

# Del proteoma humano a la medicina transfuncional personalizada

*From human proteome to cross-functional personalized medicine*

Myriam M. Altamirano Bustamante<sup>1</sup>, Nelly F. Altamirano Bustamante<sup>2</sup>,  
Eréndira Altamirano Bustamante<sup>3</sup>, Juan Garduño Espinosa<sup>4</sup>,  
Onofre Muñoz Hernández<sup>4</sup>, Javier Torres López<sup>5</sup>

## Resumen

Actualmente, se ha dado una revolución tecnológica en la medicina personalizada. En esta nueva fase de la proteómica, la prioridad es la apreciación de los valores y virtudes del ser humano.

Por esto, no debemos olvidar que las dos razones principales de la medicina personalizada son el reconocimiento de la dignidad de la persona y el diagnóstico y el tratamiento hecho a la medida para cada paciente, se deben tomar en cuenta el trasfondo social y el entorno ambiental a la par de los genes y las proteínas.

**Palabras clave:** medicina personalizada, proteoma humano y valores, dignidad humana.

## Abstract

Personalized medicine has led the technological revolution in proteomics into a new phase where appreciation of the values and virtues of the human being are paramount.

Thus we must not forget that the two main reason for personalized medicine are both acknowledgment of the person's dignity and a tailored diagnosis and treatment of each patient, taking into account not only genes and proteins but also the person's social background and environment.

**Key words:** personalized medicine, human proteome and values, human dignity.

www.medigraphic.org.mx

---

<sup>1</sup>Unidad de Investigación en Economía de la Salud, CMN-SXXI, IMSS, <sup>2</sup>Instituto Nacional de Pediatría, SS, <sup>3</sup>Hospital de Especialidades CMN La Raza, IMSS, <sup>4</sup>Hospital Infantil de México Federico Gómez, <sup>5</sup>UIEP, UMAE Hospital de Pediatría, IMSS México, D.F., México.

Fecha de recepción: 04-03-10

Fecha de aceptación: 09-03-10

## Introducción

Un avance significativo durante el siglo XX fue la tecnociencia o *Big science* (la genómica, la proteómica, la nanotecnología, etc) que se caracteriza porque no hay progreso científico sin avance tecnológico. La investigación requiere de grandes equipamientos y considerables recursos económicos para ser desarrollada.<sup>1,2</sup>

La tecnociencia tiene, entre sus beneficios reales y potenciales, la resolución del problema de la alimentación en el mundo, los avances en la biomedicina, la biotecnología, las telecomunicaciones y es, además, la responsable de la creación del macroambiente tecnológico en el cual todos estamos inmersos.

La medicina del siglo XXI, cuyo núcleo central es la alta tecnología o tecnociencia, forma parte de la práctica diaria. En la tecnociencia biomédica predominan los nombres con los sufijos “-ómica” y “-oma” en español (en inglés “-omics”), que son términos que describen y agrupan a la familia de áreas nuevas dentro de las ciencias biológicas. Se refieren al estudio de un grupo completo de macromoléculas, como el ADN y las proteínas. La **genómica** o ciencia del genoma tiene como objetivo principal analizar el genoma de los seres vivos e identificar el conjunto de sus genes, así como la función de éstos y de sus productos, las proteínas. La **proteómica** o ciencia del proteoma es el estudio de las proteínas de un organismo. La **fenómica** es la ciencia cuyo objetivo es la integración de toda la información proveniente de las nuevas áreas para crear una pintura holística de un organismo completo conocida como el fenotipo (Figura 1).

Estas nuevas áreas de frontera tienen un impacto directo en nuestra concepción y entendimiento de las enfermedades, cambian los paradigmas, los enfoques y las metodologías de muchas áreas del conocimiento y la reflexión científicos.

Una vez descifrado el genoma humano, la investigación en medicina se centra en el análisis del proteoma humano y de la epigenética, es de-

cir, de la expresión, la estructura, el plegamiento, las interacciones y las funciones de las proteínas, así como la manera en la que el socio-ambiente afecta sus funciones y produce enfermedades (Figura 1).

El 95% de las enfermedades humanas son el resultado de las alteraciones socio-ambientales y no de las alteraciones genéticas. La medicina genómica queda rebasada y por tal motivo ha surgido una nueva área de frontera, la medicina personalizada (MP), que incluye el proyecto del proteoma humano; es mucho más complejo porque es individual y es directamente dependiente de factores socio-ambientales.<sup>3,4</sup>

Las proteínas son las macromoléculas de la acción y de la MP; con veinte aminoácidos diferentes en su estructura primaria pueden adquirir conformaciones tridimensionales variables. Existen más de 100,000 diferentes tipos de proteínas que despliegan diversas funciones biológicas, como enzimas, receptores, hormonas y anticuerpos, entre otras.

