

ANÁLISIS HOLÍSTICO DE NUEVOS DESAFÍOS, PARADIGMAS TECNOLÓGICOS Y FUNDAMENTOS BIOÉTICOS EN LA MEDICINA FUTURISTA.

HOLISTIC ANALYSIS OF NEW CHALLENGES, TECHNOLOGY PARADIGMS AND BIOETHICAL FUNDAMENTALS ON FUTURISTIC MEDICINE

Autores:

Dr. Roberto Eduardo Aguirre Fernández.*

Afiliación: Universidad Técnica de Machala.

República del Ecuador.

reaguirre@utmachala.edu.ec

Dr. Sixto Chiliquinga Villacis

Afiliación: Universidad Técnica de Machala.

República del Ecuador.

schiliquinga@utmachala.edu.ec

Dr. Roberto Eduardo Aguirre Posada

Afiliación: Hospital “Humberto Molina Astudillo”

República del Ecuador.

aguirrep10@gmail.com

Dr. Miguel Eduardo Aguirre Posada.

Afiliación: Hospital Provincial Materno Infantil “Fe del Valle”

Manzanillo, Cuba.

miguel9112@nauta.cu

Resumen:

Se realiza una revisión del estado actual de las tecnologías que están revolucionando la atención médica a nivel mundial, realizando un análisis de su utilidad actual y hacia dónde se dirige la atención médica en el futuro, realizando reflexiones sobre las innovaciones y transformaciones que constantemente se producen y que ocasionarán cambios en los enfoques médicos dando origen a la medicina traslacional. Se enfoca el papel que juega actualmente la nanotecnología y su papel en la farmacología del futuro, así como la genética y la robótica, estableciéndose comparaciones entre las investigaciones por países y el estado actual en la América Latina. Se analiza como influirán los nuevos adelantos científicos en la bioética y en la medicina futura y como puede dar a lugar el fenómeno del transhumanismo. Se emiten reflexiones que involucran a las nuevas tecnologías de la información y comunicación y el papel que podrán jugar en el futuro.

Palabras claves: biotecnología, nanotecnología, genética, bioética.

INTRODUCCION:

La medicina del siglo XXI será el punto de fusión de numerosas tecnologías, algunas que comienzan a ser aplicadas y otras que serán desarrolladas, innovadas y creadas en un marco multidisciplinario, interdisciplinario y transdisciplinario, en donde la práctica médica será cada vez más tecnicista, menos invasiva y con mejores resultados, en un campo de acción donde los gastos en materia de salud van en aumento y su costo en muchos países imposibles de mantener, por lo que la medicina que no resolverá los problemas que aparezcan (medicina reactiva) sino una medicina de avanzada donde se utilice una medicina proactiva (Hood & Flores, M.2012) fundamentada en las 4P : prevención, predicción, promoción y participación. La medicina traslacional cuyo objetivo es facilitar la transición de la investigación básica en aplicaciones clínicas que redunden en beneficio de la salud (Becú-Villalobos, 2014), se fundamenta en la investigación, se caracteriza por estrategias metodológicas variadas, trabajo interdisciplinario y una comprensión de la complejidad subyacente (Bernaes,2015). Ese avance metodológico, holístico, integrador, con carácter heurístico debe de tener una base científica y técnica basada en la innovación, transformación y creación de nuevos conocimientos que permitan el establecimientos de una estructura totalmente articulada en fundamentos biológicos, biotecnológicos, genéticos, psicológicos y sociales, a través de la optimización de la bioingeniería, nanotecnología, genética y epigenética, terapia génica, proteómica y microarrays en 3D entre otros nuevas tecnologías, interrelacionando las tecnologías de la comunicación logrando conseguir un sistema de salud accesible, de calidad, y donde los nuevos conocimientos y métodos técnicos no logren despersonalizar la función del médico ni violar los aspectos bioéticos teniendo como paradigma la consecución de una salud de excelencia.

