ello incide en el aprendizaje y añade información a la epidemiología local de las enfermedades y al control de calidad de las exploraciones (imagen médica, análisis químico clínico, etc.). La confirmación del diagnóstico clínico mediante la autopsia refuerza el conocimiento clínico porque elimina la incertidumbre diagnóstica la mayoría de las ocasiones. Otro dato a destacar es que la introducción de nuevas tecnologías no desplaza las de la anterior generación, de tal manera que la metodología diagnóstica es acumulativa y, aún así, no reduce el valor de la autopsia. En cualquier caso los errores son inevitables, con lo que se imponen estrategias para mejorar la eficacia del diagnóstico médico. La aceptación de la falibilidad y la detección de los errores es un prerrequisito para tales estrategias.

Ante ello, la administración Clinton ordenó a las agencias federales iniciar un plan para reducir en cinco años a la mitad los errores médicos. Tal apoyo institucional al control de calidad del sistema sanitario es un buen síntoma. Pero a la postre, la mejora pretendida sólo ocurrirá cuando los profesionales crean y confíen en el sistema, y ello no es tarea fácil. Por ejemplo, la Asociación Médica Americana (AMA) se opuso a la recomendación del informe del Instituto de Medicina para que los errores médicos fueran abiertamente declarados. Si la postura de la AMA es una buena política pública es tema de debate. Para mejor o peor, será difícil asegurar que los errores médicos sean declarados si los médicos temen que tal información puede empañar su reputación profesional. Ningún sistema puede erradicar completamente los errores, pero un buen sistema puede desterrar el temor a declararlos, y ese es el primer paso.

Pero el problema es que la estrategia sanitaria elegida es tecnológica más que social; y como la sociedad percibe la fiabilidad de la técnica es muy diferente a la humana. La sociedad, fascinada por la tecnología, rechaza el riesgo. Pero la tecnología

no está exenta de riesgo. ¿Podrá el contexto médico conseguir que la sociedad adopte una postura más realista ante el riesgo? Mientras tanto, la actitud social obliga a una práctica médica defensiva, que diluye el axioma de que el coste de una tecnología dada disminuye y su eficacia incrementa con el tiempo. Sirva de ejemplo el que los médicos de una sofisticada e hipertecnológica unidad de cuidados intensivos utilizan para tomar decisiones, únicamente, un 25% a un 40% de la información que solicitan y les proporcionan los laboratorios y las tecnologías de imagen médica. Al igual que se ha impuesto el correspondiente informe sobre impacto ambiental debería recabarse el impacto social de las nuevas tecnologías, que se obsoletizan en el mismo momento de su puesta en escena.

Por su parte, cuando en 1995 Richard Wurtman, del MIT, revisó los últimos cincuenta años de innovación farmacológica observó que «el éxito no nos acompañó durante las últimas tres décadas. Pocos tratamientos efectivos se han descubierto para las enfermedades que más contribuyen a la morbilidad y a la mortalidad actuales». Ante la frustración por el fracaso de encontrar curas para las enfermedades prevalentes más graves como el cáncer (véase M. Serrano, *La biología molecular del cáncer*) o la demencia, la industria farmacéutica se ha reorientado, en parte, hacia mercados más favorables para sus productos. Ello explica el auge de los compuestos denominados «lifestyle drugs» cuyo cometido es restaurar aquellas facultades o atributos sociales que tienden a eclipsarse con la edad: la calvicie, la impotencia, el sobrepeso, la depresión o el insomnio. Gracias a los fármacos superventas, la industria mantiene las ganancias; pero la doble presión de los costes masivos de investigación (\$12 mM invirtieron las diez compañías líderes en 1994) y la inminente expiración de los derechos de patentes de varios de tales productos estrella, han obligado a su fusión. Ante esta manía, John Griffin, quien fue director de la Asociación de la Industria Farmacéutica Británica, comentó: «Esas compañías tienen escasas ideas y recurren a nuevas indicaciones o a nuevos sistemas de administración para mantener productos activos en el mercado y cuya patente se agota... La innovación real no procede de esas compañías cuyo estilo de gestión parece incapaz de pensar radical y constructivamente», pero que controlan los precios. Un precio que, como el de cualquier sistema de diagnóstico y de tratamiento, incluye un marketing agresivo. Con ello, ha surgido el fantasma del conflicto de intereses entre los profesionales de esta «nueva» medicina.

El debate —que está en mantillas— sobre lo inútil en medicina puede conducir a una refrescante revisión de la relación médico-paciente y restaurar el sentido común y la realidad en la percepción que la sociedad tiene de los poderes de la medicina. La medicina tiene grandes poderes, pero limitados; y la profesión médica tiene importantes obligaciones, también limitadas. Inutilidad médica significa que un tratamiento no ofrece beneficio terapéutico alguno a un paciente. En otras palabras, los pacientes aceptan con dificultad su humanidad y, por tanto, los enfermos se resisten a morir. Por su parte, los médicos aceptan a regañadientes los límites de su poder; la muerte representa el fracaso médico. Esta situación es consecuencia del impacto de la tecnología que

condiciona el modo de pensar la medicina. Este imperativo tecnológico es el término utilizado las más de las veces para describir esta nueva manera de pensar —si es que puede considerarse «pensar» la palabra correcta—: si existe un medio, instrumento o fármaco, que produzca un efecto, tal medio debe utilizarse. Tal actitud condiciona que la tecnología sea el foco de atención en vez del paciente. La definición de inutilidad médica debe ser un consenso social, no técnico, que incorpore elecciones éticas; es inútil toda actitud médica que no incluye el principio de beneficio para el paciente.