La relación estructura-función es uno de los principales temas de estudio en las investigaciones en el área de proteínas. Los dos cuellos de botella en la ciencia de las proteínas son: a) el plegamiento y replegamiento de proteínas naturales; y b) la necesidad de nuevos biocatalizadores que no existen en la naturaleza o el perfeccionamiento de las proteínas naturales.

El desafío actual es tomar lecciones de la naturaleza y lograr imitar y recrear los fenómenos naturales en el laboratorio, para entenderlos, ser capaces de controlarlos y, potencialmente, perfeccionarlos o re-diseñarlos.

Una cadena polipeptídica recién sintetizada, para transformarse en una proteína bien plegada y activa, depende de su secuencia de aminoácidos y del microambiente celular lleno de otras tantas proteínas, lípidos, sales, etc.

Las técnicas proteómicas son de alto rendimiento, analizan de manera cuantitativa, sistemática

y a gran escala muestras biológicas de proteínas y sus péptidos asociados provenientes de diferentes condiciones fisiopatológicas. Representan una herramienta fundamental para conocer la abundancia relativa de proteínas en muestras biológicas complejas. Es una vía ideal para el descubrimiento de biomarcadores y nuevos blancos terapéuticos (Figura 1).

Las nuevas tecnologías permiten un rápido avance para asignar la función de las proteínas. Por ejemplo, la identificación de pequeñas redes de proteínas que trabajan juntas se ha logrado gracias a la ayuda de poderosas técnicas analíticas, tales como la espectrometría de masa, que clasifica e identifica las moléculas basándose en su masa molecular. Por medio de sofisticados análisis genéticos que usan levaduras, se están identificando asociaciones entre proteínas, lo que

puede producir importantes claves acerca de la función de las mismas. Asimismo, se están utilizando algoritmos computacionales para analizar secuencias proteicas, en un intento para identificar proteínas que se han desarrollado juntas y que, por esto, es posible actúen en el mismo proceso celular (Figura 1).

Los errores en el plegamiento y la agregación (aglutinación) de proteínas mal plegadas que escapan al estricto control celular, constituyen una parte de la medicina proteómica. El atrincheramiento de proteínas es un factor común de un amplio grupo de enfermedades<sup>5,6</sup> conocidas como enfermedades conformacionales (EC), cuya base fisiopatológica es una alteración a nivel de las proteínas, ya sea en su tamaño, forma, plegamiento o conformación,<sup>7,8</sup> como las enfermedades neurodegenerativas: mal de Parkinson,<sup>9</sup> enfermedad

