

mHealth indispensable para la salud de los mexicanos

José Rodrigo **Espinoza-Bautista**¹
Salvador **Álvarez-Ballesteros**¹
Mario **Romero-Castro**²

¹Instituto Politécnico Nacional
Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
Zacatenco, Unidad Profesional 'Adolfo López Mateos'
Sección de Estudios de Posgrado e Investigación
Col. Lindavista, CP 07738, Ciudad de México.
MÉXICO.

²Servicios Axtel S.A. de C.V.
Avenida de los Insurgentes Sur 619, Col. Nápoles,
Delegación Benito Juárez, CP 03810. Ciudad de México.
MÉXICO.

correos electrónicos (email):
jose.rodrigo.esp@gmail.com
salvarezorama@gmail.com
mario.romero@axtel.com.mx

Recibido 17-05-2016, aceptado 20-09-2016.

Resumen

Dentro de las principales preocupaciones del gobierno mexicano, en el ámbito de la salud, se encuentra la Cobertura Universal de Salud, cuyo objetivo es garantizar que todos los mexicanos tengan los servicios de salud a su alcance y a un costo sostenible, por otra parte, es importante mencionar que, de acuerdo a las tendencias en el sector de la salud, la atención debe ser personalizada y preventiva. Por lo cual, es necesario buscar una solución integral dentro del sistema de salud que sea capaz de otorgar esa atención individualizada y oportuna en cualquier lugar del país. En la búsqueda de esta solución, en países desarrollados han surgido términos como eHealth y mHealth como una solución adecuada para los actuales cuidados de salud.

El término mHealth emergió como una rama importante de eHealth para la atención médica a distancia mediante dispositivos móviles. El concepto mHealth tiene ventajas sobre los métodos tradicionales de cuidado de la salud, seguimiento médico y tratamiento de enfermedades, ya que la atención mé-

dica puede ser impartida no solo en las zonas urbanas sino también en zonas suburbanas y zonas de difícil acceso.

Lo anterior nos lleva a pensar que mHealth puede ser una alternativa de salud en México, por ello urge que grupos, tanto de las áreas Médico-Biológicas, como de las áreas de Ingeniería se interesen en crear equipos de trabajo para desarrollar tecnología propia que ayude a mejorar el sector salud de México para beneficiar a la población. Por ello el objetivo de este trabajo es analizar los campos de acción dentro del sistema de salud mexicano y de esta manera realizar propuestas para la implementación de eHealth y mHealth en México.

Palabras clave: mHealth, eHealth, salud digital, telemedicina, dispositivos móviles.

Abstract (mHealth Essential for the Health of Mexicans)

Among the main concerns of the Mexican government, in the area of health, is the Universal Health Coverage, whose objective is to ensure that all Mexicans have health services within their reach and at a sustainable cost, besides this, it is important to mention that according to the trends in the health sector, healthcare must be personalized and preventive. Therefore, it is necessary to find an integral solution within the health system that is capable of providing that individualized care anywhere in the country. In pursuit of this solution, terms such as eHealth and mHealth have emerged in developed countries as a suitable solution for current health care.

The term mHealth emerged as an important eHealth branch for remote medical care through mobile devices. The concept mHealth has advantages over traditional methods of health care, medical monitoring and treatment of diseases, since medical care can be delivered not only in urban areas but also in areas difficult to access.

This leads us to think that mHealth may be a health alternative in Mexico, so it is urgent that groups, both Medical-Biological areas and Engineering areas get interested in creating work teams to develop their own technology that will help improve the health sector in Mexico to benefit the population. Therefore, the objective of this work is to analyze the fields of action within the Mexican health system and in this way, make proposals for the implementation of eHealth and mHealth in Mexico.

Index terms: mHealth, eHealth, salud digital, telemedicina, dispositivos móviles.