## De qué enfermamos y de qué morimos

Información fiable sobre la naturaleza y extensión de las causas de las enfermedades y de cómo cambian tales patrones es de importancia esencial para la salud pública; de ella dependen los planes sanitarios regionales. Sin embargo, a las puertas del siglo XXI no se dispone de estadísticas de mortalidad de grandes poblaciones en determinadas partes del planeta. Y los datos sobre la incidencia y la prevalencia de las principales patologías son aún más difíciles de encontrar. A pesar de ello, existen varias fuentes de información sobre la salud poblacional a lo ancho del mundo y que varían desde registros completos a proyectos a pequeña escala sobre enfermedades específicas como la malaria. El reto para la salud pública es tejer datos dispares sobre situaciones dispares en poblaciones dispares para conseguir una valoración global de las condiciones de salud y de enfermedad que guíen la política de salud en el próximo siglo.

Del amplio espectro de modelos de predicción utilizados, el más aceptado es el de la Agencia Internacional de la Energía (AIE) de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. Así como otros modelos utilizan diversas hipótesis de desarrollo, el de la AIE considera que no habrá grandes cambios con relación al clima socioeconómico en el que ahora vivimos y por lo que se refiere a su modelo como de «Business As Usual (BAU)», algo así como «La Vida Sigue Igual» (figura 1).

Con este modelo de partida, el «Global Burden of Disease Study», iniciado en el año 1992, es un trabajo de colaboración entre la Escuela de Salud Pública de Harvard, la Organización Mundial de la Salud y el Banco Mundial; los primeros resultados se dieron a conocer en el año 1996 (tabla V). El estudio contempla, junto a la detección de las causas más frecuentes de muerte, dos acciones específicas: 1) asegurar que las estimaciones y las proyecciones se basen en métodos epidemiológicos y demográficos objetivos, y 2) incorporar sistemáticamente información sobre situaciones con desenlace no fatal en la valoración del estatus de salud; ello utilizando una medida de tiempo de los años de vida saludable perdidos por mortalidad prematura o vividos con una enfermedad discapacitante y para lo que se ha elegido la métrica denominada DALYs (Disability-Adjusted Life Years).

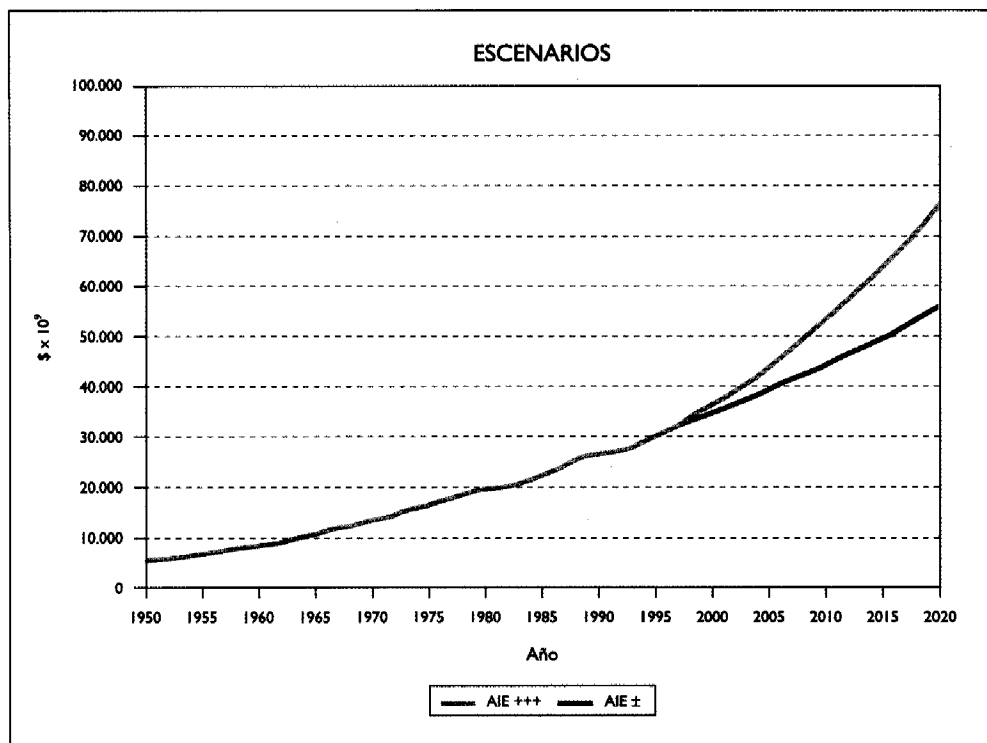


Fig. 1. Modelo predictivo de la Agencia Internacional de la Energía (OCDE): Business As Usual (BAU, La Vida sigue Igual)

El 75% de las muertes anuales totales se produce en el tercer mundo. Cerca de la tercera parte de las muertes en el mundo se deben a enfermedades transmisibles o por causas maternas, perinatales o nutricionales —las que se denominan causas del grupo I—; virtualmente todas ellas se producen en los países en desarrollo. La reducción de la mortalidad prematura por tales causas, asociadas a pobreza, debería ser una prioridad para las políticas de salud pública; en particular porque la mayor parte de las muertes del grupo I ocurren en recién nacidos y en jóvenes. Por su parte, las enfermedades no transmisibles (grupo II) también se ceban en los países no industrializados. La transición epidemiológica varía de región en región, siendo más pronunciada en China y en Latinoamérica que en la India y en la región del África subsahariana. Casi todas las muertes (86%) en los países desarrollados se deben a enfermedades del grupo II, aunque la contribución de la violencia es significativa (7-8%), pero no tanto como en el tercer mundo (10-11%).