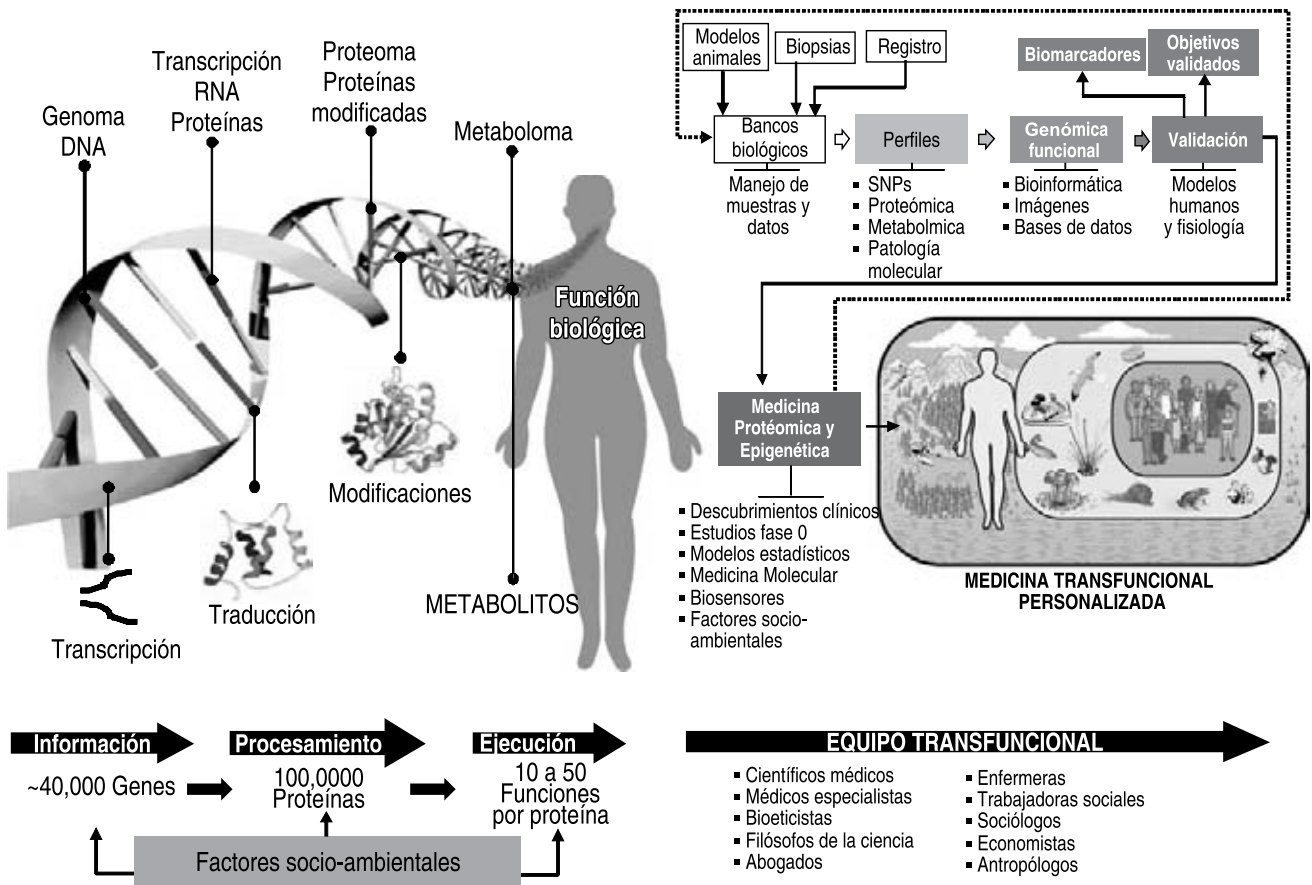


Figura 1. Medicina transfuncional personalizada.

de Alzheimer,<sup>10</sup> enfermedades crónicas (diabetes mellitus,<sup>11,12</sup> amiloidosis relacionadas con las hemodíalisis<sup>13</sup> y amiloidosis prostática).<sup>2</sup>

Estas enfermedades son altamente incapacitantes y representan un gran costo social y económico.<sup>14</sup>

La aglutinación y atrincheramiento de proteínas mal plegadas es altamente tóxica para las células vivas.<sup>15-18</sup> ¿Por qué las proteínas naturales solubles comienzan a desplegarse? ¿Cuál es el mecanismo a través del cual los oligómeros con errores en el plegamiento inician el proceso de disfunción celular? ¿Cuáles son las condiciones intracelulares que aceleran o afectan a las proteínas naturales e inducen la aglutinación de las proteínas? Las respuestas a las preguntas anteriores revolucionarán la medicina del siglo XXI. Los estudios proteómicos no sólo incluyen la identificación y la cuantificación de proteínas, sino también la determinación de su localización, modificaciones, interacciones, actividades y, en última instancia, la determinación de su función.

La tecnociencia biomédica cambia los paradigmas de las enfermedades; ahora, tenemos la posibilidad de generar firmas biomoleculares e identificar fenotipos. Estos perfiles geno-proteómicos individualizados de condiciones de salud/enfermedad y su relación con la epigenética y los datos clínicos nos llevan a la medicina personalizada (MP) (Figura 1).<sup>19</sup>

Podemos conocer la predisposición a alguna enfermedad, generar diagnósticos oportunos, el pronóstico de la enfermedad a corto, mediano y largo plazo. Hemos desarrollado métodos no invasivos para detectar enfermedades y monitorear las respuestas al tratamiento. Las respuestas al tratamiento pueden predecirse y somos capaces de diseñar una terapéutica *ad hoc* para cada paciente.

Las fuerzas de la MP son sumas que multiplican, como sus técnicas (nanotecnología, evolución acelerada *in vitro*, etc), sus instrumentos (biorobots, nanoarreglos, etc), sus productos (biofirmas,

bioperfiles, vacunas, fármacos, armas biológicas, etc), el control sobre la vida (control de los ciclos de vida, control del envejecimiento, la enfermedad y el mejoramiento de la persona, entre otras).

Estamos en la edad de oro, lo que implica entusiasmo y preocupación; el saber conlleva poder y en medicina, es poder de vida o muerte. Es aquí donde la biotecnología y la bioética convergen para conocer qué es y quién es la persona humana.

Se requiere ir hacia una medicina transfuncional personalizada en su doble aserción, que representa el reconocimiento del paciente como persona digna de ser amada (Figura 1). El término transfuncional (*cross-functional* en inglés) abunda en las grandes firmas económicas del mundo, a través de lo que llaman grupos de trabajo transfuncionales o estrategias transfuncionales.