MATERIAL Y MÉTODO:

Se realizó una revisión de los cinco últimos años en las bases de datos relacionados con la medicina que incluyeron a Pub Med, Cochrane, Scopus y Google Scholar, para visualizar en primera instancia las ultimas herramientas tecnológicas al servicio de la medicina, su aplicabilidad actual y el futuro de cada una de ellas. Se realiza un breve análisis por el autor de cada de la tendencia tecnológica actual, así como la posible transformación o innovación que pudiera experimentarse en los próximos años.

Se trata de ir articulando las nuevas tecnologías con el uso actual y futuro, las transformaciones que surgirán en los paradigmas de atención médica y los cambios bioéticos que tendrán que enfrentarse. Se comparan los procesos de investigación sobre nanotecnologías, las investigaciones publicadas, así como la implementación de la robótica en el mundo y el papel actual de América Latina en la investigación e implementación de estos nuevos procesos tecnológicos. Se realizan conclusiones que pudieran servir de una posible guía de los cambios paradigmáticos que sufrirá la salud pública en el futuro.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

Reflexiones sobre tecnologías aplicadas a la medicina que actualmente sufren innovaciones y transformaciones. Creación de nuevas formas de diagnósticos y tratamiento.

La ingeniería ha dejado de ser una bioingeniería creadora de equipos y medios tecnológicos a trabajar multidisciplinariamente en la aplicación y comprensión de las estructuras de más pequeñas dimensiones, pasando del análisis del átomo al análisis de las estructuras subatómicas y su posible aplicación en el diagnóstico y cribaje de enfermedades (Rodriguez et al., 2016) y en la formulación de nuevos fármacos que penetren y actúen en las ultraestructuras celulares lo que abre nuevos campos en el tratamiento del cáncer y otras enfermedades cuyos tratamientos aun no son satisfactorios (Suzuki et al., 2016). La genética y la mejor comprensión de las estructuras y función proteica que origina la descripción de un adecuado proteoma (Wilkin, 1994), la epigenética, la metabolómica, los microarrays y los microarreglos en 3D llevan implícito una transformación en la educación médica lo que aunado con la utilización de las tecnologías de la información y comunicación en todos los sentidos (docencia, asistencia, investigación, e integración de grupos profesionales y de pacientes, elevarán a un alto nivel la medicina en los próximos años.

Establecimiento de prioridades para nuevas tecnologías:

- Farmacología del futuro.

Las nuevas tecnologías que tratan de escrudñar hasta dimensiones infinitesimales como la nanotecnología está siendo utilizada para el gran azote de la humanidad: el cáncer. La evidencia dice que las células cancerosas tienen mayor permeabilidad y retención permitiendo el pasaje de elementos de mayor volumen lo que permite utilizar drogas que actúen de manera específica en células cancerosas (Daraee et al., 2016).

La nanotecnología, promete ser la revolución de las revoluciones tecnológicas o mejor, la tercera revolución industrial. Se perfila como un conjunto de revoluciones tecnológicas multidisciplinarias que permitirá a la sociedad maximizar la eficiencia en los procesos productivos y sociales (Quintili, 2012). La importancia que le dan los países a la investigación y aplicación se resume en el cuadro 1.

Cuadro 1

PUESTO POR PAÍSES EN PATENTES OBTENIDAS SOBRE NANOTECNOLOGÍA EN EUROPA Y ESTADOS UNIDOS.2015

Puesto	País	Patentes en oficinas en USA (USPTO)	Patentes en oficinas en Europa (EPO)	Razón entre patentes USPTO y EPO
1	EE.UU	5321	266	20
2	Corea del Sur	1253	201	6.23
3	Japón	873	288	3.03
4	Taiwán	688	30	22.93
5	China	554	95	5.83
6	Alemania	454	190	2.39
7	Francia	326	125	2.61
8	Reino Unido	212	33	6.42
9	Canadá	191	11	17.36
10	Holanda	166	30	5.53

Por Latinoamérica Brasil ocupa el puesto 29. Tomado de: <http://statnano.com/news/53225> (PUBLICACIÓN OPEN ACCES)

La traducción de estos datos nos dice que los países desarrollados son los que se mantiene a la vanguardia en la investigación sobre nanotecnología y evidentemente existe la necesidad de formar recursos humanos e invertir en los países en vías de desarrollo.