La cardiopatía isquémica es la causa principal de muerte en los países desarrollados; luego los accidentes cerebrovasculares y el cáncer de pulmón. Sólo una causa

TABLA V  
 Clasificación de las causas más importantes de muerte y DALYs: 1990-2020.

Enfermedades	1990		2020	
	†	DALYs	†	DALYs
Enf. cardioisquémica	<u>1</u>	5	<u>1</u>	1
Enf. cerebrovascular	<u>2</u>	6	<u>2</u>	4
Infecciones respiratorias	<u>3</u>	1	<u>4</u>	6
Enfs. diarreicas	<u>4</u>	2	<u>11</u>	9
Enfs. perinatales	<u>5</u>	3	<u>16</u>	11
EPOC	<u>6</u>	12	<u>3</u>	5
Tuberculosis	<u>7</u>	7	<u>7</u>	7
Sarampión	<u>8</u>	8	<u>27</u>	25
Accidentes de tráfico	<u>9</u>	9	<u>6</u>	3
Cáncer broncopulmonar	<u>10</u>	33	<u>5</u>	15
Malaria	<u>11</u>	11	<u>29</u>	24
Autoagresiones	<u>12</u>	17	<u>10</u>	14
Cirrosis hepática	<u>13</u>	—	<u>12</u>	—
Cáncer gástrico	<u>14</u>	—	<u>8</u>	—
Diabetes mellitus	<u>15</u>	—	<u>19</u>	—
Violencia	<u>16</u>	19	<u>14</u>	12
Enfs. mentales	—	4	—	2
Heridas de guerra	<u>20</u>	16	<u>15</u>	8
Cáncer hepático	<u>21</u>	—	<u>13</u>	—
Sida	<u>30</u>	28	<u>9</u>	10

\* (MURRAY, C. J. & LÓPEZ, A. D., *Science*, 1996, 274: 741; *Lancet*, 1997, 349: 1499).

del grupo I —las infecciones del tracto respiratorio distal— se mantiene entre las diez causas principales de muerte en esos países y que, por su parte, ocasiona el 10% de las muertes en las regiones en desarrollo. Son las causas del grupo I las que dominan las estadísticas de mortalidad del tercer mundo, siendo las enfermedades diarreicas, las enfermedades perinatales, la tuberculosis, el sarampión y la malaria las protagonistas. Enfermedades infecciosas que la epidemiología se encarga de distinguir en emergentes y reemergentes (véase J. Ortín, *Infecciones emergentes y reemergentes*). Sin embargo, y sorprendentemente, la cardiopatía isquémica y la enfermedad cerebrovascular están entre las diez primeras causas de muerte —la segunda y la tercera— en los países en vías de desarrollo. Los accidentes de tráfico aparecen en ambas sociedades.

Una de las características más interesantes del Estudio GBD es que enfoca su atención sobre aquellas condiciones que representan las causas más importantes de discapacidad. Causas que, en términos generales, son muy diferentes a las que provocan la muerte y que, además, no se les ha prestado gran atención en los debates



referentes a las prioridades sanitarias en el futuro. El peso de los trastornos mentales es obvio; las enfermedades neuropsiquiátricas ocupan cinco de las diez principales causas de discapacidad, donde el consumo de alcohol es un factor líder (tabla VI).

TABLA VI.  
Principales causas de enfermedad en 1990\*

- 
1. Depresión.
  2. Anemia ferropénica.
  3. Caídas.
  4. Alcoholismo.
  5. EPOC.
  6. Enfermedad bipolar.
  7. Anomalías congénitas.
  8. Osteoartritis.
  9. Esquizofrenia.
  10. Trastornos obsesivo-compulsivos.
- 

\* (LÓPEZ, A. D. & MURRAY, C. C. J. L., *Nature Med*, 1998, 4: 1242).

Atravesamos lo que puede considerarse, históricamente, una de las transiciones más importantes en salud pública. Durante la segunda mitad del siglo que abandonamos se ha producido una espectacular ganancia en la expectativa de vida; la tasa de fertilidad ha declinado; las principales causas de muerte y de enfermedad se han transformado; las enfermedades infecciosas han recobrado un protagonismo que había sido relegado, y las desigualdades entre los países pobres y ricos se mantienen. En la actualidad, las expectativas para el ámbito futuro de salud dependen —aún con la lógica incertidumbre— del proceso de globalización y de la aparición de cambios medioambientales globales en respuesta la cada vez mayor incidencia de la actividad económica. Nos encontramos en un momento crucial de transición y no de mero cambio de milenio (tabla VII).

