



**GE: WILLIAM CONATY
COMO MOTIVAR A
315,000 EMPLEADOS**

**FARMACEUTICAS
EL GENOMA HUMANO
ATRAE INVERSIONES**

**CERO APRENDIZAJE
VUELVEN LOS HURACANES
Y SEGUIMOS SIN PLAN**

EXPANSIÓN

Ángel Losada
invirtió 130 MDD en
Mexicana y Grupo
Presidente. Nos
cuenta por qué vuela
hacia el turismo y
cómo enfrenta la
caída de su cadena
Gigante.

FIN DE UNA ETAPA



>940

MAYO 17, 2006

www.expansion.com.mx

\$49 M.N.





LA INVERSIÓN EN I+D EN MÉXICO ES DE UN MAGRO **0.42% DEL PIB**. ESO DEJA POCOS RECURSOS PARA LA INNOVACIÓN EN LAS EMPRESAS. SIN EMBARGO, **EMPRESARIOS, ACADÉMICOS Y GOBIERNO** NO ECHAN EN SACO ROTO LOS ESFUERZOS QUE SURGEN EN TODO EL PAÍS. SI BIEN LA CREATIVIDAD NO TIENE FRONTERAS, **UN PUÑADO DE MEXICANOS LUCHAN PORQUE SU INVENTIVA DEJE RAÍZ EN SU LUGAR DE ORIGEN.**



GERARDO JIMENEZ SANCHEZ

página **68**

Recuerdos del futuro

México será la capital del genoma de América Latina. Atenderá a 170 millones.



VICTOR BENAVIDES

La virtual realidad

Desde Guadalajara, 30mX anima el mundo del diseño virtual. La ciudad hierve en 3D.

página **75**



SEAN O'HEA

página **79**

Un problema patente

Un empresario no cesa en su empeño de plasmar sus ideas en un negocio.



FERNANDO MAYASORIA

Ganancia concreta

Urbi + Cemex: del block al concreto, una idea revolucionó el desarrollo de la vivienda.

página **84**

Recuerdos del futuro

Ya no es futurología: México se convertirá en el gran laboratorio del genoma humano de América Latina.

POR NORMA LEZCANO



GETTY IMAGES

Es cuestión de tiempo. En breve, en cualquier sala de partos a una pareja de nuevos padres se les dará un informe detallado sobre el perfil genético de su retoño. Su pediatra genómico, una de las especialidades médicas del futuro, les dará el contenido sobre todas y cada una de las enfermedades que podría padecer a lo largo de su vida, su susceptibilidad a las adicciones y un plan para evitarlas. Será una historia clínica con su futura salud incluida y hasta su destino final.

¿Ciencia ficción? No. Simplemente un anticipo de lo que sucederá en México en menos de una década. El país se prepara para entrar a la 'era genómica'. Con ello, la práctica médica y la industria farmacéutica darán un vuelco radical transformando estos sectores que en 2004 generaron, según la consultora KPMG, casi 32,000 MDD anualmente.

Puede resultar impactante, pero en la base de la revolución que se avecina hay un nuevo y perturbador concepto de la muerte misma. "La muerte no es más que una sucesión de enfermedades evitables", dice William Haseltine, director de Human Genome Sciences, firma de EU que investiga fármacos basados en información genética. Esta nueva perspectiva de la dualidad salud-enfermedad tuvo un hito el 14 de abril de 2003. Ese día, el Consorcio Internacional Proyecto del Genoma Humano anunció su descubrimiento de la secuenciación del genoma humano y presentó el HapMap, un mapa que describe la estructura genómica del ser humano. A partir de 2007, hallazgos locales profundizarán el enorme significado de ese descubrimiento mundial. ¿Por qué? La historia es como sigue.

