



Los contenidos ómicos en los planes de estudio D y E de la carrera Medicina en Cuba

Omics contents in syllabi D and E in undergraduate medical studies in Cuba

Orlando Rafael Serrano-Barrera^{1,2} , Hernán Fera-Ávila³ 

¹Hospital General Docente Dr. Ernesto Guevara de la Serna. Las Tunas. ²Universidad de Ciencias Médicas de Las Tunas.

³Universidad de Las Tunas. Las Tunas, Cuba.

Recibido: 6 de enero de 2024

Aprobado: 15 de febrero de 2024



RESUMEN

Fundamento: os cambios en la práctica y la investigación médicas, derivados del proyecto genoma humano y la paulatina implementación del modelo de medicina de precisión, imponen nuevas demandas a la formación del personal de la salud.

Objetivo: evaluar el grado en que los contenidos ómicos han sido integrados a los planes de estudio vigentes en la carrera Medicina, en Cuba.

Métodos: se revisaron los planes de estudio D y E, que coexisten en la carrera Medicina en Cuba, así como los programas de las asignaturas de los currículos base, propio y optativo/ electivo, aprobados y vigentes en la Universidad de Ciencias Médicas de Las Tunas. Se emplearon, para la búsqueda, los términos relacionados con los contenidos ómicos.

Resultados: se documentaron cinco asignaturas que incluyeron tales contenidos: Genética Médica, Farmacología I, Morfofisiología I, Informática Médica y Biología Molecular. Ninguna de las asignaturas del ciclo clínico, incluidas las quirúrgicas, dieron tratamiento a los contenidos ómicos, lo que también sucede con la bibliografía básica en cada caso. Solo se abordan definiciones, descripciones, relaciones; se enuncian algunas aplicaciones y no se declaran habilidades ni elementos axiológicos.

Conclusiones: ha sido limitada la integración de los contenidos ómicos al currículo de la carrera Medicina, circunscrita a algunas asignaturas de los ciclos básico y preclínico, del proceso enseñanza aprendizaje, de la carrera Medicina y nula en las asignaturas del ciclo clínico.

Palabras clave: MEDICINA DE PRECISIÓN; TECNOLOGÍAS ÓMICAS; CONTENIDOS ÓMICOS; PROCESO ENSEÑANZA APRENDIZAJE; MEDICINA.

Descriptor: MEDICINA GENÓMICA; ESTUDIANTES DE MEDICINA; MEDICINA DE PRECISIÓN; APRENDIZAJE DEL SISTEMA DE SALUD.

INTRODUCCIÓN

Los resultados del Proyecto Genoma Humano (PGH) han sido divulgados desde inicios del presente siglo hasta la actualidad. ⁽¹⁾ Su ejecución e impactos, han

ABSTRACT

Background: changes in medical practice and research, derived from the Human Genome Project, and the progressive implementation of the precision medicine model, pose new demands for healthcare personal education.

Objective: to assess the extent omics contents have been integrated to current syllabi for undergraduate medical studies in Cuba.

Methods: syllabi D and E, in use in undergraduate medical studies in Cuba, were reviewed, as well as subjects programs in basic, own and optative/ elective curricula at the University of Medical Sciences of Las Tunas. Terms related to omics contents were used for search strategies.


Results: five subjects were found to include such contents: Medical Genetics, Pharmacology I, Morphophysiology I, Medical Informatics and Molecular Biology. No subjects from the clinical area, not even those related to surgical rotations, treated omics contents, as it was the case for basic bibliography in each case. Only definitions, descriptions and relations were found, as well as certain applications, but no skills or values were presented.

Conclusions: it has been limited the integration of omics contents in the syllabi of medical studies, circumscribed to some subjects from the basic and preclinical areas in the teaching and learning process, but absent in the subjects of the clinical areas.

Keywords: PRECISION MEDICINE; OMICS TECHNOLOGIES; OMICS CONTENTS; TEACHING AND LEARNING PROCESS; MEDICINE.

Descriptors: GENOMIC MEDICINE; STUDENTS, MEDICAL; PRECISION MEDICINE; LEARNING HEALTH SYSTEM.