Además la farmacología irá buscando modular la respuesta de los individuos utilizando fármacos más específicos que actúan de manera variable según las características genéticas del paciente (farmacogenética) y su objetivo es mejorar la eficacia y seguridad farmacológica a través de una terapia personalizada (Valdes & Yin., 2016), así la farmacogenómica se basa en el estudio de polimorfismos asociados con una alteración de la actividad o expresión de las proteínas que metabolizan, transportan o son blancos de acción de drogas (Belloso & . 2010) , ambos aspectos mejoraran la especificidad de las drogas según las características genéticas evitando la toxicidad.

Aún más el estudio de los mecanismos modificadores de cromosomas que cambian la plasticidad fenotípica de una célula u organismo (epigenética) (Krause et al, 2016). El descubrimiento de fármacos es un proceso complejo y costoso en el cual convergen diversas áreas del conocimiento. En años recientes métodos computacionales se han integrado a este esfuerzo multidisciplinario para el diseño y desarrollo de fármacos asistidos por computadoras (Saldívar-González et al, 2016), además de su utilización para simulación, prácticas y creación de programas docentes e investigativos (Aoki et al, 2016).

Genética y la medicina futura.

La Interpretación de los resultados de todo el estudio de la posible asociación en el asociación genoma aún no existe y esto permitirá el hallazgo de nuevas asociaciones genéticas. En consecuencia, existe una necesidad urgente de métodos basados en datos para la interpretación de los estudios de asociación genética. El análisis conjunto de genes puede identificar las vías etiológicas y alteraciones funcionales, por lo que originaría nuevos conocimientos biológicos (Pers, T. H. 2016). Los recientes avances en el campo de la biología sintética han permitido el diseño de circuitos complejos de genes que pueden estar vinculados con el metabolismo del huésped para detectar de forma autónoma biomarcadores específicos de enfermedades para luego reprogramarlas para producir y liberar sustancias terapéuticas de una manera autosuficiente y automática y así restablecer el equilibrio fisiológico del huésped y prevenir de la progresión de la enfermedad (Schukur y Fussenegger, 2016). Así se dan los primeros pasos en la creación de algoritmos genéticos, que es un paradigma de la optimización computacional inspirado en el concepto de evolución biológica como ocurre en el cáncer, con lo cual se realiza el cruce y la mutación de cromosomas de los descendientes (padres) lo cual ayudaría a definir potenciales enfermos basado en la selección de categorías utilizando clasificadores específicos (Aalaei et al, 2016). Los datos de todo el genoma son cada vez más importante en la evaluación clínica de las enfermedades humanas. Trabajos recientes han demostrado que la integración sistemática de datos fenotipos clínicos con el genotipo de información puede mejorar los flujos de trabajo de diagnóstico y priorización de las variantes raras (James 2016). Los primeros lugares en investigaciones genéticas están destinados para países desarrollados de tres continentes: América del Norte, Europa y Asia. En América Latina solo cinco países clasifican entre los primeros cincuenta puestos, lo que denota limitaciones económicas, de recursos humanos y visión estratégica.

CUADRO 2

RELACIÓN DE LOS PRIMEROS DIEZ PAÍSES EN EL MUNDO Y LOS PRIMEROS CINCO DE LATINO AMÉRICA EN INVESTIGACIONES PUBLICADAS EN SITIOS INDEXADOS HASTA SEPTIEMBRE 2016.

SJR Scimago Journal & Country Rank					
Lugar	País	Numero de documentos	Documentos que han sido citados	Citaciones por medicamentos	H index
1	Estados Unidos	9360233	8456050	21.66	1783
2	China	4076414	4017123	5.93	563
3	Reino Unido	2624530	2272675	19.35	1099
4	Alemania	2365108	2207765	17.31	961
5	Japón	2212636	2133326	13.76	797
6	Francia	1684479	1582197	16.82	878
7	Canadá	1339471	1227622	19.17	862
8	Italia	1318466	1217804	15.85	766
9	India	1140717	1072927	7.41	426
10	España	1045796	966710	14.16	648
15	Brasil	669280	639527	8.96	412
29	México	232828	221611	9.9	316
37	Argentina	159172	150927	12.35	300
45	Chile	101841	97250	11.82	257
50	Colombia	60402	57407	7.75	186

Tomado de: <http://www.scimagojr.com/countryrank.php>. Visitado 08/oct/2016/

Nuevos paradigmas para el tratamiento quirúrgico de pacientes.