VIAJE AL INTERIOR DEL GEN

En su amplio y luminoso despacho del Instituto Nacional de Medicina Genómica (Inmegen), el doctor Gerardo Jiménez Sánchez, su director, usa la laptop y una enorme capacidad de docencia para explicar el interior del genoma. "Todos los seres vivos tenemos genomas", explica. "Lo que hace que sea una rosa, una mosca o un humano es el orden preciso de las cuatro sustancias bases (codificadas con las letras A, T, C y G) que lo constituyen" (véase infografía página 70).

La molécula del genoma humano tiene 3,200 millones de estas cuatro sustancias bases. El HapMap (que demandó 3,000 MDD financiados por cinco países) encontró el orden preciso de esos caracteres. "Podríamos decir que constituye el manual de instrucciones del ser humano, que está escrito en un alfabeto de cuatro letras en un texto de 3,200 millones de grafías", precisa.

El punto central de este descubrimiento es que los seres humanos comparten 99.9% de esa secuencia de letras. El restante 0.1%, casi 10 millones, es lo que hace que no haya dos individuos iguales, incluyendo sus reacciones químicas. "Eso explica que algunos respondan a ciertos medicamentos, otros no, y otros se intoxican usando la misma dosis", apunta Jiménez.

Esa individualidad bioquímica explica la predisposición a padecer enfermedades comunes y las diferentes formas de

respuesta a los estímulos del medio ambiente. Mientras algunos transitan por las contaminadas calles de la Ciudad de México sin problema alguno, otros no se libran de sufrir sinusitis crónica.

Si alcanzar este descubrimiento fue revolucionario, lo que siguió lo es aún más. En una segunda instancia de estudio se comprobó que hay variaciones en el alfabeto del genoma (unas 20,000 letras) que se heredan conjuntamente y pasan de generación en generación. Estas variaciones en bloque se van acumulando y conforman genotipos específicos en cada etnia.

"A partir de 2003 se inició un segundo proyecto -explica Jiménez- que empezó a analizar las variaciones del genoma en tres poblaciones: africana, caucásica y asiática".

Llegada esta instancia, la decisión política de México de acoplarse a la era de la genómica fue crucial. ¿Por qué? Cerca de 80% de la población mexicana es mestiza, con distintos grados de ancestros indígenas (de 65 etnias diferentes) y poblaciones europeas. "Es una mezcla genética que no existe en otras partes del mundo industrializado", menciona el director del Inmegen.

De no realizarse el mapeo de las variaciones del genoma de los mexicanos, México quedaría aislado de la forma de gestionar la salud del futuro. A su vez, al decidir liderar esta investigación, el país se transformó en referente para toda

América Latina, que comparte una composición mestiza en su población. Datos de CEPAL revelan que en la región hay 150 millones de mestizos, procedentes de la mezcla de unas 400 etnias indígenas con europeas. Representan la mayoría de la población en 10 países latinoamericanos, en porcentajes que promedian más de 70%. Pero hay un dato más a tener en cuenta: de los más de 40 millones de hispanos en EU, alrededor de la mitad son mestizos. México es el único país de la región que desarrolla un HapMap de su población.

"La secuenciación del genoma es un descubrimiento, no una invención".

JOHN SULSTON,
Premio Nobel de Medicina, 2002.

CAMBIO DE PARADIGMA

Cuando el 19 de enero de 2005 se reunieron en Los Pinos empresarios como Emilio Azcárraga Jean (Televisa), Carlos Represas Almeida (Nestlé), Pierre Froidevaux (Holcim Apasco) y Marcos Martínez Gavica (Santander-Serfin), entre otros, para constituir el Patronato del Inmegen, dejaron en claro que llegar al corazón del genoma de los mexicanos implicará un cambio de paradigma en los negocios.

Hay quienes ya hablan de la "genoeconomía" que viene o "GenoMéxico". Dadas las particularidades genómicas de cada población, el conocimiento generado en un país no podrá trasladarse automáticamente a otro. "Esto implica desde tener que desarrollar infraestructura local -dice el doctor Jiménez- hasta diseños de producción de bienes y servicios para una población mestiza, que además tiene mercado en toda América Latina y parte de Estados Unidos".

