

¿Hacia dónde va la medicina?

Fabrizio González-Andrade¹

¹ Facultad de Ciencias Médicas,
Universidad Central del Ecuador.
Especialista en Medicina Interna y
Genética Médica.

Rev Fac Cien Med (Quito), 2014; 39(1): 5-14

Tratar de predecir el futuro es un arte que aún nadie consigue. Sin embargo, se podría predecir los cambios que se aproximan, en la práctica de la medicina en el futuro mediato, sobre la base del desarrollo científico y tecnológico de los últimos años. Este breve ensayo pretende realizar un análisis sobre la incorporación de nuevos conocimientos en la formación del médico en nuestro país. Esta es una visión futurista de la medicina, que pretende incorporar nuevos contenidos en la formación del médico general ecuatoriano. Para facilitar la lectura, este documento se ha estructurado en tres componentes:

1. El enfoque: las perspectivas globales en salud.
2. Los nuevos contenidos: las tecnologías en medicina y en el cuidado de la salud, los retos de la ingeniería biomédica.
3. Las nuevas competencias: hacia un nuevo médico ecuatoriano.

El enfoque: las perspectivas globales en salud

Para el año 2014, existen 2.420 escuelas de medicina a nivel mundial, y además, 467 escuelas o departamentos de salud pública, y un indeterminado número de instituciones educativas de educación superior de enfermería, que capacitan a cerca de un millón de nuevos médicos, enfermeras, parteras y profesionales de salud pública cada año en el mundo. Las carencias institucionales graves son exacerbadas por la mala distribución de los profesionales, entre países como dentro de los mismos¹.

Cuatro países, China, India, Brasil y Estados Unidos, tienen cada uno más de 150 escuelas de medicina, mientras que 36 países no tienen facultades de medicina en absoluto^{1,2}. Estos 26 países están en el África sub-sahariana, donde tienen en promedio una o no hay escuelas de medicina². Este desequilibrio se incrementa con el tamaño de la población y la carga de la enfermedad. En Ecuador existen actualmente 22 escuelas de medicina.

Se estima que el gasto mundial total para la educación de profesionales de la salud, es de más de 100 millones de dólares al año, de nuevo con grandes disparidades entre los países. Esta cantidad representa menos del 2% de los gastos de salud en todo el mundo, que es un gasto modesto para la mano de obra y talento que impulsa la industria de la salud. El costo promedio global por graduado es de USD \$113.000 para estudiantes de medicina, y USD \$46.000 para las enfermeras, con los costos unitarios más altos en América del Norte y los más bajos en China.¹ No se ha calculado el costo en Ecuador pero se estima que podría bordear los US\$50.000, en las universidades públicas, calculando un promedio anual de US\$8.000 por 6 años de carrera. Se requieren estudios económicos más apropiados para estimar este coste.

Por otro lado, algunos investigadores plantean la visión de que los profesionales de la salud en todo los países, deben ser educados para movilizar el conocimiento, así como para participar en el razonamiento crítico y la conducta ética de modo, que sean competentes para participar en



Este artículo está bajo una licencia de Creative Commons de tipo Reconocimiento – No comercial – Sin obras derivadas 4.0 International Licence

Correspondencia: Fabrizio González-Andrade • Facultad de Ciencias Médicas Universidad Central del Ecuador • Correo electrónico: fabriziogonzaleza@gmail.com
Recibido: 12/12/13 • Aceptado: 10/02/14

el sistema de salud y en la atención centrada en el paciente, con equipos sensibles y conectados a nivel mundial. El propósito es asegurar la cobertura universal de salud, la alta calidad de los servicios, los servicios integrales, que son esenciales para avanzar en la equidad en salud dentro y entre los países.³⁻⁵

La implementación de esta visión requerirá una serie de reformas educacionales e institucionales, que deben ser guiadas por resultados transformadores del aprendizaje y la interdependencia en la educación. Se considera al aprendizaje transformativo como el más alto de los tres niveles sucesivos de aprendizaje, pasando de informativo a formativo y de ésta a transformativo. El aprendizaje informativo consiste en la adquisición de conocimientos y habilidades, su propósito es producir expertos. El aprendizaje formativo trata de socializar a los estudiantes alrededor de valores, su propósito es producir profesionales. El aprendizaje transformativo se trata de desarrollar el atributo del liderazgo, su propósito es producir el cambio iluminado. Este último es el modelo ideal.^{1,3-5}

Una educación eficaz basa cada nivel en el anterior. Como un resultado valioso, el aprendizaje transformador implica tres cambios fundamentales: la búsqueda; el análisis y síntesis de información para la toma de decisiones; el logro de las competencias básicas para el trabajo en equipo eficaz, en los sistemas de salud; y desde la adopción crítica de modelos educativos pero creativos, así como también la adaptación de los recursos mundiales para abordar las prioridades locales.^{3,4}

La interdependencia es un elemento clave en este enfoque, ya que pone de relieve las formas en que diversos componentes interactúan entre sí. Como resultado deseable, la interdependencia en la educación también implica tres cambios fundamentales: la armonización de los sistemas de educación y salud; la formación de redes, alianzas y consorcios; y desde las instituciones el aprovechamiento de los flujos globales de contenido educativo, la enseñanza, los recursos e innovaciones.