1. Introducción

Antes que las palabras eHealth y mHealth llegaran al vocabulario de la comunidad científica existieron esfuerzos previos por hacer llegar los cuidados médicos más allá de un hospital o consultorio médico. Pero desde la entrada en escena del término mHealth ha significado una solución en el campo de la salud, no solo por su promisorio futuro dentro de los cuidados médicos a distancia, sino también por ponernos a un paso más cerca de la cobertura universal de salud, pero ¿a que nos referimos con el término mHealth? Este término se define por la *Global Observatory of eHealth (GOe)* y refiere a:

"La práctica médica y de salud pública apoyada por dispositivos móviles, tales como teléfonos móviles, dispositivos de monitorización de pacientes, asistentes digitales personales y otros dispositivos inalámbricos" [1].

En México ya han existido esfuerzos para implementar mHealth pero estos intentos no han sido de gran impacto debido a que sin el desarrollo de tecnología de última generación no es factible que se pueda trabajar en "sistemas de mHealth integrales" que puedan beneficiar a la población.

Entre las tecnologías de última generación que pueden ser utilizadas para el desarrollo de mHealth se encuentran las siguientes:

- La Red de Área Corporal Inalámbrica (WBAN por sus siglas en inglés) [2] [3] ha aparecido como una tecnología de última generación de las Redes de Área Personal Inalámbricas (WPAN por sus siglas en inglés). WBAN es una colección de nodos de sensores heterogéneos situados en el cuerpo que están vinculados a un dispositivo concentrador como la unidad de procesamiento de datos.
- Realidad virtual [4] se utiliza en muchas aplicaciones que van más allá de la ingeniería. Así, durante años, ha sido un factor esencial para la industria del juego y entretenimiento. El día de hoy, la realidad virtual se ha abierto camino en la industria de las ciencias de la vida, como herramienta para la investigación médica, educación y cuidados al paciente.
- La nube informática (*Cloud Computing*) [5] es una tecnología la cual nos permite acceder un conjunto compartido de recursos informáticos configurables (por ejemplo, redes, servidores, almacenamiento, aplicaciones y servicios) bajo demanda y por un pago por uso.
- *Long Term Evolution* (LTE) [6] y LTE-Advanced [7] [8]: sistemas de comunicación móvil enfocados en una mayor capacidad y velocidad de transmisión mediante características como el esquema de transmisión, la adaptabilidad, la coordinación interceldas, y los esquemas de multiantena, entre otras. La necesidad de evolucionar de LTE a LTE-Advanced (LTE

Release10) era proveer velocidades de bits más altas de una manera rentable y, al mismo tiempo, cumplir plenamente los requisitos establecidos por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) para el estándar *International Mobile Telecommunications-Advanced* (IMT-Advanced), también conocida como como la cuarta generación de tecnología inalámbrica de comunicaciones móviles (4G).

Dentro de las principales aplicaciones [9] que se le han dado a mHealth se encuentran las siguientes:

- Teleducación.
- La recolección de datos vía remota.
- Monitoreo remoto.
- Comunicación y la formación de trabajadores de la salud.
- Seguimiento de enfermedades y brotes epidémicos.
- Soporte de diagnóstico y tratamiento.

Por otro lado, se debe señalar que mHealth necesita de una reeducación para su uso, ya que, esta requerirá un cambio de mentalidad y comportamiento hacia el nuevo sistema de salud en beneficio de la población.

2. Antecedentes de mHealth

En esta sección se hace una revisión de los antecedentes acerca de la salud a distancia. Se inicia con un término que revolucionó la escena de los cuidados médicos, este término es la Telemedicina.

La *American Telemedicine Association* (ATA) define a la Telemedicina (*Telemedicine*) [10] como:

"El uso del intercambio de la información médica de un sitio a otro a través de comunicaciones electrónicas para mejorar el estado de salud de un paciente".

Desde que emergió el término de Telemedicina hace más de 40 años, enfoco sus trabajos en la prestación de servicios de diagnóstico y vigilancia de la salud de los pacientes que viven en zonas de difícil acceso.