El mercado al que apuntaría la economía genómica del genoma mestizo se calcula en unos 170 millones de consumidores. Un mercado cuyo ADN tendrá epicentro en México.

Manual de instrucciones

El genoma es una molécula. Es equivalente al sistema operativo de una computadora. Allí están todas las instrucciones que requiere el cuerpo humano para crecer y desarrollarse, desde la fecundación hasta la vejez.

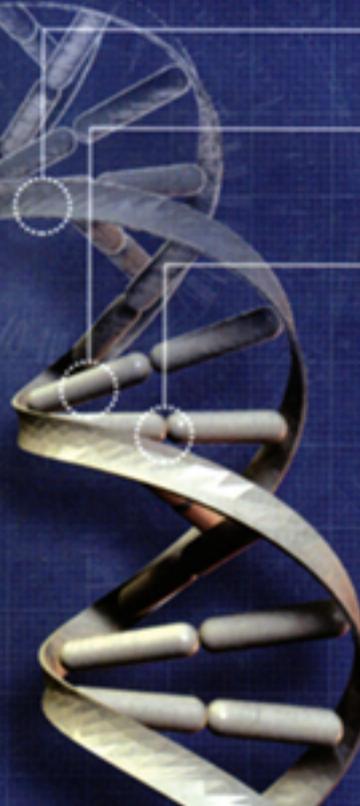
¿Dónde está?

El cuerpo humano está hecho de trillones de células. Cada una tiene un núcleo; en ese núcleo se alberga una molécula completa del genoma humano.

¿De qué está hecho?

De ácido desoxirribonucleico (ADN). Casi 2% está conformado por 23 pares de cromosomas, que contienen unos 40,000 genes. Del restante 98% no se sabe de qué está conformado ni cuál es su función.

⚠ La molécula se enrosca como un cable de teléfono. Pero si se estira, mide casi un metro y medio. Su ancho es ínfimo, cerca de 50 trillonésimos de pulgada.

- 
- 1 La molécula de ADN está formada por dos largas cadenas de nucleótidos unidas entre sí formando una doble hélice.
 - 2 Cada gen, está constituido por cuatro sustancias base (nucleótidos): adenina (A); timina (T); citosina (C) y guanina (G). El genoma contiene 3,200 millones de estas cuatro sustancias.
 - 3 Las cadenas se mantienen unidas entre sí porque las sustancias base enfrentadas forman enlaces.
 - 4 La unión de las sustancias base está condicionada químicamente de forma que la adenina (A) sólo se puede unir con la timina (T) y la guanina (G) con la citosina (C).
 - 5 La estructura del ADN se define por la secuencia de las sustancias base en la cadena de nucleótidos. Esta secuencia es la información genética del ADN.

A > T T > A G > C C > G

Proyecto del Genoma Humano

El Proyecto logró descifrar el orden preciso en el que están ordenadas las sustancias base. Conocer esta secuencia, equivale a descifrar su mensaje genético.

FERRAN GARCÍA

Es tal el impacto que ha generado el trabajo del Inmegen, que ya firmó convenios de colaboración con Chile y Brasil. "Además, le anuncio que un país de Sudamérica, nos contratará para hacer el HapMap de su población", menciona Jiménez. El director explica que los países sudamericanos aprovecharán las inversiones ya realizadas en México y el *expertise* de analizar el mestizaje procedente de 65 etnias. "A ellos les ahorra costos y tiempo y a nosotros nos ayuda a hacer volumen de negocios", señala Jiménez.

Fundado por un decreto del Congreso de la Unión, el financiamiento del Inmegen está contemplado en la cartera de Programas y Proyectos de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP). Tiene previsto para este año un presupuesto de 254.6 MDP, aunque lleva ejecutados unos 871 MDP desde 2003, que aplicó a inversión en tecnología y gastos de operación y personal. De aquí a 2012 tiene programadas necesidades por unos 1,319 MDP, pero ya cuenta con una estructura de apoyo privada.