Las reformas educativas deben: adoptar enfoques de competencia impulsadas por el diseño transformativo; adaptar estas competencias a los rápidos cambios locales y las condiciones sobre los recursos mundiales;

promover la educación interprofesional y transprofesional que rompa el aislamiento profesional, al mismo tiempo que mejora las relaciones de colaboración y jerárquicas en equipos eficaces; explotar el poder de la información y la tecnología para el aprendizaje; fortalecer los recursos para la educación, con especial énfasis en la formación del profesorado; y promover una nueva profesionalidad que utiliza competencias como criterios objetivos para la clasificación de profesionales de la salud, y que se desarrolla un conjunto común de valores en torno a la responsabilidad social.

Los retos de la salud global

En el inicio del siglo 21 los principales retos globales incluyen a las amenazas ambientales, las inequidades y desigualdades, los hábitos de vida relacionados con las epidemias (por ejemplo la obesidad y las adicciones), las enfermedades crónicas NO transmisibles (ECNT), el crecimiento demográfico y el envejecimiento, la pobreza, el desempleo y el bienestar, la violencia de género, la resistencia antimicrobiana, los conflictos armados, el bioterrorismo, la seguridad humana, y las pandemias.¹⁻⁴

Existen importantes desafíos de salud en los países en desarrollo. Por ejemplo, se estima que dos mil millones de personas no tienen acceso a procedimientos quirúrgicos de ningún tipo, en comparación de cuatro mil millones que son capaces de someterse a una cirugía. En países desarrollados, cerca de mil millones de personas están desnutridas. Las personas con sobrepeso u obesidad se han incrementado a lo largo del mundo, que causan diabetes, enfermedades del corazón y presión arterial alta. El África subsahariana tiene el 24% de la carga de morbilidad mundial pero sólo el 3% de todos los recursos del mundo, y el 1% de todos los médicos.¹⁻⁴

Las mayores desigualdades hoy en día, se encuentran dentro de los mismos países en lugar de entre los países, y el mayor número de personas que viven en la pobreza absoluta se encuentran ahora en los países de ingresos medios. En los próximos 20 años, las ECNT costarán más de USD\$ 30 billones, lo que representa el 48% del PIB mundial, calculado en el 2010. Esto empujará a millones de personas debajo del umbral de la pobreza.^{2,3}

A nivel global, el 52% de la población son mujeres,

el 48% son hombres, el 80% viven en pobreza, el 70% tienen algún grado de analfabetismo, el 50% tiene hambre y malnutrición, tan sólo el 1% tiene grado universitario, y el 1% dispone de una computadora. De ellos, 1.300 millones de personas viven en el mundo desarrollado, mientras 5.700 millones de personas en el mundo en desarrollo. Por ello se necesita un nuevo balance que apunte a las inequidades globales.^{3,14}

Las 2.420 escuelas de medicina entrenan a ~389.000 médicos que servirán a 7 mil millones de personas. El tamaño del territorio muestra una desproporción entre los médicos y la población que sirven. La mayor concentración del 50% de los médicos viven en territorios con menos de un quinto de la población mundial.¹

Por otro lado, vivimos en una sociedad medicalizada. No se entiende el proceso de curación sin la presencia de medicamentos. Como ejemplo, basta citar que cerca de 4 mil millones de prescripciones fueron recetados en USA en el 2011. En el Reino Unido se prescribieron 961 millones de medicamentos, con un costo aproximado de 14 mil millones de dólares americanos, casi el 70% de todo lo prescrito en una década. Se estima que en el 2012 hubo 50 millones de prescripciones de anti-depresivos, en comparación con 20 millones prescritos en 1.999. Se podría decir, que existe una píldora para cada enfermedad.¹⁻⁴

En relación a los cambios del paradigma emergente del medio ambiente y la salud de la población, el crecimiento exponencial de la población es insostenible en un planeta finito, el cambio es inevitable. Sin el cambio apropiado, los sistemas de salud no serán capaces de satisfacer nuestras necesidades futuras. Un nuevo paradigma requiere una nueva visión del mundo, compatible con nuestras necesidades como seres humanos y también un mundo externo que sea compatible con las necesidades de nuestro ecosistema.⁵

Todo lo anterior, nos lleva a concluir que el modelo actual de la formación del médico tiene varias limitaciones, que sin ser las únicas son las más importantes, entre ellas:¹⁵

1. Existe discrepancia entre las competencias y las necesidades de salud.
2. El trabajo en equipo es sumamente débil.

3. Hay estratificación de género.
4. Existe predominio del hospital sobre la atención primaria.
5. Hay un gran desequilibrio del mercado de trabajo.
6. Un liderazgo débil para el sistema de salud.
7. Existe fracaso en el desempeño de la práctica médica.

