

Sitio web para diseminar contenidos y recursos sobre las aplicaciones clínicas de las tecnologías ómicas

Website to disseminate contents and resources on the clinical applications of genomic technologies

Orlando Rafael Serrano Barrera, Jenny de la Caridad Hernández Betancourt

Hospital General Docente "Dr. Ernesto Guevara de la Serna". Las Tunas, Cuba.

RESUMEN

Introducción: las crecientes aplicaciones clínicas de los avances en el diagnóstico genómico y en el desarrollo de fármacos a partir de la identificación de nuevas dianas moleculares, plantean la necesidad de fomentar competencias relacionadas en los profesionales de salud.

Objetivo: diseminar contenidos publicados y recursos disponibles en un sitio web sobre las aplicaciones actuales o potenciales de la genómica en la práctica clínica, de utilidad en la docencia, la asistencia y la investigación.

Métodos: a partir de la plataforma de blogs de Infomed se construyó un sitio web configurado con una página principal y tres bloques: noticias, créditos y recursos de información. Se incluyeron cinco páginas adicionales: inmunoinformática, otros proyectos genoma, eventos, libros y otros recursos. Se diseñaron estrategias de gestión de información científica para sostener su actualización permanente.

Resultados: la relación de notas publicadas abarca diversas categorías como bases de datos, bioinformática, cáncer, capacitación, diagnóstico, farmacogenómica, medicina personalizada y tratamientos, entre otras. Se proporciona acceso a universidades, otras instituciones, bases de datos, revistas científicas, así como a libros o capítulos sobre la temática.

Conclusiones: el sitio web Medicina Genómica ha sido diseñado como colección de recursos que incrementa los niveles de conocimientos, despierta el interés y genera acciones para la promoción de los avances de la genómica en la práctica clínica.

Palabras clave: genoma humano; proyecto genoma humano; genómica; biología computacional; gestión de la información.

ABSTRACT

Introduction: The growing number in the clinical applications of genomic diagnosis advances and drug development from the identification of new molecular targets raise the need to promote related competencies in health professionals.

Objective: To disseminate published contents and resources available on a website about current or potential applications of genomics in clinical practice, useful in teaching, assistance and research.

Methods: From the blog platform of Infomed, a web site was constructed and configured with a main page and three blocks: news, credits and information resources. Five additional pages were included: immunoinformatics, other genome projects, events, books, and other resources. Scientific information management strategies were designed to support its ongoing updating.

Results: The list of published notes covers diverse categories such as databases, bioinformatics, cancer, capacity building, diagnosis, pharmacogenomics, personalized medicine and treatments, among others. It provides access to universities, other institutions, databases, scientific journals, as well as books or chapters on the subject.

Conclusions: The website on Genomic Medicine has been designed as a gathering of resources that increase knowledge levels, arouse interest and generate actions to promote the advances of genomics in clinical practice.

Key words: human genome; Human Genome Project; Genomics; computational biology; information management.

INTRODUCCIÓN

La variedad y potencialidades de los avances derivados de la secuenciación del genoma humano y de otras especies, así como de las tecnologías y proyectos relacionados, han generado expectativas acerca de los cambios que se producirán y los que ya tienen lugar en la medicina.¹ Tanto el conocimiento de las bases fisiológicas de la salud como de la fisiopatología de las enfermedades, el diagnóstico, la identificación de riesgos, la predicción de la supervivencia y el desarrollo de fármacos, entre otros, se benefician de los hallazgos en el campo de lo que ya se da en llamar como medicina genómica.² Las tecnologías ómicas incluyen la genómica, la proteómica, la transcriptómica, la metabolómica, la farmacogenómica, la bioinformática y una lista que se extiende en correspondencia con las metodologías desarrolladas y sus aplicaciones en la biología, la medicina y otras áreas relacionadas.