En una década, el Estado habrá invertido en desarrollar la industria genómica sólo 0.82% de lo que fue la contribución federal a la salud en 2001. Una inversión que no parece desmedida considerando el impacto que tendrá sobre servicios médicos, industria farmacéutica, informática y bienes de consumo. Esos son los sectores que -en ese orden- sufrirán cambios inmediatos en su modelo de gestión y producción.

Para llegar a ese escenario, antes, el Inmegen debe dar a conocer el mapa de las variaciones genómicas de los mexicanos. "A final de año enseñaremos nuestro primer borrador y los resultados definitivos a principios de 2007", dice

Jiménez. El Instituto invirtió 2.5 MDD en tecnología de marca IBM, Affymetrix y Applied Biosystems. El día que emerja de esa parafernalia tecnológica el último dato del HapMap de los mexicanos, la forma de segmentar el consumo en el país empezará a vivir su hora cero.

CARRERA POR LA INFORMACIÓN

En cualquier departamento de mercadotecnia y de diseño de producto es bien conocido el valor de las bases de datos que permiten entender al detalle los públicos-objetivo, sus preferencias y, sobre todo, las tendencias de consumo futuras.

En la era de la economía genómica ¿quién pagará la factura por la información que describe la forma en que se organiza el genoma de los diferentes pueblos?

"La secuencia del genoma es un descubrimiento, no una invención", dijo John Sulston, científico británico Premio Nobel de Medicina y Fisiología 2002. "Existía antes de que nos diéramos cuenta de su presencia".

Apoyados en esta interpretación y bajo la presión de la Human Genome Organization (que lucha para que la ciencia no quede sometida a la lógica de los negocios), Bill Clinton y Tony Blair (líderes políticos del Proyecto del Genoma Humano) se pronunciaron el 15 de marzo de 2000 a favor de que toda su información sea de dominio público. Y así fue. "Es información gratuita y pública que se puede encontrar en internet", apunta Jiménez. Sin embargo, esto es sólo el principio de la historia y nada dice de lo que realmente está por venir. Lo que todo el mundo puede ver en la red son resúmenes de las secuencias del genoma humano y

“No vamos a patentar (o lucrar) con las características del genoma de los mexicanos”.

GERARDO JIMÉNEZ SÁNCHEZ,
director del Inmegen.

de variaciones por grupos étnicos. Pero las investigaciones derivadas sobre la función de los genes descubiertos, no serán públicas. Esa información es la llave de oro: permite conocer la estructura de las proteínas y el papel que juegan en las enfermedades.

A nivel mundial, empresas como Synteny, Affymetrix, Clontech, Research Genetics y Vyis desarrollan ese tipo de investigaciones. En México, el Inmegen se propone iniciar ese camino con estudios propios y en colaboración con la iniciativa privada. “No vamos a patentar las características del genoma de los mexicanos, lo que sí vamos a vender son servicios que de ahí deriven para cuidado de la salud”, explica Jiménez.

Las transnacionales farmacéuticas son las principales interesadas en hacer alianzas con las empresas de investigación genética y, en especial, con organismos como el Inmegen, que generará información sobre los factores genéticos que desencadenan enfermedades que no tienen la misma prevalencia en el mundo desarrollado, como la diabetes mellitus o el cáncer cérvico-uterino.

