

Artículo de
investigación

Medicina genómica: currículum y formación de recursos humanos en salud

SONIA MARÍA ROMÁN MALDONADO
ARTURO PANDURO CERDA

INTRODUCCIÓN

La importancia de la formación de recursos humanos en salud es vital por sus implicaciones en el estado de salud de la población. La calidad de las competencias adquiridas atañe a las instancias educativas y hospitalarias por igual, por ser los espacios en donde se desarrollan procesos educativos y los servicios asistenciales en salud respectivamente (1). Las políticas y acciones de las instancias educativas y gubernamentales requieren de congruencia entre la problemática en salud, el avance de la ciencia y tecnología y el currículum educativo para la formación de un perfil competente que contribuya a

la reducción de la morbilidad y mortalidad de las principales enfermedades que actualmente aquejan a nuestra población (2). La transformación de dicho perfil requiere incorporar las nuevas tendencias de la medicina y de la educación para impactar en la resolución de la problemática en salud. En este artículo, se plantea la contribución que el programa doctoral de Biología Molecular en Medicina ha hecho al respecto y se propone un nuevo paradigma en salud modificando el currículum e implementando una estrategia educativa en la formación de recursos humanos en la nueva medicina genómica, con el objeto de impactar en el mejoramiento de la salud poblacional en los próximos años.

RESUMEN

Los problemas de salud en la población de México se han modificado en los últimos 50 años, motivo por el cual el perfil profesional de los recursos humanos en salud requiere transformarse. El avance de la ciencia y tecnología en la medicina, conjuntamente con la evolución del paradigma educativo son dos pilares claves para la construcción de una currícula orientada a adecuar el perfil profesional. Con 10 años de experiencia del programa de doctorado de Biología Molecular en Medicina, adscrito al Departamento de Fisiología del Centro Universitario de Ciencias de la Salud de la Universidad de Guadalajara, se propone un nuevo paradigma en salud a partir de la reestructuración del currículum. Las estrategias para impactar en la formación de recursos humanos en medicina genómica son: 1) diseñar el currículum a partir del conocimiento a nivel molecular del genoma humano y su interacción con el medio ambiente; 2) enseñar medicina genómica en el pregrado y 3) investigar de manera inter y multidisciplinaria los problemas prioritarios de salud de la población del país, en donde se integra la investigación básica, clínica y social del proceso de salud y enfermedad.

Palabras clave: medicina genómica, recursos humanos, interacción gen-medio ambiente, ciencias de la salud, currículum.

ABSTRACT

Mexico's population health profile has dramatically changed in the last fifty years. Health care professionals will be challenged in the near future to adequate their professional profiles. The advances in sciences and technology together with the evolution of the educational paradigm must be taken into account in order to transform the health professional profile. Both areas are two key components in the foundation of an integrated curriculum based on our experience through the Graduate Program in Genomic Medicine at the Physiology Department of the Health Sciences Center, University of Guadalajara. We propose a new paradigm in health, initiating with a new curriculum design. Three major strategies towards the effective training of future researchers and health professionals in genomic medicine were carried out: 1) development of an integrated curriculum based on the molecular biology of the human genome and its environmental interaction; 2) teaching genomic medicine to health science undergraduate students and 3) performing basic, clinical and social research to study the health and disease process of major public health problems in our country.

Keywords: Genomic medicine, human resources, gene-environment interaction, health sciences, curriculum.

EL PERFIL DEL PROFESIONISTA DE CIENCIAS DE LA SALUD: IMPORTANCIA DE LA MEDICINA GENÓMICA EN LOS PROGRAMAS ACADÉMICOS

Los problemas de salud en México muestran un perfil transicional en donde destaca, por un lado, una disminución significativa pero aun persistente de los padecimientos infecciosos, y por el otro, el surgimiento de las enfermedades crónico-degenerativas en los últimos 30 años. Las estadísticas de morbilidad y mortalidad en el país muestran un incremento de padecimientos, tales como la obesidad, la diabetes mellitus, hepatopatías, las enfermedades cardio y cerebrovasculares, neurológicas y mentales, accidentes y lesiones intencionales derivadas de la violencia social (3-5). Consecuentemente, las competencias profesionales en salud para prevenir, manejar y brindar terapia a nuestra población requieren adecuarse a dicho perfil.