A medida que el modelo del sistema de salud iba creciendo los cuidados de la salud, así como la gestión de tratamiento de la enfermedad llegaron a ser parte de la misma solución, fue así como el término de Telesalud (*Telehealth*) [10] surgió. El cual es definido por la ATA como:

"El uso del intercambio de la información médica de un sitio a otro a través de comunicaciones electrónicas para controlar, mantener o mejorar el estado de salud de un individuo".

La integración de diversos medios de comunicación e información en un solo sistema alrededor de las computadoras como lo son las telecomunicaciones, videoconferencia y transmisión de datos en tiempo real ha revolucionado la telemedicina, debido a esto ha surgió un nuevo termino en la escena de la telemedicina, este es eHealth (*electronic Health*), la Organización Mundial para la Salud (OMS) define a la eHealth [11] como:

"El uso de tecnologías de información y comunicación (TIC) para la entrega o mejora del cuidado de la salud. A grandes rasgos, la eHealth se trata de mejorar el flujo de información, a través de medios electrónicos, para apoyar la prestación de servicios de salud y la gestión de los sistemas de salud".

Aunque la idea de eHealth ya había sido puesto sobre la mesa desde los sesenta por medio de la idea de los Expedientes Clínicos Electrónicos (*Electronic Health Record*, eHR) [12], no fue hasta el comienzo de los noventas que esta idea fue considerada de manera más seria, esta sucedió cuando el *United States Institute of Medicine* (IOM) sugirió la adopción de expedientes electrónicos que puedan ser almacenados en computadoras. Hoy en día, eHR proporciona un registro completo de los pacientes y simplifica el trabajo de las instituciones médicas.

Con la introducción de eHealth se confirma que los usos de las TIC están siendo continuamente integradas a los sistemas y servicios de salud en todo el mundo, en los últimos años ha aparecido una nueva rama de eHealth la cual cuenta con sus mismas características, pero ahora con la inclusión de dispositivos móviles, este nuevo termino fue denominado como mHealth (*mobile Health*).

Uno de los primeros investigadores que acuñó el término mHealth fue Istepanian. Él indico que este nuevo termino incorpora de manera extensa la utilización de las nuevas tecnologías de telecomunicaciones, así como las tecnologías de última generación de comunicaciones móviles a los sistemas de salud [13], posteriormente definió a la mHealth [11] como:

"Las tecnologías de computación móvil, sensores médicos, y las comunicaciones para el cuidado de la salud".

Es a partir de aquí, que mHealth se ha convertido en un término en el vocabulario de muchos investigadores no solo del campo de la salud sino también de la mecánica, telecomunicaciones, sistemas de información, entre otros, ya que, para

estos investigadores el desarrollo e investigación en mHealth presenta un prometedor futuro en el ámbito de la salud pública.

Entre las ventajas que pueden ser proporcionadas por mHealth se encuentran:

- Mejoras en el diagnóstico, seguimiento y prevención de las enfermedades.
- Agilización de los resultados.
- Mayor accesibilidad.
- Atención personalizada.
- Incremento en la calidad del servicio.
- Sus herramientas nos permiten comunicar en momento preciso para llegar hasta salvar una vida.

3. mHealth en México

Existe un gran interés por parte de los países desarrollados en implementar sistemas de mHealth por las grandes ventajas que presenta este nuevo modelo, por lo cual, cabría preguntarse, ¿qué está haciendo México con respecto a esta nueva tendencia en los cuidados de la salud?

En esta sección se realizará una revisión del estado de desarrollo de mHealth en México, de esta manera, hacer un análisis de la necesidad de la investigación en el ámbito de la salud móvil.

Para iniciar es importante saber que, de acuerdo a la última lista llamada Índice de Desarrollo de las TIC (*ICT Development Index IDI*) [14] que utiliza la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) para evaluar los niveles de acceso a las tecnologías de la información y la comunicación, la utilización de esas tecnologías y los conocimientos en la materia (El valor IDI es calculado tomando en cuenta 11 indicadores que evalúan los tópicos mencionados previamente y al realizar ciertos cálculos se obtiene este valor). En la Tabla 1 se observa que México se encuentra en el lugar 95 dentro de 167 países evaluados en los rubros antes mencionados.