Translated into English by:

Julio César Salazar Ramírez 

estado vinculados al desarrollo de las tecnologías ómicas: genómica, transcriptómica, proteómica, metabolómica, farmacogenómica y bioinformática, entre muchas otras. ⁽²⁾ La introducción progresiva de



Citar como: Serrano-Barrera OR, Fera-Ávila H. Los contenidos ómicos en los planes de estudio D y E de la carrera Medicina en Cuba. Revista Electrónica Dr. Zoilo E. Marinello Vidaurreta. 2024; 49: e3687. Disponible en: <https://revzoilomarinellosld.sld.cu/index.php/zmv/article/view/3687>.

tales tecnologías en las ciencias de la salud, ha configurado a la medicina de precisión como un nuevo modelo de atención sanitaria.⁽³⁾

Los cambios en la práctica y la investigación médicas derivados del PGH y la paulatina implementación del modelo de medicina de precisión, imponen nuevas demandas a la formación del personal de la salud. Entre otras alternativas, se requiere la integración de contenidos en los planes de estudio,⁽⁴⁾ lo cual es pertinente para los contenidos ómicos, expresión didáctica de los avances y aplicaciones de las tecnologías ómicas en la práctica clínica.

Existen experiencias diversas al respecto, como la introducción de contenidos sobre genómica y bioinformática en los estudios de Biología, de varios niveles de educación en Estados Unidos,⁽⁵⁾ así como de Farmacogenética en la carrera Farmacia, en España y Arabia Saudita.⁽⁶⁾ Dentro de las ciencias médicas, los limitados conocimientos de enfermeras sobre genómica, han sido reconocidos en varios países desarrollados,⁽⁷⁾ así como de África⁽⁸⁾ y América Latina.⁽⁹⁾

Para la Medicina se abordaron los contenidos ómicos, inicialmente, como necesidad de la preparación posgraduada,⁽¹⁰⁾ en diversas especialidades, así como para el asesoramiento genético y la atención oncológica.⁽¹¹⁾ Tales iniciativas responden al hecho de que, incluso en países que disponen de tales tecnologías, los médicos aún no tienen un conocimiento adecuado de la medicina de precisión.⁽¹²⁾

En relación con el proceso enseñanza aprendizaje de la carrera Medicina, la evaluación de contenidos relacionados con la medicina genómica en facultades médicas de Estados Unidos de América, Canadá y Perú, arrojó una escasa representatividad y sistematización.^(13,14)

Igualmente, estudiantes de Medicina en Uruguay, Hong Kong y Arabia Saudita, consideran no haber sido formados adecuadamente para la medicina genómica, no estar motivados para dedicarse a la medicina de precisión, o no tener una adecuada incorporación de los contenidos relacionados en la carrera, respectivamente.^(15,16)

Teniendo en cuenta que tratar es una de las acciones básicas del médico, uno de los retos identificados para la implementación de la farmacogenómica, es la limitada preparación de los profesionales de la salud en esta área.⁽¹⁷⁾ En este caso, Jia et al, reportaron un escaso conocimiento de los médicos en China sobre el tema.⁽¹⁸⁾ Apenas un 7,3 % de estudiantes saudíes, mostraron un nivel adecuado de conocimientos sobre las influencias genéticas, en las reacciones adversas a medicamentos.⁽¹⁹⁾

No puede hablarse de contenidos ómicos en la carrera Medicina, con anterioridad a las etapas más avanzadas de la secuenciación del genoma humano. Como cabría esperar, los planes de estudio y

programas de disciplinas y asignaturas que precedieron a la realización del referido proyecto internacional, esto es, antes del año 2000, no incluían tales contenidos. Para evaluar el grado en que han sido integrados a los planes de estudio vigentes en la carrera Medicina en Cuba, se realizó la investigación cuyos resultados aquí se presentan, como un diagnóstico de partida que conduzca a la evaluación de propuestas de solución.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se revisaron los planes de estudio D y E, que coexisten en la carrera Medicina en Cuba, en sus componentes: modelo del profesional, plan del proceso docente y los programas de las disciplinas. También, los programas de las asignaturas de los currículos base, propio y optativo/electivo, aprobados y vigentes en la Universidad de Ciencias Médicas de Las Tunas. Se tuvieron en cuenta los conocimientos, habilidades y valores declarados en cada caso. También, las propuestas de tareas docentes o actividades que se mencionaran, sugirieran o ejemplificaran en las orientaciones metodológicas, según fuera el caso.

Se consideraron como indicadores:

- Presencia de los contenidos ómicos en los planes de estudio y programas de disciplinas y asignaturas de la carrera Medicina.
- Presencia de los contenidos ómicos en la bibliografía de los planes de estudio y programas de disciplinas y asignaturas de la carrera Medicina.