Paralelamente, uno de los eventos de mayor trascendencia en las ciencias biológicas y que tenido un gran impacto en las ciencias de la salud ha sido el programa científico internacional denominado Proyecto del Genoma Humano (PGH) (6-8). De él, se ha obtenido una gran cantidad de información acerca de la organización estructural y funcional del genoma humano que permitirá un mejor entendimiento de los alrededor de 40,000 genes humanos que participan en mantener nuestra homeostasis en el proceso de salud y enfermedad (9-10). De tal manera, que dicho conocimiento junto con los factores ambientales, permitiría precisar aún más la participación del factor hereditario en la incidencia y prevalencia de las enfermedades (11).

La implicación mayor de este acontecimiento es que modificará radicalmente el conocimiento básico y el abordaje clínico de las enfermedades (12). El procedimiento convencional de identificar, catalogar y diferenciar las manifestaciones fenotípicas de las enfermedades (los signos y síntomas clínicos y su cuantificación laboratorial) requerirá en un futuro no muy lejano, complementarse con una descripción genotípica del individuo. Con el desarrollo de la tecnología del ADN recombinante se dispone en la actualidad con herramientas metodológicas para el análisis estructural y funcional de los genes. Su aplicación en el diagnóstico predictivo, así como en el manejo y tratamiento de las enfermedades, transforma a la medicina convencional en una medicina genómica (13-14). La solución a la emergente situación en salud se redimensiona ante el nuevo paradigma de la medicina genómica en la que el estudio de la etiología y fisiopatología de las enfermedades se basa en la comprensión de la interacción gen-medio ambiente, un binomio dinámico que cobra mayor relevancia a la luz de los últimos acontecimientos del PGH.

Ante la tendencia cada vez más notoria de la medicina genómica en el mundo, la creación de programas académicos para la formación de recursos humanos en esta área no ha sido atendida cabalmente en nuestro

país. Por esta razón, en el Occidente del México, se creó en 1994 el Doctorado de Biología Molecular en Medicina (DBMM) reconocido por el CONACYT como un programa de posgrado académico de excelencia desde su creación. (15). Fue el primer programa universitario en México con una sede básica (Instituto de Biología Molecular en Medicina) en el Centro Universitario en Ciencias de la Salud (CUCS) de la Universidad de Guadalajara y una sede clínica en el Hospital Civil de Guadalajara "Fray Antonio Alcalde" (Servicio de Medicina Genómica), con el objeto de llevar a cabo protocolos de investigación clínico-moleculares tendientes a integrar la ciencia básica con la clínica (16). En un lapso de 6 años se crearon dos sedes académicas más: El Instituto de Enfermedades Crónico-Degenerativas y el Instituto de Oftalmología y Ciencias Visuales. Las cuatro sedes son el espacio físico en donde se desenvuelven las funciones sustantivas de docencia, investigación y asistencia que sustentan el desarrollo de las competencias respectivas, requeridas en los futuros profesionistas de la salud para la era genómica y posgenómica.

Por otro lado, el fundamento epistemológico de la cual parte la filosofía, misión y currículum del DBMM han sido motivo de intenso análisis y discusión. La visión innovadora de los fundadores fue romper con la percepción original de la biología molecular como una técnica para uso exclusivo de la investigación básica. Se estableció entonces, que la aplicación tecnológica del ADN recombinante fuese hacia la medicina, para así integrar la investigación básica y clínica



alrededor del estudio de la estructura y función de los genes en el proceso de salud y enfermedad.

Sin embargo, recientemente se reconsideró que la definición y significado de este fundamento aun carecía de elementos importantes. La OMS, define la salud como el bienestar físico, mental y social del individuo, no solo la ausencia de enfermedad (17), de tal manera que el papel de la medicina deberá ser coadyuvar en la preservación integral de la salud. Desde esta perspectiva, la epistemología original del DBBM únicamente satisfacía el estudio del aspecto físico o biológico del ser humano, relegando por completo los aspectos mentales y sociales del proceso salud-enfermedad.

Reflexionemos un momento en este aspecto. Actualmente, desde el punto de vista del conocimiento biológico, se puede decir que la mayoría de las enfermedades son un desequilibrio en la homeostasis corporal y que ésta está regulada por los genes. Sin embargo, los elementos ambientales son factores importantes en la evolución de la enfermedad. Si definimos que medio ambiente es todo aquello relacionado con el estilo de vida del individuo en su respectivo contexto social, entonces, los hábitos alimenticios (18-19), la actividad física (20), la salud mental (21) y la espiritualidad (22-23) juegan un papel importante en el proceso de salud y enfermedad.