Por lo tanto, los resultados de la educación deben orientarse al cambio y a las necesidades del sistema de atención de salud. La identificación de necesidades plantea una re-conceptualización del pregrado y del currículo médico, y a su vez, en un componente macro, a re-diseñar nuestro modelo de salud.

Filosofía y contenidos

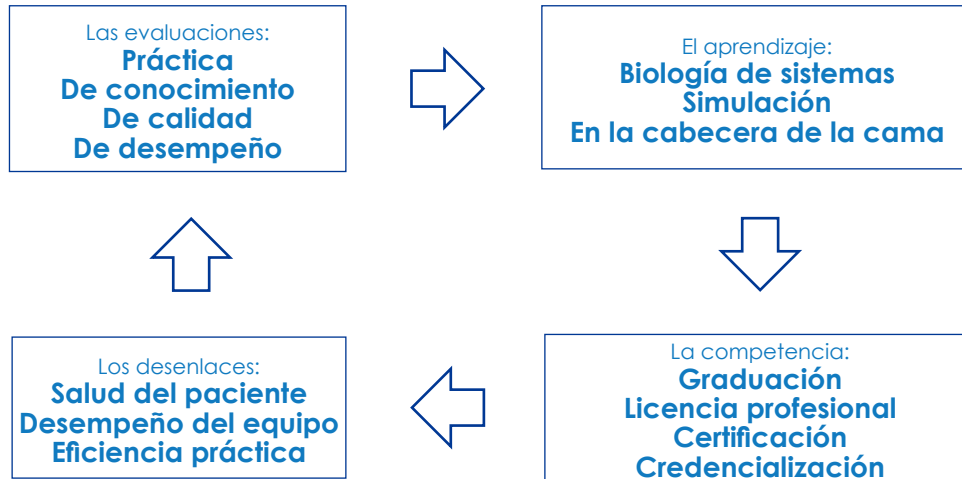
La taxonomía actual se basa en signos y síntomas y en una sobrecarga de la información científica, sobrecarga en cantidad pero pobre en calidad. La nueva taxonomía se desarrolla sobre la medicina de la precisión, dada por las redes del conocimiento que integran los datos en todos los niveles de la biología humana, y en la información común depositada en repositorios de todos los pacientes.

En otras palabras, la medicina actual debería traducir la vasta información científica desde el sitio de estudio hasta la cabecera del paciente. Un ejemplo de lo dicho, es la incorporación del estudio de los genes a la sociedad, que implica dos principios básicos: el primero, que el fenotipo está dado por factores internos y externos, y el segundo, dado porque la expresión de la enfermedad que se segrega a lo largo de un continuo dependiente del riesgo.⁹ A este proceso se lo ha llamado Medicina Traslacional, o mejor entendida como medicina traductiva.

Todo este proceso debe garantizar, a través de mecanismos biológicos, que el aprendizaje se adhiera en nuestro sistema nervioso, y por lo tanto se genere profesionales competentes. Estos mecanismos biológicos incluyen:

- a. El efecto del espaciamento: exposiciones permanentes y continuas producen memoria a largo plazo.⁶
- b. El efecto vívido: lo vívido produce activación del hipocampo y memoria episódica. Vívido es la descripción o relato muy fiel de algo, por lo que es muy fácil imaginárselo. Este efecto se

**El ciclo de la Educación Médica Traslacional
(La medicina del presente y del futuro)**



Fuente: Nichols D. The future of medical education: the translational discipline.
John Hopkins University, School of Medicine.
Adaptación: autor

consigue con la simulación aumentada por tecnología, por ejemplo.⁷

- c. El efecto del estrés: el estrés agudo moderado aumenta la supervivencia neuronal, mientras el estrés crónico la disminuye.⁸

Los nuevos contenidos: las tecnologías en medicina y en el cuidado de la salud, los retos de la ingeniería biomédica

A pesar de la inequidad global, el desarrollo científico y tecnológico llega cada día de forma súbita y abrumadora. El mundo está inundado de gadgets tecnológicos, y la información digital es cada vez más rápida y accesible, aún en las peores circunstancias. El paciente moderno es un paciente informado y autónomo, que acude al médico para una "segunda opinión", ya que la primera la obtuvo del internet. En este contexto, se debe re-plantear la formación del médico, y su verdadero rol en la medicina del nuevo milenio.