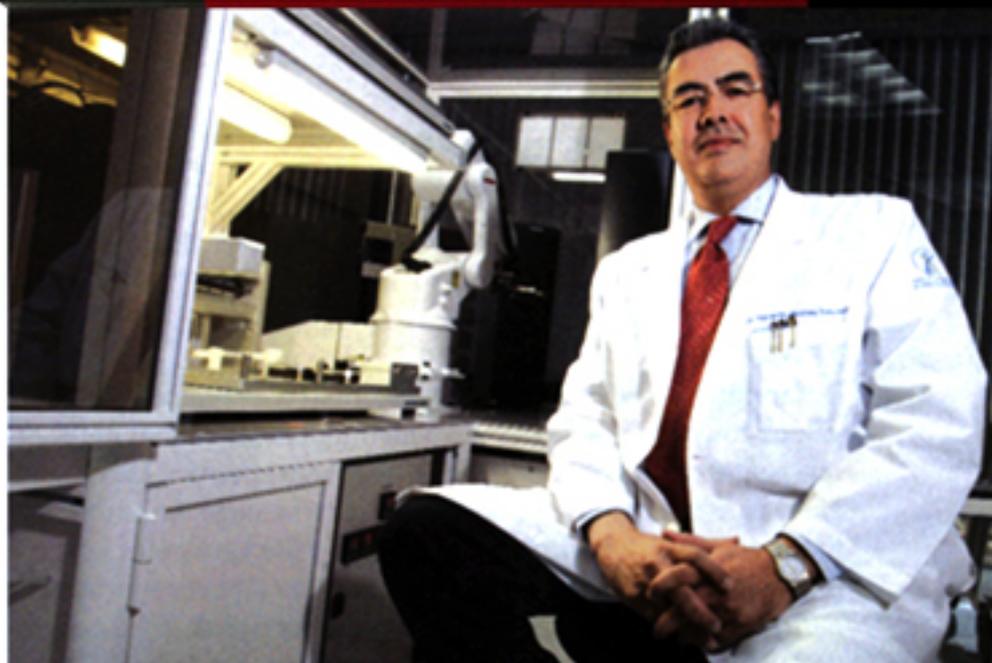
“Tenemos medicamentos para tratar la diabetes en todo el mundo”, dice José Luis Román-Pumar, director general de Merck Sharp & Dohme México (MSD). “Pero, si yo sé que en México el mapa genético difiere en ciertos aspectos del europeo, voy a procurar adaptar los medicamentos que comercialice aquí a esa peculiaridad genética”. Aquí operan 46 laboratorios transnacionales que venden medicamentos innovadores (marcas) y dominan 80% de los más de 8,000 MDD anuales en ventas que registra la industria.

“La patente de lo que se investigue será patrimonio del Instituto”, aclara su director. “Pero, el licenciamiento y el usufructo de la patente es lo que se puede compartir. Lo que buscaremos es que si el instituto tiene el descubrimiento, haya una empresa que lo pueda comercializar”.

“Seguramente el mundo de 2010 será el mundo de la farmacogenética”, afirma la consultora PricewaterhouseCoopers (PWC) en Healthcast 2010. Ese año “se conocerá el perfil genético de cada paciente, y ello permitirá a sus médicos recetar fármacos más adecuados y personalizados”.

EFFECTO EN CADENA

La primera pieza de las miles que se moverán cuando la economía genómica madure se accionará en el consultorio médico. “En 10 años, puedo imaginar que un paciente con hipertensión venga a la consulta y el médico le solicite una prueba genética, incluso pruebas para toda la familia”, menciona Edward Miller, director general de la facultad de medicina de la Universidad Johns Hopkins, de Baltimore, en Healthcast 2010.



Esto empujará a millones a conocer sus riesgos presentes y futuros, a buscar medicamentos específicos y alimentos y otros satisfactores que, tarde o temprano, se adapten a sus necesidades genéticas. “Los hospitales se centrarán más en el diagnóstico y la prevención de enfermedades que en el tratamiento de las mismas”, dice Joan Rodés, director de Investigación de la Corporación Sanitaria Clínic, citado por PWC.

La masificación de esta nueva oleada de servicios médicos se dará en la medida en que los estados difundan los métodos de diagnóstico genético. Ello supondrá, simplemente, la toma de una gota de sangre o saliva expuesta sobre un chip que leerá el genoma del paciente. “Muy pronto vamos a incorporar servicios de diagnósticos genómicos a nivel clínico a través de instituciones públicas”, anticipa Jiménez.