Retomando el planteamiento inicial, el estado de salud actual de la población refleja, por una parte, el descuido que ha tenido la sociedad por su salud y por el otro, la tendencia de la medicina científica de segmentar el estudio de la enfermedad humana, generando una atención parcial que se refleja en la especialización y subespecialización profesional y consecuentemente en el tratamiento. Por esta razón, el DBMM pretende rescatar en su filosofía y misión, una visión integral de la salud, paradigma sobre la cual se construye el currículo y se establecen las líneas de investigación que apoyan al programa.

La misión del DBMM como programa académico es formar recursos humanos de alto nivel científico, académico y humanístico en el estudio de la estructura y función del genoma humano, su interrelación con el medio ambiente y sus implicaciones en la salud del individuo. Como resultado de la investigación, se ofrecerán opciones terapéuticas basadas en la terapia génica y farmacología molecular, así como opciones alternativas relacionadas con el perfil génico y estilo de vida del individuo. El egresado del programa del doctorado será un individuo cuya visión de la salud sea lo más integral posible.

Desde la perspectiva del DBMM, el nuevo perfil del profesionista de la salud requiere transformarse desde el currículo de pregrado, la cual requiere proporcionar los conocimientos teóricos, metodológicos y cambios de actitud que satisfagan la demanda de contribuir al mejoramiento del perfil de la salud poblacional bajo la perspectiva de la medicina genómica. Por esta razón, se hace hincapié de esta visión en las 4 unidades de competencias relacionadas con la medicina genómica que se imparten a las carreras en Medicina, Nutrición y Cultura Física y del Deporte asignadas a la Academia de Biología Molecular.

ESTRATEGIAS EN LA FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS EN SALUD

El DBMM como programa educativo se plantea una misión y filosofía congruente y pertinente con la realidad nacional en salud y dentro de un contexto internacional de desarrollo de la ciencia y la tecnología.

La participación de los futuros profesionistas de la salud en la prevención, control y tratamiento de las enfermedades, requerirá del entendimiento de los avances de la medicina genómica, así como de una actitud de aprendizaje continuo que facilite transitar por los cambios científicos y tecnológicos del siglo XXI.

Para tal fin, las estrategias que se plantearon en el Doctorado para formar un nuevo perfil del profesionista de la salud han sido:

- 1) Integrar a la investigación básica, la práctica clínica y el estudio cualitativo del proceso de salud y enfermedad, a través de la medicina genómica (Tabla 1).
- 2) Estructurar un currículo integrado con dos ejes: un eje disciplinar que abarca los aspectos básico, clínico y socio-humanístico y un eje formativo: teórico-metodológico-actitudinal (Tabla 1).
- 3) Integrar al currículo, el desarrollo de competencias para la docencia (Tabla 1).
- 4) Reforzar los aspectos de la ética y desarrollo humano en los alumnos y profesores del Doctorado.
- 5) Diversificar el perfil académico de los profesores para ser congruentes con el currículo del programa.
- 6) Utilizar metodologías cuantitativas y cualitativas para investigar la interacción gen-medio ambiente.

Con estas estrategias, se inició una nueva etapa de formación de recursos humanos en salud, en el posgrado que contribuya al mejoramiento del perfil de salud de la población mexicana mediante:

- 1) El planteamiento de un nuevo paradigma en salud basado en la interacción gen-medio ambiente que impacta la integridad corporal, mental y espiritual del individuo. Esta constituye la filosofía en la cual se sustenta el programa de Doctorado.
- 2) La creación de un nuevo perfil del profesorado y profesionista de las ciencias de la salud basada en esta filosofía.
- 3) El desarrollo de competencias para la docencia, investigación y asistencia relacionada con la medicina genómica.
- 4) La aplicación de las metodologías del ADN recombinante para mejorar la prevención, control y terapia molecular de enfermedades.

En esencia, en base a nuestra experiencia, este conjunto de estrategias representa un proceso de integración disciplinar en el ámbito de las Ciencias de la Salud, en la cual la biología molecular en medicina integra las ciencias básicas, clínicas y socio-humanísticas a fin de mejorar la calidad del perfil profesional de sus egresados (Figura 1). Los resultados obtenidos hasta el momento apuntan a que es factible lograr la integración disciplinar de todos estos ámbitos.

TABLA 1

MAPA CURRICULAR DEL PLAN DE ESTUDIOS DEL DOCTORADO.