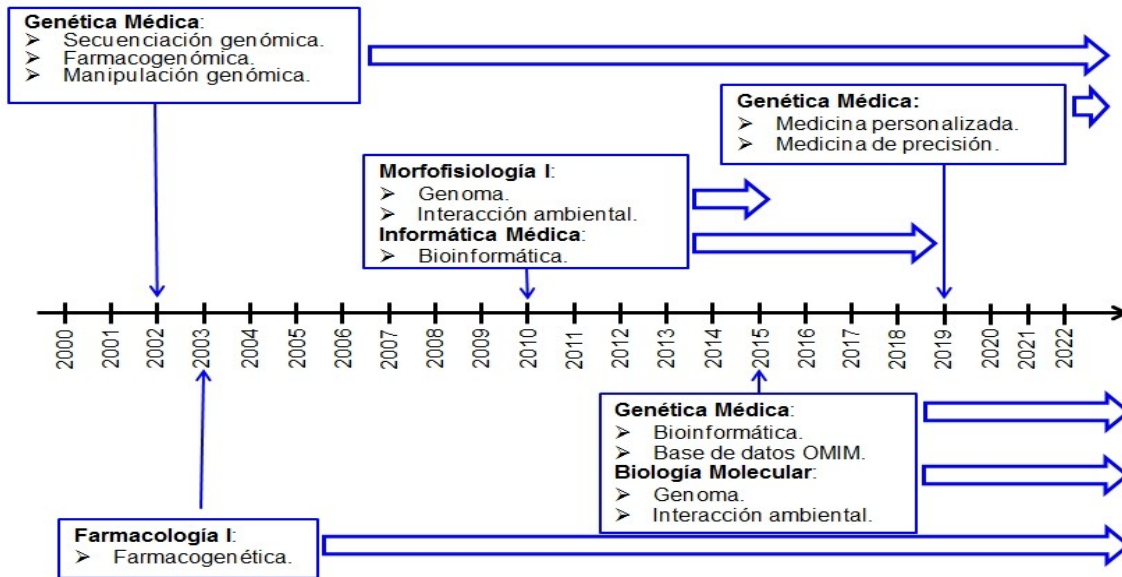
Se emplearon, para la búsqueda, los términos relacionados con los contenidos ómicos: genoma, genoma humano, genómica, transcriptómica, metatranscriptómica, proteómica, metabolómica, microbioma, farmacogenómica, bioinformática, medicina genómica, medicina personalizada, medicina de precisión.

Se registraron los años, naturales o académicos, en que se integraron los contenidos, así como el tiempo de permanencia en el plan o programa.

RESULTADOS

En el caso del proceso enseñanza aprendizaje de la carrera Medicina en Cuba, el hito inicial en la integración de contenidos ómicos se produjo en el curso 2001-2002, cuando se incorporó al currículo la asignatura Genética Médica, que se imparte desde entonces en el cuarto semestre de dicha carrera. En total, se documentaron cinco asignaturas que incluyeron tales contenidos. Además de la ya mencionada, también lo hicieron: Farmacología I, Morfofisiología I, Informática Médica y Biología Molecular; todas pertenecen al currículo base y solo se mantienen en el plan E, Genética Médica, Farmacología I y Biología Molecular. En la **imagen 1**, puede observarse cómo ha ocurrido en el tiempo tal proceso de integración en la carrera.

IMAGEN 1. Representación temporal de la integración y permanencia de los contenidos ómicos en las asignaturas de los planes de estudio de la carrera Medicina



La **tabla 1**, resume y compara la integración de los contenidos ómicos en las asignaturas Biología Molecular, Informática, Farmacología I y Genética Médica, de los planes de estudio D y E en la carrera Medicina.

En la asignatura Genética Médica, entre los aspectos a destacar de su programa analítico en el año de referencia, están que:

- declaró su primer objetivo educativo, en función de la relevancia del estudio del genoma humano sobre la teoría y la práctica de las ciencias médicas;
- entre los contenidos de sus temas describió la organización del genoma e incluyó la secuenciación del mismo;
- abordó la farmacogenómica entre los contenidos relativos a las terapias, en el último tema del programa;
- trató el componente axiológico, al llamar la atención sobre los peligros de la manipulación del genoma.