Los grupos transfuncionales son grupos de personas que trabajan en un proyecto común con una formación académica y profesional aparentemente muy alejada una de otra (científicos biomédicos, humanistas, médicos especialistas, filósofos de la ciencia, antropólogos, abogados, trabajadoras sociales, psicólogos, enfermeras, economistas, entre otros).

Los objetivos del modelo transfuncional son los siguientes:

1. La armonización del conocimiento (fortalecimiento del binomio medicina basada en evidencia-medicina basada en valores).
2. La visión holística y en perspectiva los proyectos de investigación.
3. La personalización (humanización) de la medicina, la ciencia y la tecnología.

El desafío es cumplir estos objetivos y para eso se requiere que el médico especialista y el científico biomédico adquieran una sólida preparación científica y humanística (fortalecimiento del bi-

nomio medicina basada en evidencias-medicina basada en valores) para entender, con visión y perspectiva, a la persona, la vida, el sufrimiento, la enfermedad, la muerte. Deben buscar su propio perfeccionamiento moral.

El profesional de la salud (médicos, enfermeras, científicos biomédicos, psicólogos, trabajadoras sociales, entre otros) se enfrenta de manera continua a dilemas éticos, y el *discernimiento con conciencia* y *libertad en sus acciones* es lo que los plenifica como seres humanos.

Lo precedente implica que el profesional de la salud debe:

- CONOCER lo que es la persona humana y los principios formales en la toma de decisiones éticas.
- DESCRIBIR formas claras y sencillas que faciliten la puesta en práctica de la dignidad de la persona y los principios formales en la práctica diaria, en la clínica y en la investigación biomédica.
- DISTINGUIR los dilemas éticos en la atención médica y en la investigación biomédica.
- DISEÑAR estrategias para expresar el máximo potencial del desarrollo humano.
- IMPLEMENTAR mecanismos de análisis, consulta, discusión y discernimiento de los dilemas éticos, en la práctica clínica diaria, en la investigación y en la docencia.
- CONSOLIDAR grupos de discusión entre investigadores de las áreas humanísticas con investigadores en biociencias.

Medicina transfuncional personalizada es un llamado a reconocer a la persona humana; pero ¿quién es la persona humana?

La definición metafísica, que es el hilo conductor del análisis y definiciones posteriores de la persona, es la que formuló Severino Boecio:

*Persona est rationalis naturae individua substantia* (la persona es substancia individual de naturaleza racional).<sup>20</sup>

Boecio usa dos etimologías para el término persona. La rama griega, donde el nombre persona proviene del término *prosopon*, que significa "cara o semblante" y la rama latina, que deriva del verbo *persono*, que significa "sonar con fuerza o resonar". El nombre de "persona" expresa una dignidad o perfección y el origen y raíz de todas las propiedades personales.

En la representación escénica teatral y en la representación del mundo se adopta siempre una misión, un papel. Persona es máscara, la máscara que el actor se pone delante y a través de la cual habla, dejando sonar su voz a través de ella; esto garantiza la verdadera unidad: se muestra al público un rostro único e inconfundible, un semblante que debemos representar y adoptar.

La persona se experimenta, por un lado, como unidad de finitud, singularidad, soledad, incommutabilidad, inmediatez y ser por sí; por otro lado, como inseparable absolutez e incondicionalidad.

Siguiendo a Forment, recordemos las propiedades de la persona:

- 1) Máxima perfección. Persona se refiere al máximo nivel de perfección, dignidad, nobleza y perfectividad, muy superior a la de su naturaleza. La mayor perfección y la más básica es su ser personal. Santo Tomás lo expresa bellamente: "La persona es lo más perfecto que hay en toda la naturaleza".<sup>21</sup> "Es lo más digno de toda la naturaleza"<sup>22</sup> y, por lo mismo, lo más existente, lo más real, lo más individual, lo más diferente, lo más verdadero, lo más bueno y lo más bello.
- 2) Dignidad idéntica e inmutable. El ser propio explica la dignidad a la persona, con su carácter de permanencia, actualidad y de idéntico grado. En la vida humana, todos los

atributos de la persona cambian en sí mismos o en diferentes aspectos; incluso, en algunos momentos, pueden estar sólo en potencia y no siempre en acto, como por ejemplo en la vida intrauterina. Lo anterior no ocurre con el constitutivo personal. Desde la concepción hasta la muerte, el hombre es siempre persona y en el mismo grado. No hay categorías de hombres en cuanto persona.