En número creciente las instituciones de salud del mundo comienzan a incorporar estas tecnologías a los servicios sanitarios que brindan a la población. Los grupos, departamentos y clínicas de medicina genómica se incrementan de forma progresiva, extendiéndose las posibilidades en el diagnóstico médico, la selección de fármacos, la predicción de riesgos o susceptibilidad, entre otras ventajas. Un reporte de una de esas instituciones afirma haber llegado a un diagnóstico definitivo en el 27 % de los 25 pacientes estudiados por medio de la secuenciación del genoma, en quienes anteriormente no había podido precisarse una etiología;

por ello se considera que la secuenciación del genoma es una herramienta que permite mejorar la práctica de la medicina.³

La velocidad de la introducción de tales avances en la práctica clínica ha generado la necesidad de que los profesionales y trabajadores de los sistemas sanitarios desarrollen competencias para la comprensión, aplicación e interpretación de las aplicaciones de las tecnologías ómicas en el campo de la salud.^{4,5} Numerosos trabajos han explorado los conocimientos, competencias y actitudes de estudiantes y profesionales sanitarios, así como de la población, con relación a tales aplicaciones. Un estudio que incluyó sujetos sanos, pacientes, profesionales de la salud y decisores sanitarios en Nigeria, donde las pruebas genómicas no son una práctica común, como es el caso de Cuba, reveló un limitado conocimiento al respecto.⁶ El 80 % de una muestra de médicos de asistencia en Italia reconocieron tener un conocimiento inadecuado.⁷

Las consideraciones derivadas de los resultados de las investigaciones que emplean las tecnologías ómicas impactan incluso en las metodologías de investigación en salud, en temas como la selección de las muestras, las tasas de consentimiento, la inclusión de minorías, entre otras.¹

Ya no puede verse a la genética y la genómica como especialidades aisladas, pues son transversales para todos los campos de la medicina.⁸⁻¹⁰ Por ello se comienzan a enunciar las competencias genómicas en el perfil de formación de los médicos¹¹ y, en todo caso, se habla de la necesidad de la alfabetización genómica de quienes, por el abaratamiento progresivo de estas tecnologías, asistirán a su instauración en la práctica asistencial.^{2,9,11,12}

Las herramientas derivadas de internet y la web 2.0 pueden ser de utilidad en la disseminación de información al respecto para el personal médico en formación o ya graduado. La disponibilidad de información en las redes es el primer elemento a proporcionar, en un entorno donde ese mismo medio digital es empleado para poner al alcance de los usuarios o clientes las pruebas para el diagnóstico genómico; las tecnologías informáticas son una oportunidad y un escenario para disseminar contenidos tanto al público como a las comunidades de profesionales implicados en ofrecer o interpretar los resultados de la medicina genómica.^{13,14} Los blogs han sido reconocidos como una herramienta útil, con mayor credibilidad para aquellos de actualización periódica y administrados por expertos de las ciencias de la vida.¹⁴

MÉTODOS

A partir de la plataforma de blogs de Infomed (<http://blogs.sld.cu/>) se construyó un sitio web en cuyo diseño se configuraron una página principal con tres bloques: noticias, créditos y recursos de información. Las notas a publicar se concibieron como un breve resumen con la referencia y el hipervínculo a la fuente primaria, de manera habitual un artículo científico. Mediante otros hipervínculos se conecta con bases de datos referenciales como Gene, OMIM y Ensembl, cuando en la entrada se emplean términos relativos a genes, enfermedades o cromosomas. La definición de canales de información RSS (del inglés *Really Simple Syndication*) permite el suministro mantenido de noticias a partir de diversas fuentes que se emplean para la actualización del sitio: sitios de divulgación científica (*ScienceDaily*, *MedicalNewsToday*, *EurekaAlert*), revistas de alto impacto (*Nature*, *Science*, *PNAS*, *TheNew England Journal of Medicine*, *PLoS*, entre muchas) y bases de datos bibliográficas (*PubMed*). Cada entrada publicada es clasificada por una o

varias categorías que catalogan el contenido y permiten luego su búsqueda rápida.