Hacer medicina preventiva podría generar a México enormes beneficios en la asignación de su gasto en salud. Según cálculos del Inmegen, de mantenerse la tendencia actual, 25% de la población sería diabética en 2025. Con medicina genómica (que incluye el diagnóstico genético y farmacogenómica) se podría reducir más de una tercera parte el costo de atención de la enfermedad para ese año.

Priorizar la salud preventiva y no curativa, encarar los tratamientos con exacta precisión de las causas que originan la enfermedad y mayor conocimiento de los efectos negativos y positivos en los diferentes genotipos implicará para los laboratorios una verdadera revolución. “Será un modelo totalmente diferente”, afirma Román-Pumar, de MSD. Y reconoce: “Uno de los grandes problemas del sector farmacéutico es que somos caros; la innovación es valiosísima, pero sabemos que los costos se disparan”.

Evidentemente, la industria tiene problemas de productividad. La inversión anual en I+D de la industria farmacéutica de EU pasó de 2,000 MDD en 1980 a 32,000 MDD en 2002, mientras que el número de nuevos fármacos registrados cada año en ese periodo se mantuvo constante. De forma paralela, cada año se gastan en ese país más de 4,000 MDD para el tratamiento adicional de las reacciones adversas que generan los fármacos apunta el doctor en Genética Humana, Thomas Münker. ¿Cambiará esta situación la medicina genómica?

LUCES Y SOMBRAS

“Los fármacos van a tener menos impactos adversos y efectos más potentes, porque tendré más herramientas para dar

LA BALANZA

Las ventajas y obstáculos que significa la secuenciación del genoma humano:

LO POSITIVO

- **Desarrollo de medicina preventiva.** Permitirá identificar a los individuos con riesgos a desarrollar enfermedades comunes antes de que aparezcan los síntomas y evitar o retrasar sus manifestaciones.
- **Nuevas estrategias de tratamiento.** La farmacogenómica permitirá desarrollar medicinas más efectivas y menos tóxicas.
- **Diagnósticos y terapias ultra enfocadas.** Habrá mayor información para diagnosticar y tratar enfermedades monogénicas (dependen de la alteración de un solo gen, como ocurre con la hemofilia) y enfermedades poligénicas (son multifactoriales, como la diabetes, la esquizofrenia, el Alzheimer o algunos cánceres).
- **Herencia y medio ambiente.** Se podrá identificar la frontera entre lo que el individuo hereda y lo que recibe del entorno en que vive.
- **Costos de la medicina.** La detección y tratamiento preventivo de las enfermedades reducirá el gasto para la salud. En México, a 2025 se reduciría 36% el costo de atención de la diabetes.
- **Costos de I+D de los laboratorios.** Según Boston Consulting Group se reduciría en un tercio la inversión necesaria desde que se descubre una molécula hasta que el medicamento se comercializa.
- **Productos de consumo.** Alimentos y cosméticos tendrán mercados hipersegmentados. Se fabricarán con base en el genoma de las etnias por niveles de riesgos que se presenten en ellas.
- **Nuevas funciones de los productos de consumo.** Jabones, champús, cosméticos, aerosoles, alimentos y bebidas podrían convertirse en nuevos vehículos de administración de 'remedios a medida', al proporcionar dosis diarias de el fármaco en cuestión.