REPRESENTACIÓN SINTÉTICA DE LOS EJES CURRICULARES: DISCIPLINAR Y FORMATIVA EN DONDE SE UBICAN LAS UNIDADES DE COMPETENCIA DEL DOCTORADO.

Eje curricular	Eje disciplinar		
Eje formativo	Básico	Clínico	Humanístico
Teórico	Seminario de investigación en salud		
	Estructura y función celular. Biología molecular en Medicina. Farmacología molecular. Terapia génica		Investigación cualitativa
Metodológico	Bioestadística. Método científico	Talleres clínico-moleculares	Estrategias para la docencia y el aprendizaje
Actitudinal			Valores y desarrollo humano

TRASCENDENCIA NACIONAL E INTERNACIONAL DEL DOCTORADO

El DBMM coloca a la Universidad de Guadalajara y al Centro Universitario en Ciencias de la Salud en la vanguardia de los avances científicos y educativos. La trascendencia del Doctorado radica en su participación en la formación de recursos humanos en salud consistente con las tendencias científicas en el área de la medicina genómica. Asimismo, como programa educativo no estamos ajenos a la pertinencia y calidad que exige el nuevo paradigma del proceso de enseñanza-aprendizaje mas acorde a los tiempos actuales (24-26).

La formación de recursos humanos competentes para la docencia, investigación y asistencia a nivel internacional y nacional se refleja en el hecho de que las investigaciones derivadas del programa doctoral han participado en más de 100 eventos científicos a nivel mundial y que un 21% de los egresados del doctorado han realizado estancias académicas en el extranjero.

Por otro lado, la presencia de la medicina genómica en nuestro país aun es incipiente. Se requiere de un mayor número de recursos humanos preparados para impulsar tanto la docencia como la investigación básica, clínica y social de una manera integral en esta área, así como incorporar la tecnología de la medicina genómica a los servicios asistenciales como herramienta para la prevención, manejo y tratamiento de las enfermedades actuales. La medicina genómica en nuestro país debe ser una medicina integral orientada a la prevención de las enfermedades conforme al perfil genético de la población mexicana. En este sentido, el Doctorado constituye una opción importante para la formación de recursos humanos en salud con las competencias necesarias para transformar el paradigma en salud en la era posgenómica.

TABLA 2

IMPACTO DEL DOCTORADO DE BIOLOGÍA MOLECULAR EN MEDICINA EN LA FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS EN SALUD.

Indicador	Numero
Profesores de la planta académica	18
Profesores del SNI	10
Total de alumnos (8 generaciones)	79
Alumnos titulados	21
Alumnos egresados	24
Egresados del programa incorporados en instituciones de educación superior	9
Profesores investigadores del CUCS con nombramiento	21
Profesores investigadores con maestría que continuaron sus estudios de posgrado en el programa	11
Alumnos con especialidad médica (egresados y vigentes)	10

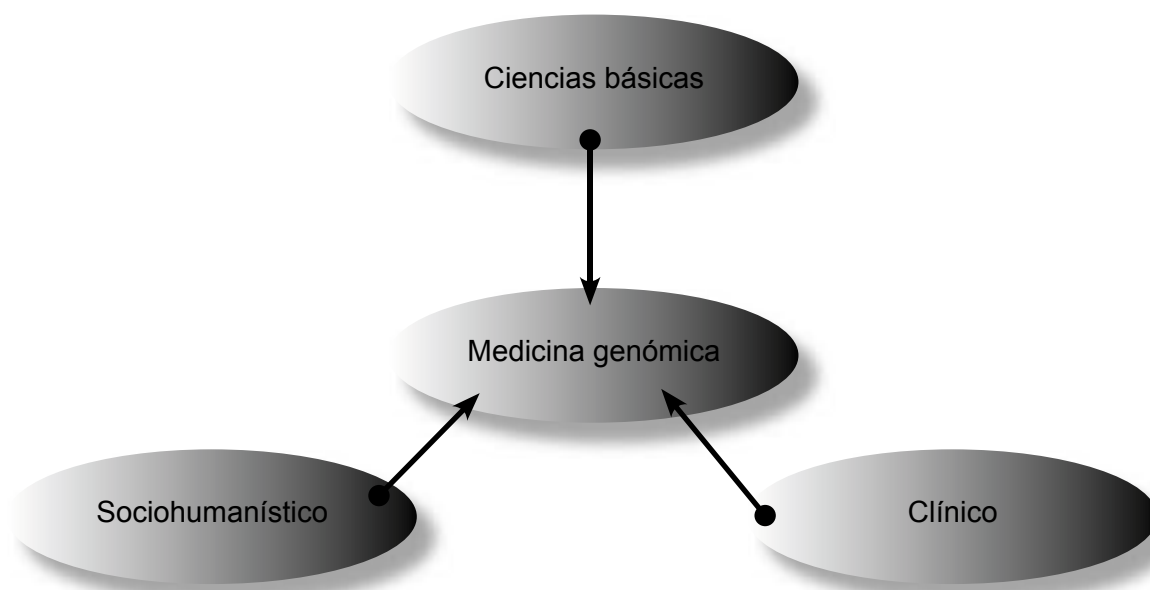
TRASCENDENCIA EN EL OCCIDENTE DEL PAÍS Y LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