El programa de esa asignatura, fue actualizado en los años 2005, 2010, 2015 como parte del cambio hacia el plan de estudio D, y en 2019 por la implementación del plan E. En 2010, se declaró por primera vez el sistema de habilidades, en el cual no se mencionó ninguna relacionada con los contenidos ómicos, y así se ha mantenido hasta el actual plan E.

El libro de texto Introducción a la Genética Médica, bibliografía básica,⁽²⁰⁾ tiene contenidos similares a lo descrito para esta, aborda la secuenciación del ADN y define la farmacogenética y la farmacogenómica.

En las orientaciones metodológicas para la asignatura se sugirió:

- Vinculación con la bioinformática.
- Utilización del catálogo en línea OMIM (*Online Mendelian Inheritance in Man*).

- Utilización de la farmacogenética, como concepto.

El programa de la asignatura Farmacología I y su texto básico, Farmacología General,⁽²¹⁾ solo mencionan, en el tema introductorio, la farmacogenética como una de las ramas de la Farmacología. En esta asignatura, que se imparte en el quinto semestre, la referencia a la farmacogenética, aparece tanto en la modificación del plan de estudio del año 2010, como en los planes D y E, de 2015 y 2019, respectivamente.

Como parte del perfeccionamiento del plan de estudio vigente en el año 2010, el programa de la asignatura Morfofisiología I, integrada a partir de las ciencias básicas biomédicas en el año 2007,⁽²²⁾ e impartida en el primer semestre de la carrera, incorporó la definición de genoma y declaró como un objetivo temático la interacción entre el genoma y los factores externos.

En el mismo 2010, la asignatura Informática Médica, en el primer año de la carrera, recogió en sus contenidos a la bioinformática, como una de las temáticas novedosas a tratar en un seminario sobre el impacto de la informática en las ciencias de la salud. Así se mantuvo en el plan de estudio D, pues no fue contemplada en el plan E.

La asignatura Biología Molecular, que apareció en el plan D, del año 2015, incluye, entre sus temas, la organización del genoma en eucariontes, y hace referencia, en un objetivo general, a la influencia de los factores ambientales en el genoma. Las habilidades formuladas no recogen acciones relacionadas con los contenidos ómicos. En el tomo II del texto básico Bioquímica Médica se describe en un capítulo, la organización del genoma en eucariontes, con énfasis en las características del genoma humano.⁽²³⁾

TABLA 1. Contenidos ómicos incluidos en los programas de asignaturas del currículo base, planes de estudio D y E, carrera Medicina

Plan de estudio	Conocimientos	Habilidades	Valores	Tareas docentes	Fuentes bibliográficas
Asignatura Biología Molecular					
D	Organización del genoma en eucariontes. (En tema 5)	-	-	-	Biología Molecular, 2015.
E	Organización del genoma en eucariontes: Genoma humano. (En tema 5)	-	-	-	Biología Molecular, 2017.
Asignatura Informática					
D	-	-	-	Preguntas o temáticas novedosas y polémicas que deben incluir: Bioinformática. (En tema 2)	-
E	La asignatura no aparece en el plan de estudio E				
Asignatura Farmacología I					
D	Principales ramas: Farmacogenética. (En tema 1)	-	-	-	Farmacología General, 2002.
E	Principales ramas: Farmacogenética. (En tema 1)	-	-	-	Farmacología General, 2002.
Asignatura Genética Médica					
D	Organización del genoma humano. (En tema 1) Secuenciación. (En tema 4) Relación genoma ambiente. (En tema 6) Farmacogenómica y farmacoterapia y su papel en el tratamiento de defectos genéticos. (En tema 8)	Revisar el sitio OMIM en línea	Protección al hombre, a su familia y a la comunidad: poner la tecnología en función de la salud del hombre y no a la inversa.	Estimular en el estudiante la curiosidad de investigar continuamente la relación genoma ambiente. Que el estudiante utilice los conceptos de fármaco-genética, predisposición y susceptibilidad genética.	Introducción a la Genética Médica, 2011. Catálogo OMIM.
E	Organización del genoma humano. (En tema 1) Secuenciación. (En tema 4) Relación genoma ambiente. (En tema 6) Farmacogenómica y farmacoterapia y su papel en el tratamiento de defectos genéticos. (En tema 8)	Revisar el sitio OMIM en línea	Protección al hombre, a su familia y a la comunidad: poner la tecnología en función de la salud del hombre y no a la inversa.	Estimular en el estudiante la curiosidad de investigar continuamente la relación genoma ambiente y motivar al estudiante a utilizar los conceptos de medicina personalizada, farmacogenética.	Introducción a la Genética Médica, 2011. Catálogo OMIM.