No podemos cerrarnos a este mundo cambiante, lleno de tecnología que nos plantea retos tecnológicos a los cuales los médicos del futuro deberán adaptarse, como lo explica Bertalan Meskó, un sibarita de la tecnología¹⁰. Aunque algunas de estas nuevas tecnologías son aún experimentales y están limitadas a algunos países, su aplicación a la vida cotidiana no tardará en llegar^{11,12}. Se ha citado los 40 avances

más importantes en este campo, muchos de ellos con aplicaciones directas, y otros que pronto arribarán, estos son:

1. Telemedicina
2. Aplicaciones móviles personalizadas
3. Disección virtual
4. Realidad aumentada
5. Aplicaciones de realidad virtual
6. Alfabetización digital de la educación médica
7. Aplicaciones móviles de salud basada en evidencia
8. Simulación fisiológica completa
9. Bienestar y promoción de la salud basados en juegos
10. Diagnóstico en domicilio
11. Terapias interdisciplinarias
12. El uso médico significativo de los medios sociales
13. Radiología multifuncional
14. Genómica personalizada
15. Optogenética
16. Diagnósticos en tiempo real en el quirófano
17. Las intervenciones robóticas
18. Nuevo diseño de experiencia en el hospital
19. Sensores digeribles, incrustados y portátiles en la piel
20. Biomateriales y drogas impresos en 3D
21. Control electrónico de la adherencia al tratamiento
22. Inteligencia artificial como apoyo en la toma de decisiones clínicas

23. Órganos artificiales
24. Aumento de las capacidades humanas
25. Información online comisionada
26. Sensores digeribles
27. Biotecnología DIY (do it yourself equipment o equipo hecho por uno mismo)
28. Sensores incrustados
29. Holografía para la entrada de datos
30. Humanoides robots
31. El tricorder médico
32. Modelando microchips para ensayos clínicos
33. Nanorobots en sangre
34. Cyborgs recreativos
35. Tacto a distancia
36. Asistente de enfermería robótica
37. Expedientes semánticos en salud
38. Relojes de pulsera inteligentes
39. Ensayos virtuales
40. Cerebros digitales-virtuales

A continuación se describen algunos de ellos en orden de importancia, su grado de desarrollo actual y su posible aplicación en nuestro país. No se entrará en detalle y minuciosidades de cada uno, y el lector comprometido deberá acceder a la información por los mismos medios que aquí se citan.

Alfabetización digital de la educación médica

La única manera de preparar a los profesionales de la salud para las tecnologías digitales que llegan a la medicina, es incluir la alfabetización digital y las principales tendencias en el currículo médico oficial. Varios cursos enseñan a los estudiantes de medicina sobre el uso de las redes sociales e incluso de las aplicaciones móviles. Los estudiantes de medicina pueden tener acceso a los materiales en una plataforma de e-learning basada en juegos digitales, y contestar preguntas sobre los temas tratados en las conferencias en una página de Facebook para obtener puntos extra. Se propone un nuevo curso, con tecnologías de punta en medicina, para introducir a los estudiantes en las nuevas tecnologías, que van desde la genómica a la telemedicina. Dichos cursos deberán estar disponibles en cada escuela de medicina en todo el mundo. Todo buen maestro deberá manejar con destreza el Facebook, el Twitter, el Instagram, el WhatsApp, y todas las redes sociales relacionadas.

Telemedicina

En la era digital, la utilización de soluciones informáticas en la comunicación médica y en

la atención de salud es inevitable. En el futuro mediato, no sólo se incluirá el asesoramiento médico a través de canales de comunicación en línea, sino incluso el envío de elementos biológicos a través de los mismos canales, como las secuencias de ADN a través de internet para sintetizar proteínas, virus y células vivas. No estamos lejos del intercambio de información médica, medicamentos, equipos médicos o de elementos biológicos, a través de estos mecanismos. La telemedicina también permitirá el acceso de médicos especialistas a zonas remotas, donde su ayuda será ocasional pero muy valiosa.

Aplicaciones móviles personalizadas

El número de aplicaciones médicas móviles ha ido en aumento desde hace años, por lo tanto, a los pacientes y a los médicos ahora les resulta más difícil elegir la aplicación correcta para la gestión de su propia salud individual. Las aplicaciones móviles personalizadas, como la pApp permiten a los médicos crear aplicaciones móviles personalizadas para sus pacientes. Las funciones de la aplicación, tales como la presión arterial o el registro de los medicamentos se pueden elegir de un menú, y el paciente puede descargar la aplicación de forma inmediata. Los pacientes son ahora los actores de su propio control médico y su bienestar. Entre las apps más conocidas están las que calculan el índice de masa corporal, registran diariamente la presión arterial, recuerdan la toma de medicamentos, calculan el día de ovulación y la menstruación, registran las calorías y los cambios en la dieta, realizan la interpretación básica de electrocardiogramas, entre muchas otras.

Dissección virtual

Los estudiantes de medicina van a estudiar la anatomía en las mesas de disección virtuales y no en cadáveres humanos. Los libros de texto se transformarán en soluciones virtuales en 3D y modelos utilizando la realidad aumentada. Podemos observar el cambio y crear modelos anatómicos tan rápido como queremos, así como analizar las estructuras en cada detalle. Los ejemplos incluyen Anatomage, ImageVis3D y 4DAnatomy. Por otro lado, la legislación controla el fin de los cadáveres lo que limita su uso con fines académicos, lo que obliga necesariamente al salto virtual.