Se añadió un recuadro o bloque basado en RSS a partir del servicio Al Día (<http://boletinaldia.sld.cu/aldia/>), de Infomed (<http://www.sld.cu/>), para la publicación continua de noticias relacionadas con la genética. Se construyeron otros bloques en las columnas laterales, que proporcionan enlaces a bases de datos, instituciones, revistas y otros recursos de información vinculados a la genómica; siempre que fue necesario, se solicitó a Infomed el permiso de acceso a tales contenidos, disponibles libremente en internet.

Se incluyeron cinco páginas adicionales como pestañas en la barra principal: inmunoinformática, otros proyectos genoma, eventos, libros y otros recursos, para incorporar información asociada a cada una de esas temáticas.

Se construyó una lista de distribución por correo electrónico para diseminar las actualizaciones, dirigida primariamente hacia la Red Nacional de Genética de Cuba.

RESULTADOS

El sitio web Medicina Genómica está disponible en la dirección <http://blogs.sld.cu/oserranob/>, y su página de inicio es mostrada en la figura. Los blogs, basados en el principio "de uno a muchos", han sido reconocidos como una herramienta útil como parte de la web 2.0 para las acciones de formación en las ciencias médicas,^{15,16} con aplicaciones en diversas especialidades y temáticas.^{17,18} Si bien el sitio que se presenta ofrece la posibilidad de hacer comentarios, ha sido esta una opción escasamente utilizada, lo que habla de la necesidad de consolidar las actividades de alfabetización informacional que desarrollen las competencias para el uso de las oportunidades que ofrece la web 2.0.^{19,20}

La relación de posts o notas publicadas, cuyo total asciende a 588, abarca las categorías: algoritmos (72 noticias), bases de datos (69), bioética (7), bioinformática (112), biología de sistemas (30), biología sintética (15), calidad (6), cáncer (118), capacitación (20), cardiopatías (8), defectos congénitos (17), diagnóstico (387), epigenoma (5), estomatología (1), eventos (9), farmacogenómica (37), filogenética (80), genómica (214), inmunoinformática (39), medicina personalizada (69), microbioma (6), neurogenética (31), neurología (26), otros proyectos genoma (48), patógenos (120), personalidades (3), polimorfismos (171), proteómica (10), proyecto genoma humano (58), publicaciones (31), transcriptómica (5) y tratamientos (61). Complementa.

Se proporciona acceso por medio de hipervínculos a 17 universidades que han incluido la bioinformática en sus programas docentes o de investigación, así como a otras instituciones, 33 bases de datos y herramientas e igual número de revistas científicas sobre la temática (tabla 1).



Fig. Página de inicio del sitio web Medicina Genómica (fecha de consulta 17 de marzo de 2016).

Tabla 1. Recursos a los que se puede acceder desde la sección Enlaces del sitio web Medicina Genómica

Tipo de recurso	Enlaces disponibles
Base de datos biológicos	33
Revistas científicas	33
Instituciones y centros de investigación	15
Algoritmos bioinformáticos	10
Recursos sobre patógenos	3
Total	94

Inmunoinformática (<http://blogs.sld.cu/oserranob/inmunoinformatica/>) es una página sobre las aplicaciones bioinformáticas relacionadas con el sistema inmune; muestra 32 bases de datos y herramientas y 50 artículos científicos a texto completo sobre la temática.

En la página Otros Proyectos Genoma (<http://blogs.sld.cu/oserranob/proyectos-genoma/>) se relacionan algunas secuencias publicadas de otras especies, con enlace a los artículos originales donde fueron reportados; la lista de especies cuyo genoma se referencia asciende a 121.

La página de Eventos (<http://blogs.sld.cu/oserranob/eventos/>) contiene una selección no exhaustiva de actividades a celebrarse o realizadas en este campo; en el último caso se redirige hacia la publicación donde aparecen los resúmenes o trabajos completos presentados. En una página independiente, Libros (<http://blogs.sld.cu/oserranob/libros/>), aparece una relación de 21 textos o

capítulos que pueden ser leídos en línea o descargados. En Otros recursos (<http://blogs.sld.cu/oserranob/otros-recursos/>) se dispone de elementos misceláneos aunque dirigidos sobre todo a la docencia (tabla 2).