- 3) Universalidad de la persona. La realidad personal se encuentra en todos los hombres. En cualquier situación de la vida, independientemente de toda cualidad, relación o determinación accidental y de toda circunstancia biológica, psicológica, cultural, social, etc., los hombres son siempre personas en acto.
- 4) Igualdad personal. Todo hombre es persona en el mismo grado que los demás. En cuanto a personas, todos los hombres son iguales entre sí, aún con las mayores diferencias en su naturaleza individual. Por ello, tienen idénticos derechos humanos o naturales inviolables. Como hombres somos distintos en perfecciones; como personas, absolutamente iguales en perfección y dignidad.
- 5) Máxima individualidad. A diferencia de todos los demás entes singulares, la persona humana es un individuo único, irrepetible e insustituible.

La medicina transfuncional personalizada se apropia de la dignidad de la persona, para florecer y perfeccionarnos como seres humanos. Eso implica el renacimiento de una ética de las virtudes o de máximas donde la bioética principialista queda superada. Entre más potente es la tecnología, más virtuoso tiene que ser el personal de salud para evitar la cosificación del paciente y resolver la ambivalencia que implica el poder del saber.

La medicina transfuncional personalizada impone un contexto: la necesidad de la especialización y la transfuncionalidad, la atención del enfermo

por un equipo, la participación de varios equipos de especialistas en el mismo proceso, la necesidad de incorporar personal no sanitario a la asistencia integral del enfermo, el ejercicio asistencial que se desarrolla en una o varias instituciones, todo lo cual implica un alto nivel de complejidad humana en las relaciones sanitarias. Los modelos de financiación de la atención de enfermos imponen la intervención de actores (profesionales) que están muy alejados del contexto clínico.

En este contexto consideramos, al igual que Pellegrino y Thomasma,<sup>23,24</sup> que solamente la preservación del ideal de la medicina como profesión dedicada al bien del enfermo, de esta **persona** singular que tenemos ante nosotros en el acto clínico, puede salvaguardar suficientemente los intereses de todos nosotros cuando nos encontremos en algún momento en la posición de debilidad de la persona enferma.

Virtudes del personal del equipo transfuncional:

**Fidelidad.** Al servicio prometido del bien integral de la persona enferma.

**Benevolencia.** 'Querer el bien del enfermo'. Buscar que todos los actos sirvan para el bien de sus enfermos.

**Abnegación.** Asumir los sacrificios necesarios para garantizar el bien del enfermo; los intereses personales, como el lucro, el prestigio y el poder, se subordinan al fin propio de la medicina, que es el bien del enfermo.

**Compasión.** "Sufrir con" o "sufrir juntos". La compasión es el cuidado que conlleva empatía y consideración por la persona enferma.

**Humildad Intelectual.** Para reconocer los límites de sus conocimientos y admitir su ignorancia cuando no sabe.

**Justicia.** La justicia conmutativa exige que se dé a cada uno su derecho, aquéllo que le es debido (alianza terapéutica), y también que los casos iguales reciban un trato igual. Que el profesio-

nal se ajuste a las necesidades específicas de la persona enferma, aún cuando esas necesidades puedan exceder lo que es "debido" en sentido estricto.

**Prudencia.** La recta razón en el deliberar y en el proceder de la conducta humana es la virtud del discernimiento y de la liberación moral; esto ocupa un lugar central en una ética médica. No nos hace infalibles, pero nos predispone a elegir de manera razonable y ponderada, buscando los medios más eficaces ya que el fin de la medicina que es el bien integral de la persona enferma.

La medicina transfuncional personalizada pone al alcance del médico un poderío tecnológico que le permite descubrir el mundo, no sólo en su realidad, sino en su potencialidad, en sus posibilidades inagotables. Esto conlleva la creación de nuevos dilemas éticos, ya que el conocimiento deja de ser un fin en sí y se convierte en un medio que puede afectar la vida de las personas y provocar retos a la ética del ejercicio profesional.<sup>25-28</sup>

Tenemos que definir el papel de la medicina de alta tecnología en relación con la persona. La técnica como práctica configura la relación instrumental de la persona con el mundo; es la prolongación y la potenciación del humano. La medicina de alta tecnología genera nuevas posibilidades de acción y nuevas capacidades de desarrollo individual. La tecnociencia biomédica exige complementarse y referirse a una antropología global en la que pueda encontrar su función junto a las demás dimensiones del hombre.