Las mejoras en el ámbito de la salud de las poblaciones Occidentales, que han tenido lugar durante los últimos doscientos años, son el resultado de cambios profundos sociales, dietéticos y ambientales; modificaciones que han ido parejas con mejoras sanitarias. En los países menos desarrollados, la mejora ha sido más reciente, coincidiendo con un incremento del índice de alfabetización, mejor nutrición y mayor control de vectores; ello, de la mano de la transferencia de conocimiento sanitario, campañas de vacunación y tratamiento de las infecciones. Todo ello encaja en un punto de vista ecológico más que en uno científico de la salud; una actitud que, respetando los logros científico-técnicos, reconoce la importancia de los factores naturales y socioambientales tanto en el primer como en el tercer mundo.

TABLA VII.  
*Transiciones epidemiológicas*

- 
- **Enfermedades de primera generación: subdesarrollo**
    - Infecciones comunes de la infancia.
    - Malnutrición, riesgos perinatales.
  - **Enfermedades de segunda generación: nuevos paradigmas**
    - Aterosclerosis, diabetes, obesidad.
    - Enfermedades degenerativas, cáncer.
  - **Enfermedades de tercera generación: los retos de pobres y ricos**
    - *Amenazas ambientales:*
      - Aire, agua, químicos.
      - Depleción ozono, calentamiento global.
    - *Infecciones emergentes/re-emergentes:*
      - HIV/sida, ébola, dengue.
      - Tuberculosis, plaga, cólera.
      - Priones.
    - *Patologías sociales/comportamiento:*
      - Violencia, drogodependencia.
      - Enfermedades mentales y psicosociales.
- 

De acuerdo con ello, salud pública es el arte y la ciencia de prevenir la enfermedad, promover la salud y prolongar la vida mediante esfuerzos organizados de la sociedad. Existe hoy un reconocimiento creciente de la importancia de dos aspectos principales en este esfuerzo. Primero, que las desigualdades sociales y materiales en una sociedad generan desigualdades en la salud de sus componentes. Y segundo, que cambios a largo plazo en la estructura y condiciones de los ambientes social y natural afectarán la estabilidad de la salud de las poblaciones. En este último caso, los cambios medioambientales globales inducidos por la actividad humana —en especial el cambio climático global, la depleción de los recursos hídricos, la pérdida de biodiversidad y la degradación de los ecosistemas gestionados por el hombre, principalmente las tierras de labranza— amenazan la capacidad productiva de la biosfera.

Este panorama obliga a acompañar el desarrollo científico-técnico con dos fenómenos a gran escala: la reducción de las desigualdades sociosanitarias y el esfuerzo para mantener ecosistemas saludables. En las sociedades agrícolas tradicionales, autolimitadas, con tecnologías de bajo impacto y comercio regional, los determinantes sociales y ambientales de la salud son predominantemente locales. Sin embargo, la industrialización y la modernización del siglo que abandonamos ha alterado la escala de contacto, la influencia e intercambio entre las diferentes sociedades, las relaciones económicas jerárquicamente institucionalizadas y ha exacerbado la brecha entre los mundos rico y pobre y ha incrementado el impacto ambiental.

Un paso importante hacia esa perspectiva global, socio-científico-técnica, ha sido la reciente afirmación de que la salud de una población refleja algo más que la simple agregación de los factores de riesgo y la salud de cada uno de sus miembros. Es, también, una característica colectiva que refleja la historia social y las circunstancias culturales, materiales y ecológicas de la población en cuestión. El esfuerzo en salud pública es una empresa que engloba acciones políticas, sociales, ambientales y de gestión; no es responsabilidad exclusivamente médica. Es más, la medicina es una parte del esfuerzo global que promueve y protege la salud y que reduce el impacto de la enfermedad, en una comunidad (tabla VIII).

TABLA VIII.  
*Riesgos para la salud debidos al fenómeno globalizador\**

- 
- **Riesgos primarios**
    - Perpetuación y exacerbación de los diferenciales económicos.
    - Fragmentación y debilitamiento de los mercados de trabajo.
    - Cambios medioambientales globales.
  - **Riesgos específicos**
    - Expansión tabacopatías.
    - Comida «basura».
    - Saturación tráfico.
    - Obesidad urbana.
    - Tráfico de drogas.
    - Dispersión enfermedades infecciosas.
    - Enfermedades mentales en sociedad envejecida y fragmentada.
- 

\* (MCMICHAEL, A. J. & BEAGLEHOLE, R., *Lancet*, 2000, 356: 497).

Los principales componentes del cambio medioambiental global son el cambio climático, la depleción de ozono estratosférico, la pérdida de biodiversidad y la degradación de los ecosistemas agropecuarios; cada uno de ellos con incidencia sanitaria definida. El cambio climático se expresa en un calentamiento y en la agudización de los desastres atmosféricos que, junto a las víctimas directas, desestabilizan los complejos sistemas ecológicos que determinan la geografía de las infecciones transmitidas por vectores (malaria, dengue, leishmaniasis) y cuyos frentes avanzan paulatina e ininterrumpidamente hacia cotas más elevadas. Cambio climático que también incide en la gama, estacionalidad e incidencia de diferentes infecciones alimentarias y transmitidas por el agua; en las «pestes» que asolan cosechas y ganado, en la salinización de las costas y de los recursos hídricos del subsuelo, en producción de contaminantes fotoquímicos aéreos y en la diseminación de pólenes y esporas.