DISCUSIÓN

Las limitaciones en la formación del personal sanitario sobre la medicina de precisión y las tecnologías ómicas, han sido identificadas entre los

aspectos que han dificultado su aplicación en la práctica clínica. ⁽¹⁹⁾ En tal sentido, una reunión de expertos de 26 países llamó a los gobiernos y agencias internacionales a reconocer la importancia



de la implementación de la medicina genómica y a promover la educación al respecto, tanto en la formación inicial como en la permanente. ⁽²⁴⁾

Igualmente, la Organización Mundial de la Salud recomienda integrar la genómica a los programas médicos de formación inicial, con especial énfasis en los países que no han tenido acceso a las tecnologías ómicas. ⁽²⁵⁾ Tal limitación se presenta en otros países; en Cuba, la integración de los contenidos ómicos a la práctica clínica tiene entre sus pilares a los recursos humanos altamente capacitados. ⁽¹⁰⁾

Los dos elementos más relevantes que llaman la atención, a partir de los resultados encontrados en el presente estudio, son:

- el limitado número de asignaturas en el proceso enseñanza aprendizaje de la carrera Medicina que, a partir del año 2000, e incluso, tras la implantación de los planes de estudio D y E, en 2015 y 2019, respectivamente, han integrado los contenidos ómicos; y
- es particularmente significativo el hecho de que ello suceda con las disciplinas y asignaturas del ciclo clínico, cuyos objetivos se dirigen a la prevención y la atención a las enfermedades y los pacientes, así como a la promoción de la salud, áreas que ya se benefician con la introducción, en la práctica clínica, de la medicina de precisión.

La asignatura Genética Médica es la que aborda más elementos, sobre todo conocimientos. En la fundamentación de su programa se reconoció que el acelerado desarrollo de la Genética Molecular, impulsado por el PGH y los conocimientos derivados del mismo, han cambiado la visión clásica de la herencia biológica.

Hay aquí, en opinión de los autores de esta investigación, un primer momento que destaca por la aparición en el currículo de la carrera Medicina de dos contenidos ómicos (secuenciación del genoma y farmacogenómica) en los contenidos de una asignatura y la aproximación a los valores de la profesión desde la responsabilidad en el uso de las manipulaciones genéticas.

Igualmente, la mención de la bioinformática y de uno de los recursos relacionados con este contenido, como el catálogo OMIM, ha sido un paso significativo para enriquecer el proceso enseñanza aprendizaje, de la carrera Medicina, desde una perspectiva integradora, al tiempo que conjuga los conocimientos de la biología humana con un enfoque cuantitativo y experimental, que potencia el perfil investigativo del futuro profesional.

La bioinformática se distingue, entre los contenidos ómicos, porque su objeto no son las moléculas biológicas: se encarga del estudio de herramientas y recursos computacionales que permiten extraer, almacenar, organizar, procesar, analizar, visualizar, modelar, interpretar, predecir o relacionar los datos obtenidos con el resto de esas tecnologías especializadas, a fin de generar información valiosa para la toma de decisiones médicas. ⁽²⁶⁾ Precisamente ya se había destacado la importancia y

necesidad del uso de las bases de datos ómicos en el proceso formativo de los profesionales de la salud. ⁽²⁷⁾ Por ello, es extremadamente limitada su integración en solo dos asignaturas.

En el caso de Farmacología, no se connota la relevancia del contenido farmacogenómica, como eje interdisciplinar, para las asignaturas consecuentes en el plan de estudio, en las que resulta importante para enriquecer los contenidos clínicos, en cuanto al tratamiento de las enfermedades. Ello, teniendo en cuenta que la farmacogenómica, se relaciona con la influencia de las características del genoma del individuo, en la respuesta a los medicamentos y, por tanto, en la dosis que aquel necesita y el riesgo de reacciones adversas. ⁽²⁸⁾

Como puede apreciarse, no se consideraron otros contenidos ómicos entre los requeridos a tratar, particularmente los relacionados con las aplicaciones diagnósticas, ni se alude a la posibilidad de integración con las asignaturas precedentes y consecuentes en el plan de estudio que ya los habían incorporado. Es importante insistir en el hecho de que ninguna de las asignaturas del ciclo clínico, incluidas las quirúrgicas, den tratamiento a los contenidos ómicos, lo que también sucede con la bibliografía básica en cada caso.