En los últimos cincuenta años se ha avanzado con la cirugía robótica, tele cirugía, tele robótica, tele presencia y tele asesoría, influyendo de manera directa o indirecta en la intervención quirúrgica. El enfoque robótico mejora la técnica laparoscópica, manteniendo la ventaja adicional de la disminución del dolor, estadía, recuperación rápida y la estética, teniendo dos tendencias: la expansión mundial donde solo hasta diciembre del 2015 se habían instalado 3745 sistemas Da Vinci en el mundo (Jeong 2016) . Los robots quirúrgicos se han previsto para superar las limitaciones y ampliar las capacidades de los cirujanos humanos, que les permite realizar tareas precisas y reproducibles (Bravo 2015). Su funcionamiento se basa en los puntos fuertes y débiles de la cirugía laparoscópica, siendo capaz de evitar el efecto de punto de apoyo, superar la limitada gama de movimientos y la percepción de profundidad, y descartar el temblor fisiológico cirujano, manteniendo su carácter mínimamente invasivo (Stefanidis 2010).

La cirugía robótica o la cirugía asistida por ordenador es un sistema interactivo rápido e intuitivo que permite a la computadora para desaparecer de la mente del cirujano, que detecta tan real el entorno generado por el sistema. A través de la realidad virtual, el cirujano define las maniobras que el robot realiza en el paciente. La cirugía robótica o la cirugía asistida por ordenador es un sistema interactivo rápido e intuitivo que permite a la computadora detectar tan real el entorno generado por el sistema. A través de la realidad virtual, el cirujano define las maniobras que el robot realiza en el paciente (Bravo 2015). La cirugía de tele presencia robótica se basa en dos conceptos fundamentales: la realidad virtual y la cibernética. La realidad virtual consigue unos efectos de inmersión en 3D, la navegación, la interacción y la simulación en tiempo real, haciendo realidad lo que el cirujano ve y toca. La cibernética hace posible la digitalización del movimiento, promoviendo el desarrollo de piezas articuladas mecánicas programados con grados de movimiento, cámaras, sensores, almacenamiento de información y procesamiento de datos (Bravo.2015). La cirugía de tele presencia utiliza robots esclavos que no están programados para hacer ningún movimiento sin la orden del cirujano, y por lo tanto son completamente dependientes de su juicio, conocimientos y habilidades. Tiene una estructura que se asemeja a la anatomía de los brazos y articulaciones humanas, pero superior a su rango natural de movimiento y aumentar el grado de libertad. Sin embargo la brecha entre países desarrollados y subdesarrollados es evidente, en América Latina tenía instalados solo 26 robots quirúrgicos, la mayor parte en Brasil (Cuadro 3). El futuro de la cirugía robótica debe estar dirigido a realizar intervenciones quirúrgicas con mayor eficacia y en lugares de difícil acceso (vía trans oral) y obtener equipos con brazos más pequeños con mayor número de movimientos.

CUADRO 3

PRINCIPALES ZONAS CON SISTEMAS ROBÓTICOS DA VINCE ESTABLECIDOS HASTA 2015

ZONA	SISTEMAS ROBÓTICOS ESTABLECIDOS	PORCENTAJE A NIVEL MUNDIAL
ESTADOS UNIDOS	2474	66.1
EUROPA	632	16.8
ASIA	462	12.3
RESTO DEL MUNDO	177	4.8
TOTAL MUNDIAL		100

Tomado de: <http://phx.corporate-ir.net/phoenix.zhtml?c=122359&p=irol-irhome>

La bioética con las nuevas tecnologías en el futuro.