Realidad aumentada

La realidad aumentada es una vista en vivo de

un ambiente del mundo real aumentado con la entrada generada por computadora, tales como sonido, video, gráficos o datos GPS. La obtención de información a través de Internet mediante el uso de un cristal de Google o lentes de contacto digitales, sería una gran adición al proceso de la práctica de la medicina. Las operaciones ya se han transmitido en vivo desde la perspectiva del cirujano; pero también se podría mostrar la historia clínica electrónica del paciente en tiempo real; u organizar consultas en vivo con colegas. Un ejemplo, es la megacomputadora de IBM Watson, que está orientada a buscar los errores potenciales en las operaciones registradas. También se podría ser utilizado en situaciones de emergencia, mientras se está realizando la RCP, se llama simultáneamente a la ambulancia a través de su ubicación GPS. El dispositivo Google Glass puede ser controlado a través de gestos, de la voz y de la mano; mientras que los lentes de contacto virtuales se pueden controlar a través de ondas cerebrales. Todo el potencial de aprovechar el poder de la realidad aumentada es enorme, aunque los profesionales médicos deben hacer frente al tema de la privacidad del paciente.

Aplicaciones de realidad virtual

Se prevé que aparecerán nuevas categorías de enfermedades debido al uso excesivo de la realidad virtual (RV), juegos electrónicos, y la dependencia tecnológica. Algunos ejemplos incluyen, el trastorno de estrés post-traumático virtual (v-TEP), que podría ser el diagnóstico para los jugadores que participan en grandes batallas virtuales con máscaras de realidad virtual, y experimentan síntomas similares a los de los soldados que lucharon en las guerras reales. La RV podría ser utilizada en la psicoterapia, para que el paciente sea capaz de experimentar cosas prácticamente como en la vida real, y recordar esas experiencias con fines terapéuticos. Los pacientes podrán elegir paso a paso, las opciones de una operación próxima o elegir un hospital, basándose en su paquete de "experiencia virtual". Por otra parte, como la primera interfaz cerebro-máquina bi-direccional está disponible, los pacientes en un experimento podrían utilizar un implante en el cerebro, no sólo para controlar una mano virtual, sino también para obtener retroalimentación, sus cerebros podrán "sentir" la textura de los objetos virtuales. Estas nuevas patologías cambiarán nuestra percepción de la realidad, por lo que se espera ver los códigos CIE-10 asignados a esas nuevas

condiciones pronto.

Aplicaciones móviles para diagnóstico basadas en la evidencia científica

El número de aplicaciones médicas móviles ha ido en aumento desde hace varios años. La pregunta es si este tipo de aplicaciones se podrían utilizar en el proceso de la práctica de la medicina o la prestación de asistencia en salud, sino ¿cuáles y hasta qué punto pueden ser útiles para la toma de decisiones basada en la evidencia?, así como su implementación en los entornos clínicos. Existen ya modelos matemáticos que incorporan árboles de decisiones clínicas. Un ejemplo, es el software que lee tomografías computarizadas, sobre la base de cálculo de probabilidades, y porcentajes de frecuencia. Hasta ahora han demostrado ser más eficientes y fiables, que algunos médicos radiólogos. Habrá que esperar el alcance real.

Simulación fisiológica completa

¿Es posible examinar el cuerpo humano con todas sus funciones fisiológicas, sin experimentar con la gente? Pues sí es posible, una de las aplicaciones más potenciales que se están desarrollando en este ámbito es el Humano Fisiológico Virtual, un proyecto que permite la investigación colaborativa del cuerpo humano. Los estudiantes de medicina serán capaces de estudiar el cuerpo humano con detalles, como nunca antes se ha visto, con la comprensión de los conceptos básicos de la fisiología y la patología de las enfermedades. Otro ejemplo, es el HumMod que consta de más de 5.000 variables que describen la fisiología cardiovascular y metabólica, entre otros.

Promoción de la salud y del bienestar a través de juegos electrónicos

La ludificación parece ser la clave para persuadir a la gente a vivir una vida sana, a través de hábitos saludables. En USA, un estudio en pacientes demostró que más de las 2/3 partes de los pacientes adultos se adhirieron a la terapia programada con la ludificación, esto mejoró sus rutinas cotidianas mediante un juego divertido y gratificante. Los dispositivos y aparatos electrónicos portátiles, los servicios en línea, los juegos o soluciones móviles de salud producen mejores resultados en el tratamiento, si se incluye el juego de forma apropiada. El objetivo es mejorar nuestra salud o hacer que nuestro trabajo sea más eficiente, y por lo tanto, debe ser divertido. Los ejemplos incluyen Shine,

Fitbit y Lumosity, software para desarrollar "vidas saludables".