El CUCS ha contribuido a la formación de recursos humanos de un gran número de profesionistas de la salud de quienes actualmente laboran en las instituciones hospitalarias de la región occidente del país: OPD, IMSS, ISSSTE y SSA,

FIGURA 1

INTEGRACIÓN DISCIPLINAR DE LA MEDICINA GENÓMICA.

EL AVANCE DEL CONOCIMIENTO REQUIERE DE LA INTEGRACIÓN DEL ESTUDIO DEL SER HUMANO EN EL PLANO FÍSICO, MENTAL, EMOCIONAL, SOCIAL Y ESPIRITUAL



así como de otros estados de la República. El Doctorado juega un papel trascendental en este escenario ya que en el contexto universitario y hospitalario, la formación para la docencia, la investigación y la asistencia son ejes fundamentales de la vida académica de profesores y alumnos.

De aquí, la importancia de la presencia de un programa de posgrado que generara el personal, los insumos y el conocimiento para impulsar la transformación de la medicina y de las ciencias de la salud hacia un nuevo paradigma basada en la medicina genómica. En el Occidente del país, en la época en la que surgió el Doctorado existían muy pocos programas de posgrado en el área de la Ciencias de la Salud y ninguno de esta naturaleza.

En este sentido, en el transcurso de los últimos ocho años, como se describe en la Tabla 2, el Doctorado ha contribuido a la formación de recursos humanos en salud de la siguiente manera:

- 1) Transformando el propio perfil del profesorado y estudiantes adscritos al Doctorado con una formación académica y personal basada en una visión integral de la salud.
- 2) Incorporando a nuevos investigadores al término del doctorado a las instituciones de educación superior nacionales y de la propia universidad.
- 3) Fortaleciendo y actualizando el perfil académico del profesorado de la institución que contaban con maestría en ciencias, lo cual contribuye al cumplimiento de metas institucionales y de la SEP conforme al perfil Promep (Programa para el Mejoramiento del Profesorado).
- 4) Fortaleciendo y actualizando a los profesionistas con grado académico de especialidad.
- 5) Actualizando a profesores, alumnos de pregrado y pos-

grado de las Ciencias de la Salud acerca de la medicina genómica.