Tabla 2. Tipos de contenidos a los que se puede acceder en la página de Otros Recursos del sitio web Medicina Genómica

Tipo de recurso	Enlaces disponibles
Supercursos	18
Colecciones y series de artículos	21
Cursos en línea	7
Regulaciones y guías clínicas	4
Total	50

Por medio de breves mensajes de texto que se entregan por vía electrónica, las actualizaciones del sitio web se envían a diversos usuarios del sistema nacional de salud, con preferencia para la Red Nacional de Genética, así como a universidades del sector y otras instituciones académicas del país: el Centro Nacional y los centros provinciales de Genética Médica de Cuba, las universidades de ciencias médicas de La Habana, Las Tunas y Santiago de Cuba; las universidades de La Habana, Oriente, de Ciencias Informáticas, Central de Las Villas y la Complutense de Madrid. Alcanza de ese modo a 99 usuarios. Está referenciado en el sitio web nacional de la especialidad de Genética (<http://www.sld.cu/sitios/genetica/>), al que complementa pues se dedica a un área más particular, de intensa producción científica y con aplicaciones diversas, pero tecnologías distintivas, dentro de la medicina humana.

DISCUSIÓN

Los blogs, basados en el principio "de uno a muchos", han sido reconocidos como una herramienta útil como parte de la web 2.0 para las acciones de formación en las ciencias médicas,^{15,16} con aplicaciones en diversas especialidades y temáticas.^{17,18} Si bien el sitio que se presenta ofrece la posibilidad de hacer comentarios, ha sido esta una opción escasamente utilizada, lo que habla de la necesidad de consolidar las actividades de alfabetización informacional que desarrollen las competencias para el uso de las oportunidades que ofrece la web 2.0.^{19,20}

La diseminación de información sobre las aplicaciones en la práctica clínica de los avances en la genómica y áreas relacionadas es una de las vías para fomentar competencias entre los estudiantes y los profesionales del sector. Varios reportes han señalado la escasa preparación y, en ocasiones, la poca disposición para enfrentar los retos que genera la introducción de tales resultados y los cambios que ello puede generar en la relación médico-paciente.^{3,6,7} Diversas iniciativas, tanto en el pregrado como en el posgrado, comienzan a proponer alternativas y acciones para preparar al personal sanitario para los cambios que comienzan a darse en tal sentido; ello va desde cursos específicos, modificación de los programas de formación hasta la vinculación a actividades prácticas donde los sujetos estudien características propias y evalúen sus riesgos heredados.²¹⁻²⁴

Se incluyó la inmunoinformática como temática independiente porque ha acelerado los procesos de investigación y desarrollo de vacunas y otros fármacos relacionados con el sistema inmune.²⁵⁻²⁷ Se relaciona de forma igual con la generación de bases de datos, algunas de ellas entre las primeras bases de secuencia publicadas en la segunda mitad del siglo pasado.²⁷ En tal sentido, es necesario insistir en que las bases de datos deben ser consideradas ya una importante fuente de conocimiento científico, tanto teórico como una fuente de aplicaciones prácticas y para la investigación.^{28,29}

Es una necesidad identificada la urgencia de entrenamiento en la interpretación de la información derivada de las pruebas genéticas, junto a sus implicaciones éticas, además de una vía para llevar a vías de hecho la medicina genómica personalizada.³⁰⁻³² El acceso a fuentes de información científica actualizada es, por tanto, una acción pertinente para suplir en alguna medida tal necesidad.