Vale llamar la atención que el diseño de los actuales planes de estudio ofrece la posibilidad de diseñar cursos propios u optativos/electivos, para dar respuesta a necesidades propias o emergentes y, particularmente, a los avances científicos y tecnológicos en los campos relacionados con el contenido de la carrera, como es el caso que se discute en este artículo, con la medicina de precisión. ⁽²⁹⁾ En este sentido, se ha reportado una propuesta de asignatura introductoria a las tecnologías ómicas, ⁽³⁰⁾ que puede igualmente servir como referente sobre el tratamiento a esos contenidos.

No obstante, se debe tener en cuenta que la incorporación de los contenidos ómicos en el proceso enseñanza aprendizaje de la carrera Medicina no fue posible hasta la publicación de los resultados del PGH. También, que algunas asignaturas ya tratan dichos contenidos y los incluyen en algunos de los textos presentados como bibliografía básica. Los contenidos integrados son diversos, pues abordan, desde los aspectos moleculares del genoma humano, hasta otros vinculados a la práctica clínica, como la farmacogenética y la secuenciación.

A partir de lo descrito hasta aquí, en relación con los contenidos ómicos vinculados al proceso enseñanza aprendizaje de la carrera Medicina, se puede considerar que ha sido escaso el tiempo transcurrido desde la primera inclusión de tales contenidos en los planes de estudios, al igual que el número de disciplinas y asignaturas que los tratan y reducido el número de textos que, empleados como bibliografía, los recogen.

En general, a los efectos de esta investigación, puede concluirse que ha sido limitada la integración

de los contenidos ómicos al currículo de la carrera Medicina, circunscrita a algunas asignaturas de los ciclos básico y preclínico del proceso enseñanza aprendizaje de la carrera Medicina, y nula en las asignaturas del ciclo clínico. En cuanto a su alcance, tales contenidos solo abordan definiciones,


descripciones, relaciones; enuncian algunas aplicaciones, sobre todo a nivel de conocimientos, con escasa vinculación con la práctica clínica y la investigación científica en salud. No se declaran habilidades ni elementos axiológicos vinculados con los contenidos ómicos.


REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. Nurk S, Koren S, Rhie A, Rautiainen M, Bzikadze AV, Mikheenko A, et al. The complete sequence of a human genome. *Science* [revista en internet]. 2022 [citado 10 de enero 2024]; 376(6588): 44-53. Disponible en: <https://doi.org/10.1126/science.abj6987>.
2. Serrano-Barrera OR, Feria-Ávila H, Marcheco-Teruel B. Conocimientos sobre las tecnologías ómicas y medicina personalizada en estudiantes de Medicina. *EDUMECENTRO* [revista en internet]. 2020 [citado 10 de enero 2024]; 12(2): 59-75. Disponible en: https://www.revedumecentro.sld.cu/index.php/edumc/article/view/1460/html_570.
3. Serrano-Barrera OR, Hernández-Betancourt JC. Website to disseminate contents and resources on the clinical applications of genomic technologies. *Educ. Med. Super.* [revista en internet]. 2017 [citado 10 de enero 2024]; 31(1): 114-124. Disponible en: <http://ems.sld.cu/index.php/ems/article/view/908>.
4. Lozano A. El impacto de la medicina de precisión en el currículo médico. *Rev. Methodo* [revista en internet]. 2019 [citado 10 de enero 2024]; 4(2): 31-33. Disponible en: [https://doi.org/10.22529/me.2019.4\(2\)01](https://doi.org/10.22529/me.2019.4(2)01).
5. Whitley KV, Tueller JA, Weber KS. Genomics Education in the Era of Personal Genomics: Academic, Professional, and Public Considerations. *Int. J. Mol. Sci.* [revista en internet]. 2020 [citado 10 de enero 2024]; 21(3): 768. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ijms21030768>.
6. Algahtani M. Knowledge, Perception, and Application of Pharmacogenomics Among Hospital Pharmacists in Saudi Arabia. *Risk Management and Healthcare Policy* [revista en internet]. 2020 [citado 10 de enero 2024]; 13(2020): 1279-1291. Disponible en: <https://doi.org/10.2147/rmhp.s267492>.
7. Calzone KA, Kirk M, Tonkin E, Badzek L, Benjamin C, Middleton A. The Global Landscape of Nursing and Genomics. *J. Nurs. Scholarsh.* [revista en internet]. 2018 [citado 10 de enero 2024]; 50(3): 249-256. Disponible en: <https://doi.org/10.1111%2Fjnu.12380>.
8. Adejumo PO, Kolawole IO, Ojo IO, Ilesanmi RE, Olorunfemi O, Tijani WA. University students' knowledge and readiness to practice genomic nursing in Nigeria. *International Journal of Africa Nursing Sciences* [revista en internet]. 2021 [citado 10 de enero 2024]; 15: 100371. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ijans.2021.100371>.
9. Lopes-Júnior LC, Bomfim E, Flória-Santos M. Genetics and Genomics Teaching in Nursing Programs in a Latin American Country. *J. Pers. Med.* [revista en internet]. 2022 [citado]; 12(7): 1128. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/jpm12071128>.
10. Serrano-Barrera OR, Hernández-Betancourt JC, Feria-Ávila H, Marcheco-Teruel B. Conocimientos sobre tecnologías ómicas en médicos que inician estudios de especialidad en la atención secundaria. *Educación Médica Superior* [revista en internet]. 2019 [citado 10 de enero 2024]; 33(2). Disponible en: <http://www.ems.sld.cu/index.php/ems/article/view/1569>.
11. Hoxhaj I, Beccia F, Calabrò GE, Boccia S. A Web Screening on Training Initiatives in Cancer Genomics for Healthcare Professionals. *Genes* [revista en internet]. 2022 [citado 10 de enero 2024]; 13(3): 430. Disponible en: <https://doi.org/10.3390%2Fgenes13030430>.
12. Boyer MS, Widmer D, Cohidon C, Desvergne B, Cornuz J, Guessous I, et al. Representations of personalised medicine in family medicine: a qualitative analysis. *BMC Primary Care* [revista en internet]. 2022 [citado 10 de enero 2024]; 23(37). Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12875-022-01650-w>.
13. Plunkett-Rondeau J, Hyland K, Dasgupta S. Training future physicians in the era of genomic medicine: trends in undergraduate medical genetics education. *Genetics in Medicine* [revista en internet]. 2015 [citado 10 de enero 2024]; 17(11): 927-934. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/gim.2014.208>.
14. Ñique-Carbajal C, Pérez-Loaiza J, Mestanza-Quispe J. Genomic medicine in the schools of Medicine of Peru: Medicina genómica en las escuelas de Medicina del Perú. *Rev. Fac. Med. Hum.* [revista en internet]. 2020 [citado 10 de enero 2024]; 20(1). Disponible en: <https://doi.org/10.25176/RFMH.v20i1.2705>.
15. Chai-Cheung NY, Fong-Fun JL, Chung-Ng YN, Sang-Wong WH, Yan-Chung Cch, Yu-Mak ChCh, et al. Perception of personalized medicine, pharmacogenomics, and genetic testing among undergraduates in Hong Kong. *Human Genomics* [revista en internet]. 2021 [citado 10 de enero 2024]; 15(54). Disponible en: <https://humgenomics.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40246-021-00353-0>.