EL DBMM Y SU PARTICIPACIÓN EN EL PREGRADO

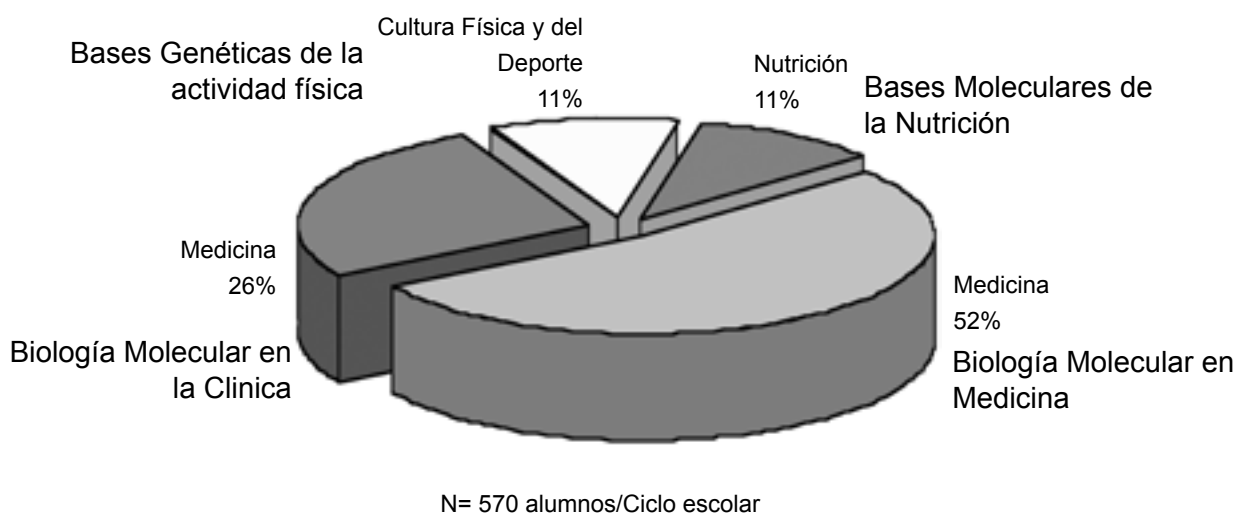
El impacto del DBMM en la docencia del pregrado ha sido gracias a la participación de la planta académica en la formación de las nuevas generaciones de estudiantes de ciencias de la salud en las disciplinas relacionadas con la medicina genómica. De las 6 carreras de pregrado del CUCS, el 50% de ellas, incluyen una asignatura relacionada con la medicina genómica (Figura 2). Los profesores del Doctorado, que a su vez conforman la Academia de Biología Molecular, participan en la docencia del currículum del pregrado, basado en un modelo de competencias profesionales integradas. A los alumnos se les hace énfasis, en que como futuros profesionales de la salud, deberán integrar y aplicar el conocimiento derivado de la medicina genómica en sus áreas respectivas. Actualmente, la medicina genómica influye de manera importante en áreas como la nutrición y la actividad física. Justamente en estas áreas, es donde radican al menos dos de los factores ambientales que más influyen en la relación gen-medio ambiente: dieta y ejercicio; elementos fundamentales para la prevención, manejo y tratamiento de la mayoría de las enfermedades crónico-generativas (27-28).

Sin embargo, la problemática en salud requiere de la participación de la totalidad de las carreras de las ciencias de la salud y de las profesiones afines. Desde los primeros años de formación en el pregrado, la educación para la salud debe enfocarse a una visión integral del ser humano: física, mental, emocional, espiritual y social en donde todas las profesiones relacionadas con la salud compartan esta visión, antes de la especialización en una disciplina específica, hecho

FIGURA 2

LA MEDICINA GENÓMICA EN LAS LICENCIATURAS DEL CUCS.

DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LOS ALUMNOS DE PREGRADO QUE CURSAN LAS UNIDADES DE COMPETENCIA RELACIONADAS CON LA MEDICINA GENÓMICA.



que no ocurre en los planes de estudio actuales. Conjuntamente, también se requiere de una formación docente que proporcione el sustento a esta visión. Por esta razón, el DBMM juega un papel importante en este último aspecto, ya que intenta ofrecer una propuesta de actualización e integración disciplinar de la ciencias de la salud a través de la medicina genómica.

VINCULACIÓN PREGRADO-POSGRADO: PROGRAMA UNIVERSITARIO DEL GENOMA HUMANO (ProGen)

Para impulsar a la medicina genómica entre los alumnos del pregrado, a éstos se les sugiere que lleven a cabo su servicio social en algunas de las sedes del Doctorado, con el objeto de que, en un lapso mínimo de dos años, se les proporcione asesoría individualizada en conocimiento, destrezas y habilidades, así como actitudes equivalentes al desarrollo de una maestría, incluyendo la participación en un proyecto formal de investigación el cual involucra el trabajo laboratorial y clínico. Las actividades que desarrollan el grupo de estudiantes conforman el Programa Universitario del Genoma Humano (Grupo ProGen). El programa ha permitido que el alumno de pregrado se vincule al posgrado con las competencias necesarias para avanzar de manera continua.

RETOS Y PERSPECTIVAS

El PGH surge inicialmente a partir de un enfoque reduccionista que pretendía mediante el mapa genómico explicar la participación de los genes en el proceso de enfermedad. Sin embargo, este enfoque, el cual surge de las ciencias físicas ha sido fuertemente criticado en el ámbito científico a nivel mundial (29). Su influencia en la medicina y la investigación biomédica ha conducido al estudio superespecializado de las

enfermedades. Por esta razón, existe una mayor énfasis en el estudio de la causalidad fisiopatológica de la enfermedad sobre todo en las etapas tardías de evolución sin considerar otros aspectos.