La mezcla de cambios socioeconómicos, demográficos y medioambientales en el mundo de hoy requiere un amplio debate sobre los determinantes que condicionan la

salud de las poblaciones. Un capital social deficitario (entramado social e instituciones cívicas) afecta de manera desfavorable a las expectativas de salud; ello por facilitar las diferencias entre pobreza y riqueza, la degradación urbana, el tráfico de drogas y debilitar los sistemas de salud pública. La pérdida a gran escala del capital medioambiental natural —representada en cambio climático, depleción del ozono estratosférico, degradación de los sistemas agrícolas, agotamiento de las reservas hídricas, pérdida de biodiversidad y diseminación de especies invasivas— comienza a debilitar la capacidad a largo plazo de la biosfera para mantener una vida humana saludable.

La epidemiología transita desde una ciencia identificadora de factores de riesgo de enfermedades a otra que analice los sistemas que generan patrones de enfermedad. Las ciencias de la salud necesitan imbricarse en este sistema orientado al estudio de influencias a gran escala sobre la salud. Debemos ser conscientes de la necesidad de esa integración de ideas basadas en sistema y de ideas ecológicas con otros dominios científicos, incluyendo la física, las neurociencias o la biología del desarrollo. No debe olvidarse que muchos de los problemas de salud pública actuales tienen sus raíces en las mismas desigualdades socioeconómicas y actitudes consumistas imprudentes que amenazan la sostenibilidad futura del bienestar social.

### Los «futuros» pacientes: predicción génica *vs.* autonomía

La medicina molecular introducirá en el contrato clínico una forma sin precedentes de pronóstico; juicio que jugará un papel protagonista en numerosas situaciones. La situación surge de la identificación de genes asociados con susceptibilidad a diferentes enfermedades comunes, tales como el cáncer, la diabetes, las enfermedades cardiovasculares o las neurodegenerativas. Identificación posible en las primeras etapas del desarrollo embrionario y que se vislumbra, en pocos años, como un estudio de «rutina». En primer lugar, es difícil asignar una palabra que defina la situación o el estado creado por la presencia de tales genes: susceptibilidad, predisposición, propensión, proclividad, o riesgo, potencial, probabilidad. Independientemente del término elegido, la cuestión es cómo decidir la viabilidad de un embrión con un gen deletéreo para su futuro como adulto, o cómo informar a un paciente que sufrirá una enfermedad —más o menos grave en un momento u otro de su vida— con alguna probabilidad en algunos casos y en otros con casi certeza.

La perspectiva tradicional que comparten médicos y pacientes es que la enfermedad es algo indeseable que debe prevenirse y, en su caso, eliminarse. La disponibilidad de pruebas de susceptibilidad a futuras enfermedades supone desplazar al mundo médico millones de personas que no experimentan dolor, ni inquietud, ni limitaciones de tipo alguno. Dicha población deberá organizar su vida entre colonoscopias o mamografías, de la misma manera que va al dentista; muchas personas desarrollarán, a causa de ello, síntomas psicósomáticos, otras puede que, incluso, vivan como inválidos. En

cualquier caso, todo aquel en quien se detecte una susceptibilidad génica entrará a formar parte de una nueva clase de individuos: enfermos potenciales o prepacientes. Los prepacientes no serán enfermos en el sentir actual del término, pues no necesitarán tratamiento; tampoco serán individuos sanos en el sentir de estar libres de una condición médica relevante. Tendrán una relación particular con el mundo médico, obligada por la necesidad de una espera vigilada, pero que a medio plazo no parece que obtendrán beneficios de las soluciones tecnológicas de la medicina molecular; sólo la terapia génica ofrece, teóricamente, soluciones a largo plazo.

Otro cambio radical asociado a la medicina molecular afectará al contexto socio-cultural. Compañías de seguros, de empleo y de prospección de mercado, esperan interesadas la información que fluirá de los bancos de datos génicos. Incluso el control legal de la privacidad génica —que aún no ha sido desarrollado— tendrá dificultades para impedir el acceso a dicha información. Los problemas de privacidad y de confidencialidad, con ser importantes por sí mismos, tienen mayor trascendencia en el contexto de la medicina molecular. Los principales problemas derivan de la propensión humana a clasificar las personas en grupos y poblaciones con nombres y con números. La información génica consiste, en sentido literal, en datos relevantes a un *genos*, el término griego para tribu. Desde sus comienzos, la humanidad ha sido encajonada en grupos. La información génica puede utilizarse para crear tribus artificiales; personas clasificadas no como Sioux, Hutus, Caucasianos, etc., sino clasificadas por sus marcadores génicos que comparten una propensión por una determinada enfermedad, tribus apoE4 (marcador de la enfermedad de Alzheimer), BRCA1 (cáncer de mama), MSH2 (cáncer de colon), etc. Donde hay distinción y discriminación potencial, existe injusticia. La medicina génica predictiva, que puede dividir y redistribuir las poblaciones sobre la base de sus rasgos génicos, debe acompañarse de normas de justicia que aseguren que los prepacientes no serán segregados del mundo socioeconómico que habiten.