El hombre ha comenzado a utilizar métodos que alejan la relación médico paciente para lograr el diagnóstico y el tratamiento y esto se incrementara en el futuro inmediato. No habrá necesidad de un seguimiento estricto para lograr un diagnóstico, debido a que este se realizara con biomarcadores y estudios de imágenes cada vez más complejos. El tratamiento quirúrgico se realizará utilizando como intermediario a los robots, de ahí que el cirujano sea el manejador de esos instrumentos. La nanotecnología llevara los fármacos a sitios celulares específicos e incluso dentro de células malignas, muchos de los efectos indeseables no existirán pues se realizara una terapia personalizada, la prevención de enfermedades y la curación de muchas de ellas será a través de terapia génica, todo esto conllevara a una posibilidad mayor de vida, siempre y cuando exista equidad. Un desafío futuro serán los costos de esos servicios debido al envejecimiento poblacional y se necesitarían mayor participación en la atención de ancianos.

Pero la tecnología llevara a la formación de hombres con mezclas genéticas no solo de dos progenitores, se crearan genes sintéticos y ya se ha planteado la posibilidad de crear un bebe sintético (Ledford 2016) lo que plantea un nuevo problema en la paternidad. Los principios básicos epistemológicos de la bioética de autonomía, beneficencia, no maleficencia y justicia deberán ser mantenidos, pero con nuevos paradigmas en las diferentes fases de la actuación médica; en la prevención, restablecimiento, diagnóstico y tratamiento de enfermedades enfrentados a actuaciones multidisciplinarias. La eugenesia puede dar origen a la aparición de formas solapadas o abiertamente defensoras de razas superiores, incluso con la manipulación genética de generaciones futuras que incluyen el campo de la medicina en el deporte con la aparición del llamado dopaje genético y la aparición del fenómeno del transhumanismo (Herazo-Bustos et al 2015) donde se concibe al ser humano actual como una especie en transición hacia una verdadera perfección biológica y psicológica en contraposición a las crisis futuras como la ambiental y la espiritual y en donde se mezclan inexorablemente el binomio sociedad y salud.

Conclusiones: La tecnología actual si bien le da solución a algunos problemas actuales, aún no ha sido capaz de dominar enfermedades como el cáncer, enfermedades cardiovasculares e infecciones como el síndrome de inmunodeficiencia adquirida. La utilización de la nanotecnología, la genética y la robótica provocarán cambios en los paradigmas de enfrentamiento a estas y nuevas enfermedades y esto provocará cambios importantes en la bioética que deberán ser tenidos en cuenta para evitar la deshumanización de la atención médica futura.

Bibliografía:

1. Aalaei, S., Shahraki, H., Rowhanimanesh, A., & Eslami, S. (2016). Feature selection using genetic algorithm for breast cancer diagnosis: experiment on three different datasets. *Iranian Journal of Basic Medical Sciences*, 19(5), 476-482.
2. Aoki, Y., Sundqvist, M., Hooker, A. C., & Gennemark, P. (2016). PopED lite: an optimal design software for preclinical pharmacokinetic and pharmacodynamic studies. *Computer methods and programs in biomedicine*, 127, 126-143.
3. Becú-Villalobos, Damasia. (2014). Medicina traslacional, ¿moda o necesidad?. *Medicina (Buenos Aires)*, 74(2), 170-172. Recuperado en 05 de octubre de 2016, de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0025-76802014000200018&lng=es&tlng=es.
4. Belloso, Waldo H., & Redal, María A. (2010). La farmacogenómica y el camino hacia la medicina personalizada. *Medicina (Buenos Aires)*, 70(3), 265-274. Recuperado en 06 de octubre de 2016, de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0025-76802010000300013&lng=es&tlng=es
5. Bernales, Margarita, Cabieses, Báltica, Obach, Alexandra, & Maturana, Andrés. (2015). Investigación traslacional en salud: un camino para la investigación pragmática e interdisciplinaria. *Revista médica de Chile*, 143(1), 128-129. <https://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872015000100020>
6. Bravo, R., Arroyave, M. C., Trépanier, J. S., & Lacy, A. M. (2016). Robotics in General Surgery: Update and Future Perspectives. *Advances in Robotics & Automation*, 2015.
7. Daraee, H., Etemadi, A., Kouhi, M., Alimirzalu, S., & Akbarzadeh, A. (2016). Application of liposomes in medicine and drug delivery. *Artificial cells, nanomedicine, and biotechnology*, 44(1), 381-391.