La Tabla 1 también muestra una comparación del IDI del 2010 y el IDI del 2015 en la cual se observa que México se ha rezagado en el uso de las TIC con respecto al año 2010. Esto nos indica que las TIC no están siendo utilizadas de manera adecuada, lo cual, puede afectar al impulso del uso de mHealth. Si se analiza de manera local la utilización de las TIC en México, de acuerdo al Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en su *Boletín* número 131/16 del 2016 acerca de los usos de las TIC en México [15] menciona que entre los principales usos que México le da al internet (uno de los

Tabla 1. Índice de Desarrollo de las TIC (IDI).

Puesto en IDI 2015	Economía	Valor IDI 2015	Puesto en IDI 2015	Valor IDI 2010
1	Korea (Rep.)	8.93	1	8.64
2	Denmark	8.88	4	8.18
3	Iceland	8.86	3	8.19
4	United Kingdom	8.75	10	7.62
...
90	Ecuador	4.81	90	3.65
91	Iran (I.R.)	4.79	99	3.48
92	Jordan	4.75	84	3.82
93	Tunisia	4.73	93	3.62
94	Albania	4.73	89	3.65
95	Mexico	4.68	86	3.70
96	Cape Verde	4.62	107	3.14
97	Kyrgyzstan	4.62	112	3.02
98	Philippines	4.57	105	3.16
99	Morocco	4.47	96	3.55

principales indicadores de la utilización de las TIC) fijo o móvil, no se encuentra el sector salud. En la Figura 1 se observan los usos que se le da al Internet en México.

Como se puede observar en la Figura 1, la salud no es uso que se le dé a internet, aunque podría aparecer algún uso en los demás rubros, no existe un uso en específico para el sector salud. Pero si realizamos un análisis más profundo en los usos, se observa que la búsqueda de información, los contenidos audiovisuales, la educación y la interacción con el gobierno

son usos que, 'sí' se le dan a internet, esto nos muestra que, la utilización de mHealth puede ser posible ya que dentro de los sistemas de mHealth se realizan actividades que el mexicano ya realiza, solo que en otros ámbitos de su vida.

Continuando con el estudio, si se observa el avance de México en el campo de mHealth, en el informe llamado *Atlas: eHealth country profiles 2015* [16] de la Organización Mundial de la Salud (OMS) indica que en México existen programas de mHealth, sin embargo, son apenas intentos de aplicar este modelo de salud. En la Tabla 2 se pueden observar los programas mHealth evaluados por la OMS y su nivel de desarrollo.

Para la Tabla 2 se tiene que:

Intermedio, se refiere a que es utilizado solo en algunos centros de salud, hospitales públicos y privados.

Nacional, se refiere a que es utilizado en todos los hospitales públicos y privados, laboratorios e institutos de salud.

Local, se refiere a que es utilizado en centros de salud que proveen cuidados básicos de salud.

Establecido, se refiere a que el programa está en curso y que se ha llevado a cabo durante un mínimo de 2 años y está previsto que continúe.

Piloto, se refiere a que el programa está siendo probado y evaluado.

Informal, se refiere a que el programa se utiliza, pero en ausencia de procesos y políticas formales

Sin respuesta, se refiere a que el país encuestado no respondió la pregunta.

Si se analizan los datos mostrados en la Tabla 2 se puede observar que México ha trabajado poco en el desarrollo en programas de mHealth ya que un signo inequívoco de que no