16. El Naggar MA. Needs Assessment to Incorporate Saudi Human Genome Project and Personalized Medicine into Saudi Undergraduate Medical Curriculum. *J. Nat. Sci. Med.* [revista en internet]. 2023 [citado 10 de enero 2024]; 6(1): 12-7. Disponible en: http://dx.doi.org/10.4103/jnsn.jnsn_10_21.
17. Wu J. Integrating Pharmacogenomics Into Treatments: Rationales, Current Challenges, and Future Directions. *Georgetown Medical Review* [revista en internet]. 2022 [citado 10 de enero 2024]; 6(1). Disponible en: <https://doi.org/10.52504/001c.37021>.
18. Jia T, Wu C, Hu X, Li S, Zhang X, Cai Y, et al. Physicians' Knowledge, Attitude, and Experience of Pharmacogenomic Testing in China. *J. Pers. Med.* [revista en internet]. 2022 [citado 10 de enero 2024]; 12(12). Disponible en: <https://doi.org/10.3390/jpm12122021>.
19. Bakry S, Ujaimi M, Alharthi T, Alsufyani A, Alsharif H, Al-Zahrani S, Mufti A. The Assessing Knowledge, Awareness, and Attitudes Towards Personalised, Genomic, and Pharmacogenomics Medicine in Health Students at Umm Al-Qura University: A Cross-Sectional Study: Knowledge, Awareness, and Attitudes towards Personalised, Genomic, and Pharmacogenomics Medicine. *SMHJ* [revista en internet]. 2022 [citado 10 de enero 2024]; 2(1): 7-16. Disponible en: <https://doi.org/10.54293/smhj.v2i1.26>.
20. Lantigua-Cruz A. Introducción a la genética médica [en línea]. 2da ed. La Habana: Editorial Ciencias Médicas; 2011 [citado 10 de enero 2024]. Disponible en: <http://www.bvscuba.sld.cu/libro/introduccion-a-la-genetica-medica-2da-ed/>.
21. Morón FJ. Farmacología clínica [en línea]. La Habana: Editorial Ciencias Médicas; 2009 [citado 10 de enero 2024]. Disponible en: http://www.bvs.sld.cu/libros_texto/farmacologia_clinica/indice_p.htm.
22. Vela-Valdés J, Salas-Perea RS, Pujals VN, Quintana-Galende ML, Pérez-Hoz G. Planes de estudio de Medicina en Cuba de 1959 a 2010. *Educ. Med. Super.* [revista en internet]. 2016 [citado 10 de enero 2024]; 30(1). Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=68711>.
23. Cardellá L, Hernández R. Bioquímica médica [en línea]. 2da ed. La Habana: Editorial Ciencias Médicas; 2020 [citado 10 de enero 2024]. Disponible en: <http://www.ecimed.sld.cu/2013/09/25/1720/>.
24. Ginsburg GS. A Global Collaborative to Advance Genomic Medicine. *The American Journal of Human Genetics* [revista en internet]. 2019 [citado 10 de enero 2024]; 104(3): 407-409. Disponible en: <https://doi.org/10.1016%2Fj.ajhg.2019.02.010>.
25. Organización Mundial de la Salud. Acelerar el acceso a la genómica en pro de la salud mundial: promoción, aplicación, colaboración y cuestiones éticas, jurídicas y sociales: informe del Consejo Científico de la OMS [en línea]. Ginebra: OMS; 2022. [actualizado 12 de julio 2022; citado 4 de marzo 2024]. Disponible en: <https://www.who.int/es/publications/i/item/9789240052857>.
26. Zidan AM. Bioinformatics in personalized medicine: clinical analysis of personal genetic data [tesis] Egypt: University of Sadat City; 2021 [citado 10 de enero 2024]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.11669.45284>.
27. Serrano-Barrera OR. Las bases de datos biológicas y la nueva formación médica. *Revista Electrónica Dr. Zoilo E. Marinello Vidaurreta* [revista en internet]. 2013 [citado 10 de enero 2024]; 38(10). Disponible en: <https://revzoilomarinellosld.cu/index.php/zmv/article/view/436>.
28. Keeling NA. Sustainable Future In The Implementation Of Clinical Pharmacogenomics [tesis]. Estados Unidos: The University of Mississippi; 2019 [citado 10 de enero 2024]. Disponible en: <https://egrove.olemiss.edu/etd/1929/>.
29. Resolución 47/22. Reglamento Organizativo del Proceso Docente y de Dirección del Trabajo Docente y Metodológico para las Carreras Universitarias [en línea]. Argentina: Ministerio de Educación Superior; 2022. [citado 10 de enero 2024]. Disponible en: https://siteal.iiep.unesco.org/sites/default/files/sit_accion_files/cuba_resolucion47-2022.pdf.
30. Serrano-Barrera OR, Feria-Ávila H, Marcheco-Teruel B. Propuesta de la asignatura Introducción a las Tecnologías Ómicas para los currículos propio u optativo/electivo de la carrera Medicina. *Revista Electrónica Dr. Zoilo E. Marinello Vidaurreta* [revista en internet]. 2020 [citado 10 de enero 2024]; 45(6). Disponible en: <https://revzoilomarinellosld.cu/index.php/zmv/article/view/2373>.

Contribución de los autores

Orlando Rafael Serrano-Barrera |  <https://orcid.org/0000-0002-2605-6999>. Participó en: conceptualización e ideas; metodología; investigación; análisis formal; visualización; redacción del borrador original; redacción, revisión y edición final.

Hernán Feria-Ávila |  <https://orcid.org/0009-0002-8725-6940>. Participó en: Participó en: conceptualización e ideas; metodología; análisis formal; redacción, revisión y edición final.



Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

Este artículo está bajo una [licencia de Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional](#), los lectores pueden realizar copias y distribución de los contenidos por cualquier medio, siempre que se mantenga el reconocimiento de sus autores.