La formación de los recursos humanos en todos los aspectos relacionados con la medicina genómica es ya una necesidad ineludible, por lo que deben considerarse cuantas acciones sean posibles en tal sentido.^{32,33} Las tecnologías ómicas y sus aplicaciones no aparecen aún en los contenidos de la docencia médica de pregrado en Cuba, por lo que aportar información a través de este sitio web es una acción concreta de avance en tal sentido. Los médicos han referido interés en recibir entrenamiento específico en estas tecnologías, por lo que se ha reconocido la necesidad de programas de formación en esta área.³ Son tres las direcciones en tal sentido: la inclusión en programas de pregrado, en la formación de residentes y en la re-educación de los médicos ya formados.³³ Así podrán enfrentar los desafíos que impone el atender a pacientes que pregunten al respecto o tengan resultados de este tipo de ensayos.⁷ En Cuba se incrementan los llamados de atención con relación a la necesidad y los retos de la nueva medicina, vinculada a estos avances.³⁴⁻³⁶

CONSIDERACIONES FINALES

El sitio web Medicina Genómica ha sido diseñado como una colección de recursos que incrementa los niveles de conocimientos, despierta el interés y genere acciones para la promoción de los avances de la genómica en la práctica clínica. Contiene una amplia y variada relación de recursos de información de utilidad para la práctica clínica, la docencia y la investigación en salud y en las ciencias biológicas. Su actualización periódica busca mantener al tanto a la audiencia de profesionales del sector con intereses en esta área, así como seguir las tendencias de desarrollo de la medicina genómica.

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Kerschner JE. Clinical implementation of whole genome sequencing a valuable step toward personalized care. *WMJ*. 2013 Oct [citado 11 febrero]

2016]; 112(5): 224-5. Disponible en: http://www.wisconsinmedicalsociety.org/_WMS/publications/wmj/pdf/112/5/224.pdf

2. Manolio TA, Chisholm RL, Ozenberger B, Roden DM, Williams MS, Wilson R, et al. Implementing genomic medicine in the clinic: the future is here. *Genet Med*. 2013 Apr [citado 11 febrero 2016]; 15(4): 258-67. Disponible en: <http://www.nature.com/gim/journal/v15/n4/full/gim2012157a.html>

3. Marzuillo C, De Vito C, Boccia S, D'Addario M, D'Andrea E, Santini P, et al. Knowledge, attitudes and behavior of physicians regarding predictive genetic tests for breast and colorectal cancer. *Preventive Medicine*. 2013 [citado 4 marzo 2014]; 57: 477-82. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0091743513002144>

4. Calzone KA, Jenkins J, Culp S, Bonham VL Jr, Badzek L. National nursing workforce survey of nursing attitudes, knowledge and practice in genomics. *Per Med*. 2013 Sep [citado 4 marzo 2014]; 10(7). Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3866033/>

5. Katsanis SH, Dungan JR, Gilliss CL, Ginsburg GA. Educating future providers of personalized medicine. *N C Med J*. 2013 Nov-Dec [citado 4 marzo 2014]; 74(6): 491-2. Disponible en: <http://classic.ncmedicaljournal.com/archives/?74607>

6. Fagbemi L, Adebamowo C. Knowledge and attitudes to personal genomics testing for complex diseases among Nigerians. *BMC Med Ethics*. 2014 Apr [citado 4 marzo 2014]; 15: 34. Disponible en: <http://bmcmedethics.biomedcentral.com/articles/10.1186/1472-6939-15-34>

7. Marzuillo C, De Vito C, D'Addario M, Santini P, D'Andrea E, Boccia A, et al. Are public health professionals prepared for public health genomics? A cross-sectional survey in Italy. *BMC Health Services Research*. 2014 [citado 11 febrero 2016]; 14: 239. Disponible en: <http://bmchealthservres.biomedcentral.com/articles/10.1186/1472-6963-14-239>

8. Katsanis SH, Javitt G, Hudson K. Public health. A case study of personalized medicine. *Science*. 2008 Apr 4; 320(5872): 53-4.