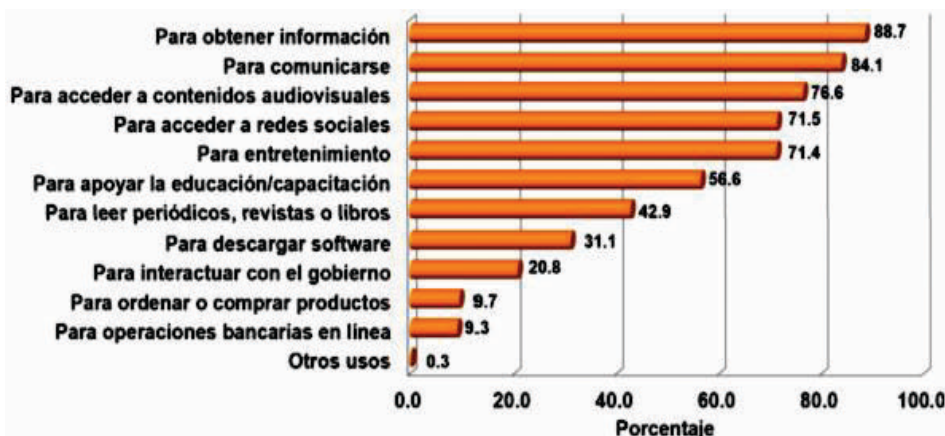


Fig. 1. Usuarios de Internet por tipo de uso.

Tabla 2. Programas de mHealth evaluados por la OMS a México.

Acceso/Entrega de servicios de salud	Nivel del Sistema de Salud	Tipo de Programa
Llamadas gratuitas de emergencias	Intermedio	Establecido
Call centers para la salud	Nacional	Establecido
Recordatorios de citas	Nacional	Establecido
Telemedicina Móvil	Local	Piloto
Manejo de desastres y emergencias	Sin Respuesta	Sin Respuesta
Seguimiento de tratamientos	Sin Respuesta	Sin Respuesta
Acceso/Entrega de información de salud	Nivel del Sistema de Salud	Tipo de Programa
Movilización de la comunidad	Sin Respuesta	Sin Respuesta
Acceso a la información (Bases de datos y herramientas)	Sin Respuesta	Sin Respuesta
Expedientes médicos	Sin Respuesta	Sin Respuesta
mLearning	Sin Respuesta	Sin Respuesta
Sistemas de Apoyo	Sin Respuesta	Sin Respuesta
Recolección de información Médica	Nivel del Sistema de Salud	Tipo de Programa
Monitoreo de los pacientes	Intermedio	Piloto
Encuestas de salud	Sin información	Sin información
Vigilancia de enfermedades	Intermedio	Informal

se ha trabajado es la falta de una respuesta en la mayoría de los programas evaluados y si a esto se suman los programas locales y piloto, es posible decir que es necesario investigar, trabajar e implementar programas de mHealth en el sistema de

salud. Si comparamos estos resultados con los de Estados Unidos de América, se tiene que en este país la mitad de estos programas son establecidos a nivel nacional. La evaluación de mHealth para Estados Unidos se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Programas de mHealth evaluados por la OMS a Estados Unidos de América.

Acceso/Entrega de servicios de salud	Nivel del Sistema de Salud	Tipo de Programa
Llamadas gratuitas de emergencias	Nacional	Establecido
Call centers para la salud	Nacional	Establecido
Recordatorios de citas	Sin Respuesta	Sin Respuesta
Telemedicina Móvil	Nacional	Establecido
Manejo de desastres y emergencias	Sin Respuesta	Sin Respuesta
Seguimiento de tratamientos	Sin Respuesta	Sin Respuesta
Acceso/Entrega de información de salud	Nivel del Sistema de Salud	Tipo de Programa
Movilización de la comunidad	Sin Respuesta	Sin Respuesta
Acceso a la información (Bases de datos y herramientas)	Sin Respuesta	Sin Respuesta
Expedientes médicos	Nacional	Establecido
mLearning	Nacional	Establecido
Sistemas de Apoyo	Nacional	Establecido
Recolección de información Médica	Nivel del Sistema de Salud	Tipo de Programa
Monitoreo de los pacientes	Nacional	Establecido
Encuestas de salud	Sin información	Sin información
Vigilancia de enfermedades	Sin información	Sin información

Por otra parte, la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) en su reporte "Estudios de la OCDE sobre los Sistemas de Salud: México[17]" del 2016 indica que el sistema de salud en México debe cambiar para brindar una atención de alta calidad enfocada en las personas más que en los acuerdos institucionales históricos, además de que la atención debe ser capaz de ofrecer atención preventiva y personalizada toda vez que cuente con un costo efectivo y sostenible. Sin embargo, en muchos aspectos, el Sistema de Salud en México no se está desempeñando como debería. Asimismo, indica que dentro de la OCDE existen muchos ejemplos que puede tomar para mejorar.