Si bien se ha generado una gran cantidad de información a nivel básico acerca de los procesos biológicos, ahora se requiere integrarla (30). Afortunadamente, la tendencia actual de la teoría de la complejidad obliga a la convergencia de las áreas de la química, física e ingeniería computacional, entre otras, con la biología. Consecuentemente se han reagrupado los científicos de distintas ciencias para crear nuevos centros de investigación interdisciplinarios (30,31). El impacto de esta convergencia está dando sus primeros frutos en que la gran cantidad de información que existía de manera aislada acerca de las propiedades biológicas de las moléculas toman un nuevo sentido al estudiar las posibles interacciones de éstas a nivel celular mediante simulaciones computacionales (30,32). La estrategia anterior es un buen ejemplo de la manera en que algunos investigadores en el área de la biología han modificado su manera de pensar y se han reorganizado a fin de unir conocimientos, esfuerzos y financiamientos para así continuar con sus investigaciones.

En el mismo sentido, la propuesta del programa del Doctorado pretende contribuir con una solución a la problemática en salud, la cual requiere urgentemente un abordaje más integral para alcanzar el ideal de bienestar físico, mental y social del individuo. La transformación del currículum del doctorado gira en torno a la integración de los aspectos básicos, clínicos y socio-humanísticas de la salud, tanto en lo teórico, metodológico como actitudinal.

Por otro lado, existe aun resistencia en las instituciones de educación superior para transformar el esquema con-

vencional de la enseñanza por el paradigma del aprendizaje. En este sentido, la estrategia de formación para la docencia a través del Doctorado ha sido una innovación en el área de las ciencias básicas para apoyar a la transformación de paradigma educativo.

Nos queda claro que la medicina genómica esta ocasionando un parte aguas en la historia de los escenarios para la formación de recursos humanos en salud a nivel mundial. Vislumbramos que a consecuencia del avance científico y tecnológico de la etapa genómica del PGH, ocurrido a una velocidad más acelerada (en los últimos 10 años) que lo que la humanidad alcanzó a comprender, que su impacto en la era posgenómica actual, creará por lo menos tres escenarios. Estos escenarios son:

1. Que continúe la formación de profesionistas clínicos que deciden no involucrarse en la biología molecular en medicina, situación que aun se percibe tanto en las licenciaturas como en las especialidades médicas.
2. Que continúe por otro lado, la escuela de investigadores básicos en el posgrado obviando a la clínica sin involucrarse en los conocimientos elementales de la medicina (investigación biomédica tradicional en nuestro país), y por último
3. Que se logre en el contexto de las funciones sustantivas de las instituciones de educación superior, formar a los profesionistas en salud con un nuevo perfil acorde al paradigma científico y educativo actuales a favor de una mejor calidad en salud a nivel nacional e internacional.

Las estrategias implementadas por los miembros del DBMM de la Universidad de Guadalajara se desenvuelven en el tercer escenario.