Se ha comprobado que hay una interdependencia entre el progreso tecnológico y las mutaciones socio-culturales del hombre sobre la tierra.<sup>29,30</sup> La pregunta esencial está abierta y de su respuesta dependerá el futuro de nuestra especie. ¿Qué reconfiguración en los valores humanos se requerirá para garantizar la sobrevivencia de la humanidad en este milenio?<sup>31,32</sup>

La medicina de alta tecnología provoca una discusión profunda entre científicos, tecnólogos,

filósofos, economistas, políticos y la sociedad en general, porque abarca cada vez más nuestra vida cotidiana: nuestros cuerpos, nuestra persona, nuestra familia, nuestro ambiente y la visión de lo que es correcto.<sup>33,34</sup>

En las últimas décadas se ha desarrollado un interés creciente por una reflexión sistemática acerca de todas las intervenciones del hombre sobre los seres vivos; una reflexión que tiene un objetivo específico y difícil de alcanzar: el de identificar valores y normas que guíen el actuar humano, la intervención de la ciencia y tecnología en la vida misma y en la biosfera.<sup>35</sup>

La ultraespecialización, característica de la medicina, la ciencia y la tecnología del siglo XX, en su dimensión predominantemente neutralista, ha generado un gran debate en relación a las preguntas: ¿podemos pensar en una ciencia libre de valores (morales y no morales) o neutral?<sup>36</sup>

¿Hay necesariamente compromisos éticos dentro de la investigación científica, o es ésta neutra con respecto al bien y al mal, y los problemas éticos surgen sólo cuando se trata de hacer aplicaciones de los conocimientos científicos?<sup>37</sup> Éstas son preguntas abiertas y sus respuestas tienen implicaciones fundamentales en nuestra concepción de la ciencia, del conocimiento científico y sus valores. Con frecuencia pensamos en la ciencia y en la tecnología como *conocimiento puro*, aislado, que no obedece a intereses, valores y pasiones de las personas. Se nos olvida concebir al sujeto como la fuente de actos intencionales, como percibir, creer, pensar, imaginar, esperar, desear, amar, etc; por lo tanto, tenemos que tomar en cuenta su idiosincrasia y sus debilidades humanas, incluyendo sus bienes humanos, los cuales tienen un impacto e influencia directa en su trabajo científico y en la manera en que cuenta la historia de lo que hace, sus descubrimientos, sus inventos, la formulación de sus teorías, su ubicación y su relación con la comunidad científica (comunidad epistémica) a la que pertenecen; su papel como sujeto epistémico cooperativo o adversario.<sup>38</sup>

La relación entre la medicina transfuncional personalizada y valores es un vector central del progreso científico y tecnológico en la medicina del siglo XXI. La ciencia se define por sus fines cognoscitivos, que llevan implícitos valores éticos y humanizantes<sup>39</sup> como la *philia* o el amor al saber, el *thauma* o el estado de asombro y maravilla, la *alétheia*-la verdad, el estado de alerta o de vigilia cuando se busca el saber. El fin principal de la vocación científica es *conocer para ser*. La neutralidad de la ciencia es cosa del pasado, ha evolucionado y ahora conocemos la axiología de la tecnociencia biomédica que depende de un complejo sistema de valores:<sup>1</sup>

1. Valores epistémicos (basados en el conocimiento científico) como: verosimilitud, adecuación empírica, precisión, rigor, coherencia, repetibilidad de observaciones, mediciones y experimentos.
2. Valores típicos de la técnica y la tecnología que incluyen la innovación, la funcionalidad, la eficiencia, la eficacia, la utilidad, la aplicabilidad, la fiabilidad, la sencillez de uso, la rapidez de funcionamiento, la flexibilidad, la robustez, la durabilidad, la versatilidad, la integrabilidad entre otros.
3. Valores económicos como la apropiación del conocimiento, la optimización de los recursos, la buena gestión de la empresa científica, el beneficio, la rentabilidad, etc.
4. Valores ecológicos (riesgos de las innovaciones tecnocientíficas) como la salud, la biodiversidad, el desarrollo sostenido, etc.
5. Valores humanos, políticos y sociales (basados en la incidencia de las nuevas tecnologías sobre la vida cotidiana y sobre la sociedad) tales como: la intimidad, privacidad, autonomía, estabilidad, seguridad, publicidad, multiculturalismo, etc.
6. Valores éticos fundamentales como la vida, la dignidad humana, la libertad de conciencia,

el respeto a las creencias, la tolerancia, el respeto a los animales, la minimización del sufrimiento en la experimentación, el derecho a la disidencia y a la diferencia, la honestidad, por decir algunos.

La tecnociencia biomédica es una actividad que además de describir, conocer o explicar al mundo, también lo transforma; por lo tanto, requiere una integración de sus valores. Sólo después de una reflexión crítica y holística puede surgir lo bueno, lo correcto y generar el bien. A la luz de esto se debe discutir la responsabilidad moral y social de los científicos y tecnólogos de la medicina transfuncional personalizada.