Diagnóstico en domicilio

Hoy por hoy, los pacientes son capaces de medir su propia presión arterial, y en la actualidad hasta se pueden realizar un electrocardiograma en su casa; quizás mañana podrán secuenciar sus propios genomas en casa. Una gran cantidad de métodos y procedimientos de laboratorio en casa, estarán disponibles en el país próximamente, sin la participación activa de un profesional de salud. Esto también podría significar la detección de enfermedades en una etapa más temprana, y lograr una intervención terapéutica más sencilla y eficaz. Los pacientes traerán los datos al médico en cualquier dispositivo electrónico que utilicen, por lo tanto, aparecerá un nuevo analista con un nuevo rol, el de analizar estos datos. La salud digital aparecerá pronto. Los ejemplos incluyen OnStar, Nanobiosym y AliveCor.

Terapias interdisciplinarias

Sin duda, el futuro pertenece a las innovaciones interdisciplinarias. Los ejemplos incluyen a varios equipos de neurocirujanos de USA, que utilizando imágenes de resonancia magnética nuclear (RMN), orientan la entrega de la terapia génica como posible tratamiento para los tumores cerebrales. De esta manera el resto del cerebro no se ve afectado, y el riesgo del procedimiento se reduce al mínimo. Los especialistas que tratan el mismo problema médico, deben empezar a abordar la situación desde diferentes ángulos y puntos de vista. La educación médica actual debe centrarse en el conocimiento integrativo, combinando los conocimientos de los médicos de diferentes especialidades. Las super-especialidades van a desaparecer, y aparecerán una nueva versión de médicos integradores, con conocimientos multi y trans-disciplinarios. Un ejemplo, son los traumatólogos-biomecánicos, los internistas-genómicos, los cirujanos-robóticos, los clínicos-bioinformáticos, y otros similares.

El uso significativo de los medios sociales

La comunicación médica es algo que afecta a todos los pacientes, y a los profesionales médicos de todo el mundo sin excepción. Esta es una razón por la que los medios de comunicación social tienen el potencial de convertirse en un gran "cerebro digital", por lo que es posible transmitir, compartir, y almacenar piezas valiosas de información médica, si dichas plataformas

sociales se utilizan en una forma adecuada. El poder de la comunicación digital/médica no debe ser subestimado. Se necesita una revolución de profesionales de la medicina que estén activamente involucrados en el tema. Es por eso que tenemos que formar médicos preparados para la era digital. Algunos ejemplos de plataformas inteligentes para pacientes son PatientsLikeMe y Sermo.

Radiología multifuncional

La radiología será muy diferente en la próxima década, ya que probablemente va a ser una combinación de las técnicas de imagen con diagnósticos personalizados, con intervenciones quirúrgicas en tiempo real. Una máquina multi-funcional será capaz de detectar varios problemas médicos, con biomarcadores y síntomas a la vez. Ejemplos futuros, podrían incluir el examen de los patrones cognitivos mediante un RMN, del estado cognitivo en reposo y funcional. Otras iniciativas a gran escala que involucran la neuroimagen son, por ejemplo el macro-conectoma cerebral. El Proyecto Cerebro Humano lanzado recientemente podría llegar a ser incluso más grande que el Proyecto Genoma Humano.

Genómica personalizada

Desde la finalización del Proyecto Genoma Humano en 2002, la era de la medicina personalizada ha crecido en todo el mundo, ya que se personaliza el tratamiento con el medicamento y la dosis justa. Aunque existen por ahora, tan sólo treinta tipos de patologías en las que la genómica personal se puede aplicar, según la Coalición de Medicina Personalizada, se prevé que al menos 300 patologías serán tratadas de esta forma. A medida que avanzamos en este camino, vamos a tener más y más oportunidades para el uso de análisis de ADN a la cabecera del paciente, que debe ser una necesidad antes de que se prescriban medicamentos. Esto significa que los pacientes podrían recibir un medicamento con la dosis exacta y adaptada a sus propios antecedentes genómicos. Un ejemplo, son los pacientes con biomarcadores positivos en donde su diagnóstico determina la terapia.

La optogenética

Es una técnica de neuromodulación, utilizando una combinación de métodos de la óptica y genética para controlar la actividad de las neuronas individuales en el tejido vivo. La

optogenética proporcionará nuevas soluciones en la terapéutica. Un estudio reciente publicado en la revista *Science* informó que los científicos fueron capaces de crear falsos recuerdos en el hipocampo de los ratones. Esta es la primera vez que la memoria del miedo era generada a través de medios artificiales. Con el tiempo, vamos a entender el efecto placebo con claridad, así como también entender los falsos recuerdos o el uso que los fármacos puedan generar en los seres humanos. El objetivo final es ser capaz de modular nuestros sentidos, reparar la pérdida de los sentidos o incluso reparar un ADN específico, con un láser de femtosegundo.