9. Roman M, Sutton K, Cadigan RJ, Corbie-Smith G. Community Perceptions of Genomic Research: Implications for Addressing Health Disparities. *N C Med J*. 2013 [citado 4 marzo 2014]; 74(6): 470-6. Disponible en: <http://www.classic.ncmedicaljournal.com/archives?74602>

10. Katsanis SH, Katsanis N. Molecular genetic testing and the future of clinical genomics. *Nat Rev Genet*. 2013 Jun [citado 11 febrero 2016]; 14(6): 415-26. Disponible en: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/corehtml/query/egifs/http://www.nature.com-images-lo_nrg.gif

11. Korf BR, Berry AB, Limson M, Marian AJ, MF Murray, O'Rourke PP, et al. Framework for development of physician competencies in genomic medicine: report of the Competencies Working Group of the Inter-Society Coordinating Committee for Physician Education in Genomics. *Genetics in medicine*. 2014 [citado 4 marzo 2014]; 16(11): 804-9. Disponible en: <http://www.nature.com/gim/journal/v16/n11/full/gim201435a.html>

12. Salari K, Pizzo PA, Prober CG. To Genotype or Not to Genotype? Addressing the Debate Through the Development of a Genomics and Personalized Medicine Curriculum. *AcadMed*. 2011 [citado 11 febrero 2016]; 86:925-7. Disponible en: http://journals.lww.com/academicmedicine/Fulltext/2011/08000/Commentary__To_Genotype_or_Not_to_Genotype_.9.aspx
13. Hesse BW, Arora NK, Khoury MJ. Implications of Internet Availability of Genomic Information for Public Health Practice. *Public Health Genomics*. 2012 [citado 11 febrero 2016]; 15:201-8. Disponible en: <http://www.karger.com/Article/FullText/335892>
14. Wagner L, Paquin R, Persky S. Genetics Blogs as a Public Health Tool: Assessing Credibility and Influence. *Public Health Genomics* 2012; 15:218-225. Disponible en: <http://www.karger.com/Article/FullText/336537>
15. Panahi S, Watson J, Partridge H. Social media and physicians: Exploring the benefits and challenges. *Health Informatics Journal*. July 2014 [citado 4 marzo 2014]; doi: 10.1177/1460458214540907. Disponible en: <http://jhi.sagepub.com/content/early/2014/07/16/1460458214540907.long>
16. Hollinderbäumer A, Hartz T, Ückert F. Education 2.0 - How has social media and Web 2.0 been integrated into medical education? A systematical literature review. *GMS Z Med Ausbild*. 2013 [citado 11 febrero 2016]; 30(1):Doc14. Disponible en: <http://www.egms.de/static/en/journals/zma/2013-30/zma000857.shtml>
17. Laborda Barrios Y. Servicio de referencia 2.0. Una herramienta de comunicación con el usuario. *RCIM [Internet]*. 2015 Jun [citado 26 May 2016]; 7(1): 49-55. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18592015000100006&lng=es
18. Calero Yera E, Feteira Rodríguez O, Rodríguez Roura S. Blogs sobre infecciones de transmisión sexual, VIH, SIDA y el alcoholismo como recurso informativo. *Rev. cuba. inf. cienc. salud [Internet]*. 2013 Jun [citado 26 May 2016]; 24(2): 145-59. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2307-21132013000200005&lng=es
19. Torres Lebrato L. La alfabetización informacional: una necesidad para los profesionales de la salud en Camagüey. *AMC [Internet]*. 2012 Ago [citado 26 May 2016]; 16(4): 384-6. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-02552012000400001&lng=es
20. Fernández Valdés MM. El desarrollo de competencias informacionales en ciencias de la salud a partir del paradigma de la transdisciplinariedad: una propuesta formativa. La Habana, Universidad de La Habana. 2014. Disponible en: <http://tesis.repo.sld.cu/814/>
21. Kung JT, Gelbart ME. Getting a head start: the importance of personal genetics education in high schools. *Yale J BiolMed*. 2012 Mar; 85(1): 87-92. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3313542/>
22. Sanderson SC, Linderman MD, Kasarskis A, Bashir A, Diaz GA, Mahajan MC, et al. Informed decision-making among students analyzing their personal genomes on a whole genome sequencing course: a longitudinal cohort study. *Genome Med*. 2013 Dec 30; 5(12): 113. Disponible en: <http://genomemedicine.biomedcentral.com/articles/10.1186/gm518>
-