En el otro extremo, en un intento de desembarazarse de la predicción génica, se sitúa la autonomía de los pacientes. La tecnología pone en sus manos los suficientes recursos para el autocontrol, autodiagnóstico y autotratamiento. Los objetivos principales de la tecnología diagnóstica son: mejorar la facilidad del manejo y la portabilidad del aparataje; disminuir la cantidad de muestra necesaria y el dolor asociado con la toma de sangre; desarrollar técnicas no invasivas, e incorporar nuevas tecnologías. Algunos ejemplos muestran el panorama diagnóstico: un monitor tipo reloj que accede a la glucosa intravascular a través de la piel intacta y mediante la aplicación de una corriente eléctrica —un proceso denominado iontoforesis inversa— proporciona un registro continuo de los niveles de glucosa en sangre; un sistema de ultrasonido adaptado a la ducha, en combinación con un panel termográfico ultrasensible instalado en la pared, permitirá una autoexploración matinal para detectar cualquier «bultoma»; un sensor en el inodoro analizará multitud de parámetros bioquímicos y microbianos en orina y heces, y una microcámara engullida como un comprimido proporcionará información

visual del aparato digestivo desde la boca hasta el ano. Toda esta información será recibida por una central de registro del tamaño de un maletín; aquí, sobre la base de programas de inteligencia artificial (sistemas expertos), tal información, icónica y bioquímica, será interpretada indicando al paciente la actitud a seguir (véase L. Steels, *New trends in Artificial Intelligence*). En aquellas situaciones complejas que exijan la intervención de un centro médico de referencia, la consulta se hará a través de sistemas de telemedicina (véase F. del Pozo, *Telemedicina*).

La autonomía afectará, también, al tratamiento; un acontecimiento que apunta dos proyecciones. Por un lado, diferentes estudios en la última media docena de años muestran una tendencia creciente en el uso de terapias no convencionales —medicinas alternativas o complementarias—; ello, por una población culta con acceso a la medicina ortodoxa. Un hecho que obliga a reflexionar sobre los sistemas actuales de salud. Por otro lado, se produce una medicalización progresiva de la salud; la estética corporal y el estilo de vida aparecen como dianas de la preocupación de los individuos y de los intereses de la industria farmacéutica (¿la estética como patología?). Aparte de la automedicación, ejemplificada por la toma indiscriminada de antibióticos y su incidencia en la resistencia microbiana a los mismos, y la anarquía en el seguimiento de los tratamientos prescritos, debe resaltarse el consumo de fármacos para el estilo de vida (antidepresivos —el Prozac, es un fármaco superventa—, somníferos —el Orfidal, es otro fármaco estrella, adelgazantes, nootropos o terapia génica orientada a la calvicie o a las canas) y de alimentos de diseño (funcionales, preventivos, nutricéuticos...).

## Hacia una sociedad envejecida

En las últimas décadas se ha asistido a un aumento progresivo de la duración media de vida que en España ha pasado de los 44 años a comienzos de nuestro siglo a más de 70 años en la década de los setenta, superando en la actualidad los 76 años. Mientras que en 1901 menos del 8% de la población española presentaba una edad igual o superior a los 65 años, hoy viven en nuestro país más de seis millones de personas de más de 65 años y esta cifra aumentará en el año 2010 hasta alcanzar los 9,4 millones; de ellos, 7,2 millones (18%) estarán comprendidos entre los 65 y los 75 años, y 3,6 millones (9,1 %) más de 75 años. En los Estados Unidos la población de más de 85 años ha aumentado desde 2,5 millones en 1982 hasta 4,6 millones en 1989, con una proyección de 7,2 millones para el año 2012.

En 1990, algunos autores demostraron, empíricamente, que según incrementa la expectativa de vida al nacer, tal índice se va haciendo menos sensible a posibles cambios en la tasa de mortalidad. Este fenómeno se denominó entropía de las tablas de vida. A partir de principios demográficos se concluyó que es muy difícil que la expectativa de vida al nacer supere los 85 años; ello, al menos que los científicos descubran cómo modificar el proceso de envejecer en un porcentaje sustancial de la

población. Para superar una expectativa de vida más allá de los 100 años, habría que suprimir toda mortalidad por debajo de los 85 años. Dado que ello es completamente irreal, los estudios más sensatos hacen sus previsiones para expectativas no superiores a los cien años.

La expectativa de vida al nacer ha mostrado un crecimiento mantenido en las poblaciones con baja mortalidad perinatal; ello, desde el año 1985 al 1995. Para superar los 85 años de expectativa de vida se requieren, sin embargo, drásticas reducciones de las tasas de mortalidad total en mujeres y en hombres; por ejemplo, las tasas de mortalidad de 1995 deberían reducirse en más del 50% en todos los grupos de edad a efectos de alcanzar los 85 años en Estados Unidos (expectativas de vida en 1995: 79,0 años mujeres, 72,4 años, hombres). Incluso entre el grupo más longevo (mujeres japonesas), las tasas de mortalidad en cada grupo de edad deberían reducirse el 20% para conseguir un incremento de 2 años en los 83 actuales. De acuerdo con los cálculos referidos, se requiere una reducción del 85% en las tasas actuales de mortalidad para que las japonesas alcancen los 100 años de expectativa de vida. Para ilustrar el fenómeno de entropía citado, puede considerarse que cuando la expectativa de vida al nacimiento es de 50 años, se estima un 4,1% de reducción en la tasa global de mortalidad para aumentar un año la expectativa de vida; un escenario similar al experimentado por las mujeres francesas a principios del siglo XX. Por el contrario, para incrementar la expectativa de vida desde 80 años a 81 años se requiere una reducción del 9,1% en la tasa global de mortalidad. Alcanzar una expectativa de vida de 100 años o más a través, exclusivamente, de cambios en los estilos de vida es hoy tan ilusorio como hace 10 años. En resumen, desde 1900 la población geriátrica de los países industrializados se ha sextuplicado y, según uno de los últimos informes del Banco Mundial, se espera que para el año 2020 las expectativas alcanzarán los 78 años para el hombre y 88 para la mujer.