La evaluación de las tecnologías es un área de investigación reciente que posee dos dimensiones axiológicas: la dimensión axiológica interna y la dimensión axiológica externa. La dimensión axiológica interna, citando a Olivé<sup>40</sup> "está constituida por el conjunto de valores y fines, así como de los criterios para juzgar como valioso el resultado de la aplicación de la técnica", valoración interna y constitutiva de cada técnica en cuestión. La dimensión axiológica externa es la valoración externa de los resultados y sus aplicaciones. Se centra en el logro de objetivos deseables, para la comunidad que hace la evaluación, mediante una discusión de las necesidades, deseos y fines de los seres humanos afectados. Tal es el caso de la evaluación de las tecnologías para la salud o ETS, que se define como la valoración de la seguridad, eficacia, efectividad y eficiencia de los medicamentos, equipos y procedimientos que se utilizan en los servicios de salud para el diagnóstico, tratamiento y rehabilitación de las personas enfermas.<sup>41</sup> Es un área transfuncional en la que convergen disciplinas como la economía, las ciencias sociales y la medicina.

El nuevo milenio tiene como desafío la armonización del conocimiento y la humanización de la ciencia en general y de la medicina en particular, a través de la formación de equipos transfuncionales



de científicos humanistas y de ciencias naturales, para crear la cultura científico-tecnológica que demanda la sociedad actual. La ultraspecialización característica de la ciencia del siglo XX, que generó grandes avances científicos y tecnológicos, ha puesto de relieve la necesidad urgente de formación de equipos de científicos humanistas y de ciencias naturales trabajando en conjunto, de cuya convivencia nacerán las nuevas leyes que regirán la biotecnología y la biomedicina exigiendo, sobre todo, que la filosofía de la ciencia y la ética capte el sentido direccional de la civilización y garantice su camino. En fin, una filosofía moral contemporánea y humanista que sea el sustrato ontológico, y los nuevos programas de estudio de postgrado que preparen las nuevas generaciones de científicos biomédicos y médicos. Una nueva generación de médicos capaces de ver más allá de

las metas a corto plazo y de la claridad superficial, cuyas búsquedas e intereses sean compatibles con alcanzar un equilibrio entre el abrir nuevos caminos y la consolidación profunda del conocimiento, permaneciendo siempre en el horizonte *sapiencial* en el cual, los logros científicos y tecnológicos están acompañados por los valores filosóficos y éticos, que son una manifestación característica e imprescindible de la persona humana.<sup>42</sup>

## Agradecimientos

Los autores agradecen al CONACYT por el financiamiento del proyecto #068673.

*Autor de correspondencia:* Dra. Myriam M. Altamirano Bustamante  
Correo electrónico: mmab02@hotmail.com

## Referencias

1. Echeverría J. Tecnociencia y Sistema de Valores. In: López Cerezo J, Sánchez RJ, eds. Ciencia, Tecnología, Sociedad y Cultura en el Cambio de Siglo. Madrid: Biblioteca Nueva, OEA; 2001. pp. 221-230.
2. Soto C. Protein misfolding and disease; protein refolding and therapy. FEBS Lett 2001;498:204-207.
3. Fields S. Proteomics in genomics. Science 2001;291:1221-1224.
4. Peltonen L, McKusick VA. Dissecting human disease in the postgenomic era. Science 2001;291:1224-1229.
5. Goldberg AL. Protein degradation and protection against misfolded or damaged proteins. Nature 2003;426: 895-899.
6. Carrell RW, Lomas D. Alpha1-antitrypsin deficiency a model for conformational diseases. N Engl J Med 2002;346:45-52.
7. Carrell RW, Lomas D. Conformational disease. Lancet 1997;350:134-138.
8. Altamirano MM, Altamirano N. Tesis dirigida. Especialidad en Pediatría. Las enfermedades conformacionales en Pediatría. Alumno: Javier Martínez Bautista. Facultad de Medicina, UNAM; 2007.
9. Perutz MF. Glutamine repeats and inherited neurodegenerative diseases: molecular aspects. Curr Opin Struct Biol 1996;6:848-858.
10. Wright JD. Alzheimer's disease: an insidious protein conformational disorder. Neuroscience 2003;118:1175-1179.
11. Hayden MR, Tyagi SC, Kerklo MM, Nicholls MR. Type 2 diabetes mellitus as a conformational disease. J Pancreas 2005;6:287-302.
12. Kapurniotu A. Amyloidogenicity and cytotoxicity of islet amyloid polypeptide. Biopolymers 2001;60:438-459.
13. Pepys MB. Pathogenesis, diagnosis and treatment of systemic amyloidosis. Phil Trans R Soc Lond B Biol Sci 2001;356:203-211.
14. Willard HF, Angrist M, Ginsburg GS. Genomic medicine: genetic variation and its impact on the future of health care. Phil Trans R Soc B 2005;360:1543-1550.
15. Dobson CM. Protein misfolding, evolution and disease. Trends Biochem Sci 1999;24:329-332.
16. Zerovnik E. Amyloid-fibril formation. Proposed mechanisms and relevance to conformational disease. Eur J Biochem 2002;269:3362-3371.
17. Sipe JD, Cohen AS. Review: history of the amyloid fibril. J Struct Biol 2000;130:88-98.
18. Carrell RW. Cell toxicity and conformational disease. Trends Cell Biol 2005;15:574-580.
19. Ginsburg GS, Donahue MP, Newby LK. Prospects for personalized cardiovascular medicine: the impact of genomics. J Am Coll Cardiol 2005;46:1615-1627.
20. Forment Giralt E. Persona y Modo Substancial. Barcelona: PPU; 1984.
21. Santo Tomás de Aquino. Suma Teológica I, q. 29, a. 3, in c. Available at: <http://www.elultimolibro.net/2007/07/santo-toms-de-aquino.html>
22. Santo Tomás de Aquino. Potencia I, q. 9, a. 3, in c. Available at: <http://www.elultimolibro.net/2007/07/santo-toms-de-aquino.html>
23. Pellegrino ED. The internal morality of clinical medicine: a paradigm for the ethics of the helping and healing professions. J Med Philos 2001;26:559-579.
24. Thomasma DC, Kushner T. De la vida a la muerte: Ciencia y Bioética. New York: Cambridge University Press; 1999.