Entre sus apartados, la OCDE indica que se necesita una evaluación más efectiva de las tecnologías de la salud para todo el Sistema de Salud mexicano, además de pedirle al Centro Nacional de Excelencia Tecnológica (CENETEC) construir y asumir un papel más amplio en la producción de tecnologías sanitarias.

La OCDE hace referencia a la CENETEC, ya que, es esta institución quien debe asumir la responsabilidad de la implementación de las nuevas tecnologías en el sector salud, por lo cual, es necesario conocer más de esta institución y saber en que trabajan para dar respuesta a los requerimientos de la OCDE.

El Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud (CENETEC-Salud) [18], es un órgano desconcentrado de la Secretaría de Salud que surgió para satisfacer las necesidades de gestión y evaluación de Tecnologías para la Salud en México. El CENETEC-Salud enfoca su trabajo en 4 campos prioritarios:

- Evaluación de Tecnologías para la Salud
- Guías de Práctica Clínica
- Gestión de Equipo Médico
- Telesalud

El programa de Telesalud enfoca sus esfuerzos en las personas que habitan en localidades de difícil acceso en donde no hay un servicio integral de atención médica.

Dentro de las investigaciones que ha realizado esta institución se encuentran:

- La Telepresencia
- El Telemonitoreo
- La Teleconsulta Psiquiátrica
- La Teleeducación

Los esfuerzos del CENETEC-Salud son muy plausibles, pero se advierte que en el ámbito de la mHealth aún hay trabajo que realizar si se aspira a tener programas consolidados como Estados Unidos.

Al analizar los informes mostrados se observa que mHealth es un campo no desarrollado completamente en México, por lo cual es un menester que exista investigación tecnológica urgentemente por parte de la comunidad científica del país en este campo.

4. Posibilidades de uso de mHealth en el sector salud de México

Como ya fue advertido, México tiene muchas deficiencias con respecto a mHealth, pero ¿es de utilidad implementar programas y sistemas de este rubro en el sector salud en México?

En esta sección se analizan los campos donde podría ser de utilidad poner en marcha programas o sistemas de mHealth dentro del sector salud público en México.

Para comenzar se hace una revisión de las principales causas de muerte en México para observar si mediante el monitoreo y la asistencia médica a distancia por medio de dispositivos móviles se pueden combatir algunas de esas causas de muertes.

De acuerdo al reporte del 2016 del INEGI la mayor causa de mortalidad en México[19] son las enfermedades del corazón (entre los cuales no se encuentran los paros cardiacos), a continuación aparecen la diabetes mellitus y a los tumores malignos. En la Tabla 4 se completan las principales causas de muerte en México.

En la actualidad el seguimiento médico se realiza en un consultorio apoyado con medicamentos y algunos dispositivos, pero aun así es necesario acudir al consultorio para que el médico revise los avances del tratamiento. Hoy en día, basa-

Tabla 4. Causas de muerte en México (Todas las edades, todos los sexos).

Núm.	Causas	Defunciones
	Total	633,641
1	Enfermedades del corazón	121,427
	Enfermedades isquémicas del corazón	82,334
2	Diabetes mellitus	94,029
3	Tumores malignos	77,091
4	Accidentes	35,815
	De tráfico de vehículos de motor	15,882
5	Enfermedades del hígado	34,444
	Enfermedad alcohólica del hígado	11,411
6	Enfermedades cerebrovasculares	33,166
7	Influenza y neumonía	20,55
8	Agresiones	20,01

do en los últimos avances de la tecnología ya existen dispositivos portátiles que pueden monitorear o detectar algunos de los signos o síntomas representativos de las afecciones mencionadas, por ejemplo, hay sensores de presión arterial, pulso, temperatura corporal, medidores de glucosa, estos sensores son capaces de enviar información a algún centro médico para recibir una interpretación de ellos y esto es posible desde cualquier lugar con una conexión a internet o una red móvil.