Este aumento de la expectativa de vida observada en los países industrializados es, en parte, la consecuencia lógica del desarrollo de la medicina académica, científica, basada en evidencias concluyentes obtenidas en ensayos clínicos controlados y de los avances de la terapéutica. El aumento de la expectativa de vida lleva cada vez a un número mayor de individuos a alcanzar la vejez en la que podrían distinguirse dos etapas. Una es la de la vejez sana y equilibrada, caracterizada por cambios dérmicos, un deterioro evidente de los sentidos de la vista y del oído y una disminución del rendimiento muscular y psicológico sin que se constate enfermedad alguna. Esta fase va seguida de otra de senilidad o senectud en la que disminuye la capacidad del individuo para adaptarse a los cambios ambientales, para responder a situaciones de estrés y para mantener la homeostasis, lo que se traduce en un incremento en la incidencia de enfermedades cardiovasculares (arteriosclerosis), cerebrales (enfermedades neurodegenerativas como el Alzheimer), endocrinológicas (diabetes), osteoarticulares (artrosis), diversos tipos de cáncer, etc., que suponen una atención médica constante. Consecuencia de ello, sólo el 42% de las personas mayores de 70 años disfruta de buena salud, frente al 68,5% de la población general; y el problema es que el número de individuos disca-

pacitados aumenta de forma progresiva. No es pues de extrañar que el envejecimiento poblacional se haya convertido en la mayor preocupación de los sistemas sanitarios de los países desarrollados.

¿Qué beneficio tendría prolongar las expectativas de vida si se prolongan las miserias de la vejez? El mito griego de Aurora y de su amante mortal Titonio, y la experiencia vivida por Gulliver con los *struldruggs* en el país de *Luggnagg*, recuerdan los peligros de prolongar la vida e ilustran uno de los mayores problemas que conlleva el envejecimiento: la pérdida de las facultades que hacen a la vida no merecedora de vivirla. En su República, Platón pone en boca de Sócrates esta forma de pensar al escribir: «cuando la vida avanza y el intelecto madura la agilidad del alma se enriquece; pero cuando la fuerza del ciudadano decae y no es capaz de participar en los actos cívicos y militares, permítaseles que vivan aquí felizmente y que puedan coronar esta felicidad con otra similar en la otra vida».

Pero a medida que aumentan las expectativas de vida en los países desarrollados y nos acercamos al límite máximo, será cada vez más difícil demostrar que una intervención farmacológica pueda incrementar de forma significativa las expectativas de vida de la población. Así, se ha calculado que la eliminación del cáncer sólo aumentaría en 1-3 años la esperanza de vida al nacer y si, además, se suprimieran la aterosclerosis y sus secuelas, tal expectativa supondría un aumento de 18 años. Si no pueden añadirse años a la expectativa de vida, el objetivo de la «lucha» contra el envejecimiento debería ir dirigido a promover y mantener un estado de bienestar somático, psíquico y social adecuado para que el individuo pueda disfrutar una vida más feliz y placentera esos años que los avances de las ciencias biomédicas y de las nuevas tecnologías nos permitan ganar. En suma, los fármacos deberían ser capaces de prevenir el deterioro progresivo de las funciones orgánicas a fin de que cada vez un número mayor de personas alcance la ageresia o vejez robusta.

## Perspectivas

Los avances conseguidos en el estatus sanitario global, medidas estas por las ganancias generalizadas en la expectativa de vida y por las reducciones en las muertes prevenibles, se han acompañado por un incremento en los diferenciales de salud y riqueza entre y en los diferentes países. Las inversiones en investigación y desarrollo en ciencias de la salud se mantienen principalmente en problemas sanitarios que afectan al 10% de las poblaciones Occidentales más ricas, y sólo el 10% de los fondos disponibles en I+D sanitario se destinan a mejorar la salud del 90% de la población del planeta. Esta disparidad, referida como el desequilibrio 10/90 requiere atención urgente. El Global Health Forum, convocado en 1997 para reconducir esta situación, intenta desplazar fondos desde proyectos de baja prioridad a otros de alta prioridad; esto es, desde proyectos que benefician a unos pocos a los que inciden en la vasta mayoría. Por su



parte, la OMS intensifica sus prioridades en las enfermedades no comunicables y en los principales factores de riesgo común que las favorecen.

Merece la pena recordar un discurso de Simone Veil, ante la OMS, que tituló: «Los hospitales —la medicina— son para los enfermos». Ello porque la salud en sí misma es un medio y no un fin; el objetivo de prolongar la vida junto con un insaciable deseo de más salud —el principal mercado de la eritropoyetina no lo representan los enfermos con insuficiencia renal crónica sino los deportistas de elite— es una receta para la monomanía y un pozo sin fondo. El objetivo debería ser fomentar la salud, evitar la muerte prematura y eliminar el sufrimiento.

En cualquier caso, el peso colectivo de los médicos y científicos, de los centros académicos, de la industria farmacéutica, de los grupos organizados de pacientes, del a veces sentimentalismo y sensacionalismo de los medios de comunicación, de las creencias religiosas..., la sociedad como tal debe decidir lo que desea. Porque los límites de la medicina no son tecnológicos sino conceptuales, y la sociedad debe definir el concepto. La medicina es un bien común; por ello, no tiene soluciones técnicas sino que requiere abordajes y soluciones éticas, morales y sociales.