LO NEGATIVO

- **Medicinas más caras.** A pesar de que la inversión en I+D disminuirá nada garantiza un beneficio económico al consumidor.
- **Mayor brecha entre ricos y pobres.** Con el patentamiento de las investigaciones derivadas del mapa del genoma humano (por ejemplo: de las funciones y de las responsabilidades de los genes en determinadas enfermedades), las medicinas estarán, en principio, a disposición de las sociedades que pueda pagar las patentes.
- **Discriminación.** La difusión de la información genómica de los individuos podría originar usos no éticos. Por ejemplo: que una compañía de seguros negara cobertura médica; que una empresa desistiera de contratar a una persona o que se impidiera a un ciudadano participar de cargos públicos a raíz de su código genético.
- **Concentración de la información.** Si bien el mapa del genoma humano y los mapas étnicos que se confeccionan será información abierta y gratuita, las investigaciones derivadas estarán (ya lo están) en manos de pocas empresas. Actualmente 42% del sector de biotecnología y genómica global está en manos de sólo 10 empresas, que tienen márgenes promedio de 30% anualmente.
- **Ausencia de legislación.** En EU existe el Ethical, Legal and Social Implications (ELSI), que construye el marco jurídico para que el manejo de la información genética sea ético. En México, la Secretaría de Salud y el Inmegen están promoviendo el debate para que se legisle oportunamente. El riesgo es que los legisladores desconozcan (o menosprecien) la urgente necesidad de crear leyes que acompañen el vertiginoso ritmo de la ciencia.

con la mejor formulación", asegura el director de MSD México. Según el análisis de Román-Pumar, los laboratorios se concentrarán en lo que son fuertes, pero segmentarán las marcas conforme a las adecuaciones que exija cada genotipo étnico. Aunque haya más medicina preventiva "los laboratorios no van a perder clientes", considera. Y explica: "Seguramente habrán segmentos en los que sí ganarán y otros en los que perderán. Pero al final van a lograr un nivel de satisfacción y lealtad mayor de los pacientes y una percepción más clara de dónde y cómo invertir".

Un estudio de Boston Consulting Group (BCG) muestra que: "La aplicación de nuevas tecnologías relacionadas con la genómica, acompañada de una adecuada gestión empresarial, podría reducir en un tercio la inversión necesaria desde que se descubre una molécula hasta que el medicamento se acaba comercializando". Pasaría de los 800 MDD actuales a 527 MDD, con una reducción de dos años en el desarrollo de cada nuevo producto.

Desde una perspectiva más escéptica, el especialista mexicano Juan Enriquez Cabot, director de Biotechonomy, empresa de biotecnología con sede en Boston, considera que "la medicina curativa seguirá siendo cara". Por un lado, los laboratorios tendrán que hacer grandes inversiones en informática para procesar enormes cantidades de datos de diferentes genotipos. Por otro, se gastan millonadas en alianzas con cazagenes (empresas de investigación genética estructural) para asegurarse de poder patentar los productos que fabriquen a partir de los descubrimientos de genes asociados a enfermedades críticas.

Ya hay una 'privatización de genes', cuyo comportamiento y tratamiento no tardarán en tener dueño. Human Genome Sciences trabaja sobre el gen cardiopulmonar y el del sida; Genome Therapeutics traza el mapa de genes vinculados a enfermedades infecciosas, trastornos maniaco-depresivos y esquizofrenia; Incyte Pharmaceuticals se enfocó en genes que generan problemas inflamatorios y trastornos degenerativos; Myriad Genetics, en cáncer y males cardíacos.

"De todos modos -advierte Jiménez- un medicamento fabricado en Suiza ya no se podrá vender exactamente en América Latina. Tendrán que hacer el ensayo clínico en el mercado en el cual se va a introducir el producto". Ello debería generar mayor inversión de los laboratorios en México para investigación.

Un bebé nacido en la era de la economía genómica seguramente tendrá una expectativa de vida que ni él ni sus padres imaginaron podría alcanzar el ser humano. A partir de la decodificación del genoma, el hombre llegará tranquilamente a los 100 años. Sin embargo, los cálculos actuariales de los sistemas de pensión (especialmente del sector público de cualquier país del mundo), difícilmente resisten esa estimación, advierten los especialistas.

"Si no te mata el corazón, te matará el bolsillo", reflexionará seguramente algún sabio abuelo que ya peina canas. Pues, ni más ni menos, allí radica el mayor desafío que deberá enfrentar la economía genómica: generar empleos suficiente para financiar una población que vivirá más tiempo más sana. **E**