Otra utilidad que se puede dar a mHealth es el aprendizaje a distancia [20] donde la enseñanza y formación de los futuros médicos se puede hacer vía remota. Además de la asistencia a la enseñanza, donde la enseñanza convencional será apoyada o sustituida por tutoriales, realidad virtual, dispositivos móviles entre otros medios.

Dentro de este tópico se encuentra un término muy útil para los fines de esta investigación, es la llamado Alfabetización de eHealth y mHealth la cual es definida como:

"La capacidad de buscar, encontrar, comprender y evaluar información de salud a partir de fuentes electrónicas y aplicar los conocimientos adquiridos para abordar o resolver un problema de salud" [21].

Mediante la alfabetización de eHealth y mHealth los doctores en lugares remotos podrán tener acceso a la información necesaria para hacer un diagnóstico adecuado a las personas que asistan con él. Esto es algo muy útil si es comparado con lo que hoy pasa en poblaciones lejanas ya que, aunque los doctores tienen literatura para sus diagnósticos esta no es suficiente para detectar enfermedades difíciles de evaluar y atender.

Para concluir se analiza el campo de la administración y gestión de información vía remota, ya que existen tantos trámites o procesos que se realizan directamente en los centros médicos algo que es una pérdida de tiempo para la mayoría de la población debido a la falta de organización y a veces hasta un mal servicio por parte del personal administrativo. Sería de gran ayuda que todos esos trámites pudieran ser realizarse a distancia y de manera ágil.

Además, es importante mencionar que es necesario migrar toda la información a plataformas digitales donde pueda ser consultada en cualquier punto del país con el uso de dispositivos móviles para un acceso a ella de manera más sencilla.

Como se puede inferir a partir de los tópicos tratados, existen campos los cuales se podría mejorar si se utilizará mHealth. En síntesis, se observa que sería de gran utilidad el implementar

mHealth en el sector salud en México y al mismo tiempo, sería una oportunidad para atacar el rezago tecnológico que persiste en el sistema de salud público.

5. Sugerencias para el uso mHealth en el sistema de salud mexicano

Es necesario recordar que uno de los principales problemas que atiende el gobierno de México es la cobertura universal de salud y si a esto agregamos que también es necesario establecer programas de salud integral, la posible introducción de soluciones de mHealth al sector salud mexicano sería un paso muy grande para llegar a estos objetivos por su movilidad y la versatilidad en aplicaciones que nos provee ese modelo.

Para la resolución de algunos de los problemas mencionados previamente se pueden utilizar sistemas de mHealth. Las tecnologías utilizadas en mHealth han resultado muy útiles para la administración, gestión, monitoreo y los cuidados de la salud. Pero introducir estas nuevas tecnologías al sistema de salud de México no será una tarea sencilla, esto debido al rezago presentado en las instituciones de salud pública.

Las sugerencias que se presentarán solo abordarán los tres campos de acción mencionados en la sección anterior, estas son:

- Gestión y administración de la información.
- Educación a distancia.
- Monitoreo y atención médica móvil.

5.1. Gestión y administración de la información

Es mucha la información manejada (trámites, citas, expedientes clínicos, informes, requisiciones, entre otras fuentes de información) dentro del sistema de salud mexicano, pero esta no solo deber estar almacenada de forma adecuada para su fácil acceso sino también debe estar segura de posibles malos usos o robos. Una de las nuevas tecnologías que se pueden emplear para la mejora del manejo de la información, que al igual que en todos los procesos anteriores se puede usar la nube informática (Cloud Computing), mediante esta tecnología se puede almacenar grandes cantidades de información y es posible acceder de manera sencilla a ella, con autorización previa. El uso de la nube nos permitirá acceder a la información deseada desde cualquier parte del mundo con una conexión a internet o una red móvil como la red LTE, otra tecnología de última generación que se utilizaría para esta reestructuración.