REFERENCIAS

1. Román MS. Una reflexión sobre la formación de recursos humanos para investigación en las instituciones de educación superior. *Inv Salud*, 1999;1(1):59-60.
2. Segura OJ, Panduro CA, Villaseñor BS. Hacia un diagnóstico en salud. *Inv Salud*, 1999;1(1):3-5.
3. OPS/OMS. Análisis de Salud Regional. En: *La salud en las Américas*, Vol I, OPS/OMS, 2002. 1-89.
4. SSA. Plan Nacional de Salud, 2001-2006. SSA; 2001, 205 págs.
5. SSA. México 2001, SSA; 2002, 173 págs.
6. National Human Genome Research Institute. All about the Human Genome Project. An overview of the Human Genome Project. Disponible en: <http://www.genome.gov/12011238>
7. Collins FS. New goals for the U.S. Human Genome Project: 1998-2003. *Science*, 1999;282:682-689.
8. Venter JG, et al. The sequence of the human genome. *Science*, 2001;291:1304-1350.
9. The Genome International Sequencing Consortium. Initial sequencing and analysis of the humane genome. *Nature*, 2001;409:860-921.
10. Collins FS. Shattuck Lecture-Medical and societal consequences of the Human Genome Project. *N Eng J Med*, 1999;41(1):28-37.
11. Kaprio J. Genetic Epidemiology. *BMJ*, 2000;320:1257-9.
12. Panduro CA. Biología Molecular en la Clínica. México, McGraw-Hill Interamericana; 2000. 348 págs.
13. Guttmacher AE, Collins FS. Genomic medicine - A Primer. *N Eng J Med*, 2002;347(19):1512-1520.
14. Collins FS. A DNA polymorphism discovery resource for research on human genetic variation. *Genome Res*, 1998;8:1229-31.
15. Panduro CA, Román MS, Salcedo T (compiladores). Guía Académica del Doctorado de Biología Molecular en Medicina; Centro Universitario en Ciencias de la Salud, Universidad de Guadalajara; 2002, 65 Págs.
16. Panduro CA, Sánchez OL, Salcedo T (compiladores). Guía Académica del Servicio de Biología Molecular en Medicina. Guadalajara, Centro Universitario en Ciencias de la Salud, Universidad de Guadalajara; 2002, 54 Págs.
17. OMS. Preamble to the Constitution of the World Health Organization: International Health Conference, New York, 19-22 June, 1946. Disponible en: <http://www.who.int/about/definition/en>
18. Globalization, diets and noncommunicable diseases. Geneva, OMS, 2002. 185 págs. Disponible en: <http://www.who.int/hpr/NPH/docs/globalization.diet.and.ncds.pdf>
19. OMS. Report of a joint WHO/FAO expert consultation. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Geneva, OMS, 2003. WHO Technical Report Series 916. 149 págs. Disponible en: http://www.who.int/hpr/NPH/docs/who_fao_expert_report.pdf
20. Booth FW, Gordon SE, Carlson CJ, Hamilton MT. Waging war on modern chronic diseases: primary prevention through exercise biology. *J Appl Physiol*, 2000;88:774-787.
21. OMS. The World Health Report 2001: Mental Health: new understanding, new hope. Geneva, OMS; 2001, 169 págs. Disponible en: <http://www.who.int/whr/2001/en>
22. A Report of the Fetzer Institute/National Institute of Aging Working Group. Multidimensional Measurement of religiousness/spirituality for use in health research. 1999; 1-96. Disponible en: <http://www.fetzer.org/Resources.aspx?PageID=Resources&NavID=1>
23. Turner J. Emotional dimensions of chronic diseases. *WJM*, 2000; 172:124-128.
24. Delors J. La educación encierra un tesoro. México, Correo de la UNESCO; 1997. 302 págs.
25. Major F. Compendio de la Declaración Mundial sobre la Educación Superior para el siglo XXI. En: Conferencia Mundial sobre la Educación Superior; La Educación superior en el Siglo XXI: Visión y acción. UNESCO 1998; 2-3. Disponible en: <http://www.unesco.org/education/educprog/whuc/compendio.htm>
26. Reséndiz Nuñez D. Declaración sobre la Educación Superior en América Latina y el Caribe. En: Conferencia Mundial sobre la Educación Superior; La Educación superior en el Siglo XXI: Visión y acción. 1998; 45-59 UNESCO Disponible en: <http://www.unesco.org/education/educprog/wche/compendio.htm>
27. Elliot R, Jin OJ. Nutritional genomics. *BMJ*, 2002;324:1438-42.
28. Bray MS. Genomics, genes and environmental interaction: the role of exercise. *J Appl Physiol*, 2000;88:788-792.
29. Coulter I. Genomic medicine: the sorcerer's new broom. *West J Med*, 2001;175:424-426.
30. Service RF. Exploring the systems of life. *Science*, 1999;284:80-83.
31. Benítez BL. Complexity: The new frontier in biomedical research. *Arch Med Res*, 2000;31:1-2.
32. Hartwell LH, Hopfield JJ, Leibier S, Murray AW. From molecular to modular cell biology. *Nature*, 1999;402:C47-C52.

SONIA MARÍA ROMÁN MALDONADO*
ARTURO PANDURO CERDA**

* Profesor Investigador Titular A. Servicio de Biología Molecular en Medicina. Hospital Civil de Guadalajara "Fray Antonio Alcalde".

** Profesor-Investigador Titular C. Jefe del Servicio de Biología Molecular en Medicina, Hospital Civil de Guadalajara "Fray Antonio Alcalde".

CORRESPONDENCIA

Dra. Sonia María Román Maldonado.
Calle Hospital No. 278.
Col. Centro, 44280.
Guadalajara, Jalisco, México.
Teléfono/fax: (33) 36-14-7743.
sroman@cucs.udg.mx

CONFLICTO DE INTERÉS NO DECLARADO