8. Herazo-Bustos, M. I., & Cassiani-Miranda, C. A. (2015). Humanismo y poshumanismo: dos visiones del futuro humano. *Revista Salud Uninorte*, 31(2), 394-402.
9. Hood, L. & Flores, M. (2012). A personal view on systems medicine and the emergence of proactive P4 medicine: predictive, preventive, personalized and participatory. *New Biotechnology*, 29(6), 613-624. <http://dx.doi.org/10.1016/j.nbt.2012.03.004>
10. James, R. A., Campbell, I. M., Chen, E. S., Boone, P. M., Rao, M. A., Bainbridge, M. N., ... & Shaw, C. A. (2016). A visual and curatorial approach to clinical variant prioritization and disease gene discovery in genome-wide diagnostics. *Genome Medicine*, 8(1), 13.
11. Jeong, W., Kumar, R., & Menon, M. (2016). Past, present and future of urological robotic surgery. *Investigative and clinical urology*, 57(2), 75-83.
12. Krause, Bernardo J, Castro-Rodríguez, José A., Uauy, Ricardo, & Casanello, Paola. (2016). Conceptos generales de epigenética: proyecciones en pediatría. *Revista chilena de pediatría*, 87(1), 4-10. <https://dx.doi.org/10.1016/j.rchipe.2015.12.002>
13. Ledford, H. (2016). CRISPR: gene editing is just the beginning. *Nature*, 531(7593), 156-159. <http://dx.doi.org/10.1038/531156a>
14. Pers, T. H. (2016). Gene set analysis for interpreting genetic studies. *Human Molecular Genetics*, ddw249. doi:10.1093/hmg/ddw24. <http://hmg.oxfordjournals.org/citmgr?gca=hmg%3Bddw249v2>
15. Quintili, Mario. (2012). Nanociencia y Nanotecnología... un mundo pequeño. *Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación. Ensayos*, (42), 125-155. Recuperado en 06 de octubre de 2016, de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1853-35232012000400010&lng=es&tlng=es
16. Rodrigues, J., Paulovich, F., de Oliveira, M., & de Oliveira, O. (2016). On the convergence of nanotechnology and Big Data analysis for computer-aided diagnosis. *Nanomedicine*, 11(8), 959-982. <http://dx.doi.org/10.2217/nnm.16.35>
17. Saldívar-González, F., Prieto-Martínez, F. D., & Medina-Franco, J. L. (2016). Descubrimiento y desarrollo de fármacos: un enfoque computacional. *Educación Química*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eq.2016.06.002>
18. Schukur, L. & Fussenegger, M. (2016). Engineering of synthetic gene circuits for (re-)balancing physiological processes in chronic diseases. *Wires Syst Biol Med*, 8(5), 402-422. <http://dx.doi.org/10.1002/wsbm.1345>

19. Stefanidis D, Wang F, Korndorffer JJ, Dunne JB, Scott DJ (2010) [Robotic assistance improves intracorporeal suturing performance and safety in the operating room while decreasing operator workload. SurgEndosc 24: 377-82. doi:10.1007/s00464-009-0578-0](#)
20. Suzuki, R., Omata, D., Oda, Y., Unga, J., Negishi, Y., & Maruyama, K. (2016). Cancer therapy with nanotechnology-based drug delivery systems: applications and challenges of liposome technologies for advanced cancer therapy. *Nanomaterials in Pharmacology*, 457-482. [http://link.springer.com/protocol/10.1007/978-1-4939-3121-7_23](#)
21. Valdes, R., & Yin, D. T. (2016). Fundamentals of Pharmacogenetics in Personalized, Precision Medicine. *Clinics in Laboratory Medicine*, 36(3), 447-459. [http://dx.doi.org/10.1016/j.cll.2016.05.006](#)