23. Salari K, Karczewski KJ, Hudgins L, Ormond KE. Evidence that personal genome testing enhances student learning in a course on genomics and personalized medicine. *PLoSOne*. 2013 Jul 23;8(7):e68853. Disponible en: <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0068853>
24. Jordan TC, Burnett SH, Carson S, Caruso SM, Clase K, DeJong RJ, et al. A broadly implementable research course in phage discovery and genomics for first-year undergraduate students. *MBio*. 2014 Feb 4;5(1):e01051-13. Disponible en: <http://mbio.asm.org/content/5/1/e01051-13.full>
25. Patronov A, Doytchinova I. T-cell epitope vaccine design by immunoinformatics. *Open Biol*. 2013 Jan 8;3(1):120139. Disponible en: <http://rsob.royalsocietypublishing.org/content/3/1/120139>
26. Wang W, Zhang R, Liang H, Zhang H, Li F, Yu J, et al. Cancer immunoinformatics: a new assistant tool for malignant disease research. *Chin Med J (Engl)*. 2014;127(6):1149-54.
27. Lefranc MP. Immunoglobulin and T Cell Receptor Genes: IMGT(®) and the Birth and Rise of Immunoinformatics. *Front Immunol*. 2014 Feb 5;5:22. Disponible en: <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fimmu.2014.00022/abstract>
28. Institute of Medicine (US) Committee on Educating Public Health Professionals for the 21st Century. *Who Will Keep the Public Healthy? Educating Public Health Professionals for the 21st Century*. Gebbie K, Rosenstock L, Hernandez LM, editors. Washington (DC): National Academies Press (US); 2003.
29. Serrano OR. Bioinformática: una brecha en la formación en el Sistema Nacional de Salud. *Revista de Educación Médica Superior*. 2012;26(1):121-35. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412012000100013&nrm=iso
30. Ravdin JI. Personalized medicine brings genetic knowledge to bear. *WMJ*. 2010 Oct;109(5):289-90. Disponible en: http://www.wisconsinmedicalsociety.org/_WMS/publications/wmj/pdf/109/5/289.pdf
31. Yim SH, Chung YJ. Introduction to international ethical standards related to genetics and genomics. *Genomics Inform*. 2013 Dec;11(4):218-23. Disponible en: <http://genominfo.org/DOIx.php?id=10.5808/GI.2013.11.4.218>
32. Hernández JC, Serrano O. La medicina personalizada, la revolución genómica y el Sistema Nacional de Salud. *Revista Cubana de Salud Pública*. 2014;40(4):379-91. Disponible en: http://scieloprueba.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662014000400012&lng=es&nrm=iso
33. Kingsmore SK, Saunders CJ. Deep Sequencing of Patient Genomes for Disease Diagnosis: When Will It Become Routine? *Science Translational Medicine*. 15 Jun 2011;3(87):23. Disponible en: <http://stm.sciencemag.org/content/3/87/87ps23.full>
34. Espinosa Brito A. La medicina centrada en las personas y la medicina personalizada. *Medisur [Internet]*. 2015 Dic [citado 26 May 2016];13(6):920-4. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-897X2015000600017&lng=es

35. Díaz Fernández U, Rodríguez Ferreiro AO. Aplicaciones de la biotecnología en el desarrollo de la medicina personalizada. MEDISAN [revista en Internet]. 2016 [citado 26 May 2016];20(5): [aprox. 0 p.]. Disponible en: <http://medisan.sld.cu/index.php/san/article/view/764>

36. Mainet González D. Aspectos bioéticos de la farmacogenómica en la fase clínica de desarrollo de medicamentos. Rev Cubana Invest Bioméd [Internet]. 2016 Mar [citado 26 May 2016];35(1). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03002016000100006&lng=es

Recibido: 17 de marzo de 2016.

Aprobado: 5 de junio de 2016.

Orlando Rafael Serrano Barrera. Hospital General Docente "Dr. Ernesto Guevara de la Serna", Las Tunas, Cuba.

Correo electrónico: <mailto:orlandosb@infomed.sld.cu>