El problema es, como señala García Baca en su *Elogio a la Técnica*: «La técnica no reconoce límites naturales y menos aún fronteras políticas, sociales, económicas, religiosas, etc. No las reconoce ni respeta, ni de palabra ni de obra. La técnica es, por intención y por programa, superación de tales límites». ¿Cuánto podrá trascender?; los límites de la medicina no son científicos ni tecnológicos, son conceptuales. Un concepto que a todos atañe y que debería construirse a partir de una idea de progreso. Una medicina que aspire —en palabras de Ortega— «a ser más y no a tener más».

## Bibliografía

- DE ANGELIS, C. D., *The Johns Hopkins University School of Medicine Curriculum for the Twenty-first Century*, Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1999.
- Editorial, «When *primun non nocere* fails», *Lancet*, 2000, 355: 2007.
- EISENBERG, D. M.; KESSLER, R. C.; FOSTER NORLOCK, F. E.; CALKINS, D. R., y DELBANCO, T. L., «Unconventional medicine in The United States», *New Eng J Med*, 1993, 328, pp. 246-52.
- EPSTEIN, P. R., «Climate and health», *Science*, 1999, 285, p. 347.
- EPSTEIN, P. R., Is global warming harmful to health? *Scientific American*, august 2000, 283, pp. 36-43.
- GARCÍA BARRENO, P., *Medicina Virtual. En los bordes de lo real*. Madrid: Editorial Debate S.A., 1997.
- GINZBERG, E., *Tomorrow's Hospital. A look to the Twenty-First Century*. Yale University Press, 1996.
- GOLDMAN, L.; SAYSON, R.; ROBBINS, S.; COHN, L. H.; BETTMANN, M., y WEISBERG, M., «The value of the autopsy in three medical eras», *New Eng J Med*, 1983, 308, pp. 1000-5.
- GOLUB, E. S., *The Limits of Medicine. How science shapes our hope for the cure*. New York: Times Books-Randon House, 1994.

- GWATKIN, D. R.; GUILLOT, M., y HEUVELINE, P., «The burden of disease among the global poor», *Lancet*, 1999, 354, pp. 586-9.
- HARDIN, G., «The tragedy of the commons», *Science*, 1968, 162, pp. 1243-5.
- INSTITUTE OF MEDICINE, *2020 Vision. Health in the 21<sup>st</sup> Century*. Washington: National Academy Press, 1996.
- KIRCH, W., y SCHAFF, C., «Misdiagnosis at a university hospital in 4 medical eras», *Medicine*, 1996, 75, pp. 29-40.
- LE FANU, J., *The Rise and Fall of Modern Medicine*. New York: Carroll & Graf Pub Inc., 2000.
- LÓPEZ, A. D., y MURRAY, C. C. J. L., «The global burden of disease, 1990-2020», *Nature Medicine*, 1998, 4, pp. 1241-3.
- MCMICHAEL, A. J., y BEAGLEHOLE, R., «The changing global context of public health», *Lancet*, 2000, 356, pp. 495-9.
- MURRAY, C. J. L., y LÓPEZ, A. D., «Evidence-based health policy - Lessons from the Global Burden of Disease Study», *Science*, 1996, 274, pp. 740-3.
- MURRAY, C. J. L., y LÓPEZ, A. D., «Mortality by cause for eight regions of the world: Global Burden of Disease Study», *Lancet*, 1997, 349, pp. 1269-76.
- MURRAY, C. J. L., y LÓPEZ, A. D., «Global mortality, disability, and the contribution of risks factors: Global Burden of Disease Study», *Lancet*, 1997, 349, pp. 1436-42.
- MURRAY, C. J. L., y LÓPEZ, A. D., «Alternative projections of mortality and disability by cause 1990-2020: Global Burden of Disease Study», *Lancet*, 1997, 349, pp. 1498-504.
- NABARRO, D., «International health beyond 2000», *Nature Medicine*, 1998, 4, pp. 762-3.
- QUERIDO, A.; VAN ES, L. A., y MANDEMA, E., (eds.) (1994) *The Discipline of Medicine. Emerging concepts and their impact upon medical Research and medical education*. Oxford: North-Holland.
- RENNIE, J. (ed.), «What Science will Know in 2050», *Scientific American*, december 1999, 281, pp. 50-79.
- SCHNEIDERMAN, L. J., y JECKER, N. S., *Wrong Medicine. Doctors, Patients, and Futile Treatment*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1995.
- SEN, K., y BONITA, R., «Global health status: two steps forward, one step back», *Lancet*, 2000, 356, pp. 577-82.
- SONDEREGGER-ISELL, K.; BURGER, S., y MUNTWYLER, J., «Diagnostic errors in three medical eras: a necropsy study», *Lancet*, 2000, 355, pp. 2027-31.
- VEIL, S., «Hospitals are for patients», *World Hospitals*, 1987, 23, pp. 17-20.
- VINCENT, C., y FURNHAM, A., «Complementary medicine: state of the evidence», *JR Soc Med*, 1999, 92, pp. 170-7.
- WEATHERAL, D., *Science and the Quiet Art. Medical Research & Patient Care*. Oxford: Oxford Univ Press, 1995.
- WYKE, A., *21<sup>st</sup> Century Miracle Medicine: Robosurgery, Wonder Cures, and the Quest for Immortality*, 1997.