Diagnóstico en tiempo real en el quirófano

El cuchillo quirúrgico inteligente, iKnife funciona mediante el uso de una corriente eléctrica que calienta el tejido para hacer incisiones, con mínima pérdida de sangre. El humo vaporizado se analizó mediante un espectrómetro de masas para detectar los productos químicos en la muestra biológica, durante el uso con el iKnife. Esto significa que se puede identificar si el tejido es maligno en tiempo real durante una operación, sin necesidad de enviar la biopsia al laboratorio de patología. Una clínica en Alemania comenzó a experimentar con una aplicación que utiliza la realidad aumentada en el quirófano. Durante las operaciones, los cirujanos pueden ver a través de estructuras anatómicas tales como vasos sanguíneos en el hígado a partir de imágenes de radiología del paciente, por tanto, que pueden realizar escisiones más precisas.

Nuevo diseño de la experiencia en el hospital

Un mejor diagnóstico y un tratamiento acertado ya no es suficiente, ahora se tiene que mejorar enormemente la experiencia de la atención médica al interior del hospital. La prestación de asistencia de salud debe mejorar, sobre la base de la experiencia de los clientes/pacientes como en cualquier otra industria. Se necesita asegurar el confort, el diseño inteligente y la vida privada de todos los pacientes. Las decisiones informadas se pueden hacer con los médicos que estén directamente en el cuidado, basados en árboles de decisión transparentes que deberían estar disponibles para todos los pacientes, después de recibir un diagnóstico. Por lo tanto, la experiencia hospitalaria debe ser rediseñada, utilizando tecnologías eficientes, corta estancia y, participación activa del paciente. El clásico consultorio debe desaparecer en un futuro mediato, y ser reemplazado por ambientes

amigables, digitales y relajantes para el paciente.

Las intervenciones robóticas

El número de estudios que examinan el uso de robots en la sala de operaciones, se ha incrementado rápidamente en los últimos dos años. Los robots pueden ser utilizados en la cirugía a distancia, en el ensayo quirúrgico, en la planificación preoperatoria, en la navegación intraoperatoria, en la simulación y en la formación médica, entre otros. Está claro que las intervenciones robóticas pueden agregar mucho al éxito de las operaciones, y a otros procedimientos diferentes. Uno de los mejores ejemplos es todavía el sistema Da Vinci, pero otros robots en los campos de la respuesta de emergencia o radiocirugía también están disponibles. Pronto podríamos ver quirófanos sin personas en su interior, excepto el paciente. Los instrumentos quirúrgicos serán tan precisas en unos pocos años "que será imposible controlarlos de forma manual", se necesitarán por lo tanto herramientas robóticas o mecatrónicas, con el fin de alcanzar la precisión requerida. Por lo tanto, los cirujanos deberán preparar sus destrezas para las nuevas tecnologías.

Sensores electrónicos para captura de información

La medición de datos fácilmente cuantificables es la clave para lograr un diagnóstico de precisión, por lo tanto, el futuro pertenecerá a los sensores digeribles, incrustados y portátiles; este último tipo de sensor podría funcionar como una piel electrónica fina. Estos sensores pueden medir todos los parámetros importantes de salud, como los signos vitales, la temperatura, biomarcadores específicos, hasta los síntomas neurológicos, las 24 horas del día los 7 días de la semana. Luego pueden transmitir los datos a la nube, y enviar alertas a los médicos cuando un evento cerebrovascular está sucediendo en tiempo real, por ejemplo. El mismo sistema activará la ambulancia, y enviará todos los datos relacionados al paciente de forma inmediata. Otros ejemplos incluyen, sensores de hidratación para los atletas, y los textiles inteligentes que cambian de color indicando enfermedades.

¡El futuro ya está aquí!

El perfil profesional: hacia un nuevo médico ecuatoriano.

Todo lo expuesto nos permite reflexionar y concluir, que el médico ecuatoriano debe dar el gran salto a la tecnología, sin perder el humanismo, y garantizando la equidad en la atención y acceso a la salud. Los nuevos contenidos deberán lograr que el médico pueda ser:

1. Un médico general de alta calidad, con un enfoque integrativo.
2. Que brinde atención a todo tipo de persona y paciente, desarrollando la capacidad de resolver problemas de forma eficiente.
3. Capaz de trabajar en un equipo multiprofesional e interdisciplinario.
4. Con conocimientos avanzados de tecnologías de la información y conocimiento.
5. Con destrezas en el manejo de herramientas informáticas, videojuegos y dispositivos electrónicos.
6. Con pensamiento crítico, y curiosidad.
7. Con apertura a los nuevos avances de la tecnología.
8. Que busque soluciones para mejorar la práctica profesional médica
9. Que analice estratégicamente las tendencias tecnológicas, y las extrapole hacia el futuro de una manera significativa.
10. Que utilice tecnologías que hagan la vida más fácil y el trabajo más eficiente.
11. Que influya en los tomadores de decisiones y ejerza liderazgo para generar cambios en la atención en salud.
12. Que utilice los medios y redes sociales para promocionar la salud y el bienestar.