25. De Solla Price DJ. *Little Science, Big Science and Beyond*. New York: Columbia University Press; 1986.
26. Institute for Scientific Information (ISI). *Science Citation Index*. Philadelphia; 1999.
27. Olivé L. *El Bien, el Mal y la Razón. Facetas de la Ciencia y de la Tecnología*. México: Paidós-UNAM; 2000.
28. Sherlock R, Morrey J, eds. *Ethical Issues in Biotechnology*. New York: Rowman & Littlefield; 2001.
29. Habermas J. A postscript to "knowledge and human interests". *Phil Social Sci* 1973;3:157-189.
30. Hempel CG. Science and human values. In: Hempel CG. *Aspects of Scientific Explanation and Other Essays in the Philosophy of Science*. New York: Free Press; 1965.
31. Latour B. *Science in Action: How to Follow Scientists and Engineers Through Society*. USA, Milton Keynes: Open University Press; 1987.
32. Latour B, Woolgar S. *Laboratory Life: the Social Construction of Scientific Facts*. Beverly Hills, CA: Sage Publications; 1979.
33. Founq M. Genetic trespassing and environmental ethics. In: Sherlock R, Morrey J, eds. *Ethical Issues in Biotechnology*. New York: Rowman & Littlefield; 2001
34. Lacey H. Assessing the value of transgenic crops. *Sci Eng Ethics* 2002;8:497-511.
35. Agazzi E. *Il Bene, il Male e la Scienza. Le Dimensioni Etiche Dell'impresa Scientifico Tecnologica*. Milan: Rusconi; 1992.
36. Hollinger R. Sciences and values. Introduction. In: Klemke ED, Hollinger R, Wyss RD, eds. *Introductory Readings in the Philosophy of Science*. New York: Prometheus Books; 1998. p. 481.
37. Olivé L. *El Bien, el Mal y la Razón. Facetas de la Ciencia y de la Tecnología*. México: Paidós-UNAM; 2000. pp. 44.
38. Arrigo JM, Maj-Britt Juhl P. An epistemic model for moral hazards in scientific enterprises. In: Steneck N, Sheetz M, eds. *Investigating Research Integrity: Proceedings of the First ORI Research Conference on Research Integrity. Investigating Research Integrity, USA; 2000*.
39. González J. Valores eticos de la ciencia. In: *El Poder de Eros. Fundamentos y Valores de Ética y Bioética*. México: Paidós; 2005. pp. 227-247.
40. Olivé L. *La Evaluación de Tecnologías y la Formación de Nuevos Tecnólogos. Razón y Sociedad*. México: Fontamara; 1996. p. 9.
41. Menon D, Marshall D. The internationalization of health technology assessment. *Int J Technol Assess Health Care* 1996;12:45-51.
42. Juan Pablo II. *Fe y Razón, carta encíclica sobre las relaciones entre fe y razón*. México: Ediciones Paulinas SA de CV; 1998. p. 114.