Y además,

13. Que tenga conocimientos para realizar prevención de enfermedades crónicas no transmisibles.
14. Que pueda proveer cuidados a pacientes crónicos.
15. Con conocimientos de prevención y atención en salud mental
16. Provea cuidado pediátrico y neonatal adecuado.
17. Que trate a personas con dificultades del aprendizaje.

18. Que pueda proveer atención a las personas con enfermedades que limitan la vida, así como enfermedades catastróficas
19. Que provea cuidado de fin de vida de los pacientes y asesoría a sus familias.
20. Con un enfoque en atención primaria de salud, y atención especializada dirigida.

Conclusión

El perfil de egreso actual de la Carrera de Medicina está orientado a la formación de un médico general no especializado, que responde al Modelo de Atención Integral del Sistema Nacional de Salud Familiar Comunitario e Intercultural (MAIS-FCI), definido por la Autoridad Sanitaria, y coadyuva a la obtención de los objetivos en salud del Plan Nacional del Buen Vivir. Sin embargo, el perfil propuesto deberá incorporar también la adaptación a los cambios tecnológicos, a la transferencia tecnológica y al proceso de desarrollo científico universal. Deberá considerar también la incorporación de los médicos a las redes sociales, a las redes de información profesionales internacionales, destinadas al mejoramiento de las capacidades en la terapéutica, y en la toma de decisiones clínicas con base científica.

Recomendaciones

1. Incorporar un mayor apoyo tecnológico en la formación de los estudiantes.
2. Mejorar la conectividad en todos los campus.
3. Implementar aulas virtuales, educación virtual y, realidad virtual.
4. Implementar laboratorios clínicos de enseñanza, de simulación e interfaces informáticas.
5. Fomentar el uso de la tecnología entre los docentes.
6. Actualizar el currículo con nuevas materias que introduzcan plataformas tecnológicas.
7. Implementar nuevos proyectos de investigación que incorporen el desarrollo de plataformas virtuales y tecnológicas.

Conflicto de interés

Ninguno declarado por el autor.

Referencias:

1. Ablah E, Biberman DA, Weist EM, Buekens P, Bentley ME, Burke D, et al. Improving global health education: development of a Global Health Competency Model. *Am J Trop Med Hyg.* 2014 Mar;90(3):560-5.
2. Bhutta ZA, Chen L, Cohen J, Crisp N, Evans T, Fineberg H, et al. Education of health professionals for the 21st century: a global independent Commission. *Lancet.* 2010 Apr 3;375(9721):1137-8.
3. Birbeck GL, Wiysonge CS, Mills EJ, Frenk JJ, Zhou XN, Jha P. Global health: the importance of evidence-based medicine. *BMC Med.* 2013 Oct 16; 11:223.
4. Frenk J, Chen L, Bhutta ZA, Cohen J, Crisp N, Evans T, et al. Health professionals for a new century: transforming education to strengthen health systems in an interdependent world. *Lancet.* 2010 Dec 4; 376(9756):1923-58.
5. Wilkinson D. The future of medical education. *The Oschner Journal,* 2012 (12): 300-1.
6. Pagani MR, Oishi K, Gelb BD, Zhong Y. The phosphatase SHP2 regulates the spacing effect for long-term memory induction. *Cell.* 2009 Oct 2;139(1):186-98.
7. Moscovitch M, Nadel L, Winocur G, Gilboa A, Rosenbaum RS. The cognitive neuroscience of remote episodic, semantic and spatial memory. *Curr Opin Neurobiol.* 2006 Apr;16(2):179-90.
8. Winocur G, Wojtowicz JM, Sekeres M, Snyder JS, Wang S. Inhibition of neurogenesis interferes with hippocampus-dependent memory function. *Hippocampus.* 2006;16(3):296-304.
9. Mullan PB, Williams J, Malani PN, Riba M, Haig A, Perry J, et al. Promoting medical students' reflection on competencies to advance a global health equities curriculum. *BMC Med Educ.* 2014 May 3;14(1):91.
10. Meskó B. The Guide of the future of the medicine white paper, 2014.
11. Hoffman SJ, Frenk J. Producing and translating health system evidence for improved global health. *J Interprof Care.* 2012 Jan;26(1):4-5.
12. Oak SN. Medical simulation: a virtual world at your doorstep. *J Postgrad Med.* 2014 Apr-Jun; 60(2):171-4.
13. MSP, Modelo de Atención Integral en Salud - FC. Disponible en: http://instituciones.msp.gob.ec/somosalud/images/documentos/guia/Manual_MAIS-MSP12.12.12.pdf
14. Frenk J, Moon S. Governance challenges in global health. *N Engl J Med.* 2013 Mar 7;368(10):936-42.
15. AAFMC, The Association of faculties of medicine of Canada. The future of medical education in Canada (FMEC): a collective vision for MD education. Ottawa. www.afmc.ca/fmec