Dentro de la nube se propone el almacenamiento de los expedientes clínicos electrónicos de cada usuario, de manera que, si el usuario se enferma o tiene problemas médicos en algún lugar donde no tenga cobertura médica o la institución nacio_

nal o extranjera que lo atienda no tenga ningún registro del mismo, esta institución pueda consultar su historial clínico para evitar perder tiempo en caso de que su urgencia se deba a algún padecimiento previo. También podrá existir la posibilidad que los laboratorios puedan enviar los resultados de estudios al expediente clínico electrónico del usuario, de manera que, cualquier médico autorizado podrá analizar los resultados y proveer un diagnóstico. Dicho expediente que se genera será un Expediente Clínico Electrónico Personalizado Universal (ECEPU).

Regresando a la tecnología LTE mencionada previamente e integrando a los teléfonos inteligentes es posible la implementación de una aplicación donde se puedan realizar trámites y búsquedas de información sin la necesidad de acudir a la institución de salud. Algunas acciones que se pueden realizar son las siguientes:

- Generar, consultar y cancelar citas médicas.
- Recuperar recetas médicas.
- Realizar trámites administrativos.
- Llamar a emergencias
- Localizar hospitales o clínicas.
- Revisar existencia de medicamentos.

En caso de no contar con un teléfono inteligente, se podría desarrollar un sistema de mensajes de texto con el fin de proporcionar las funciones básicas con las que cuenta la aplicación.

5.2. Educación a distancia

Con respecto a la educación a distancia, la creación de universidades o centros de estudios virtuales para la enseñanza de medicina y enfermería que proveerían de profesionales de la salud a las rancherías, pueblos y municipios remotos. No necesariamente toda la educación se impartiría de manera remota, pero si la gran parte de ella, dejando la práctica y algunos otros tópicos importantes sean impartidos en el centro médico o universidad más cercana.

Dentro de la educación a distancia también existe un rubro conocido como alfabetización de eHealth y mHealth en donde se proponen plataformas virtuales para que un médico, vía remota y mediante un dispositivo móvil, pueda acceder a libros, textos con orientados al diagnóstico de enfermedades, enlaces con universidades especializadas, farmacéuticas entre otras fuentes de información que puedan ayudar a realizar un diagnóstico adecuado junto con su respectivo tratamiento.

Finalmente apoyar todo esto con tutoriales, plataformas web y dispositivos de realidad virtual para una mejor preparación de los futuros médicos. Las aplicaciones de la realidad virtual

en un entorno hospitalario (véase Fig. 2) son tantas que el desarrollo de dispositivos especializados y de aplicaciones enfocadas al mundo de la salud integral la cual comienza ya a tener un peso relevante en el sector, gracias a las tecnologías innovadoras.

5.3. Monitoreo y asistencia médica

Para concluir esta sección se realiza una propuesta mediante la cual es posible utilizar mHealth para el monitoreo y asistencia médica de la población a distancia. Los dispositivos de última generación para el cuidado de la salud a distancia tienen precios elevados, por lo cual, la finalidad principal de esta propuesta es poder realizar un sistema de monitoreo y asistencia médica de bajo costo para que pueda ser implementado en un sistema de salud público.

En esta propuesta se utiliza la tecnología de última generación, esta es la WBAN, mediante esta se puede realizar una red de sensores en el cuerpo de un individuo para monitorear ciertas funciones fisiológicas del paciente.

A grandes rasgos, el dispositivo funcionaria de la siguiente manera: una red WBAN estará monitoreando los signos vitales de una persona, mientras estos permanezcan estables el dispositivo periódicamente tomará muestras de ellos y se enviarán al expediente médico electrónico del paciente en los servidores del hospital o en la nube para un acceso universal, con el consentimiento del dueño de la información.

Si existe una emergencia médica, se enviará un mensaje de emergencia que contará con la localización, los signos vitales e información personal, de manera que el hospital pueda enviar un equipo de emergencia inmediatamente con el instrumental y dispositivos necesarios para que la asistencia a la persona sea más ágil, es decir, que dependiendo de la información recibida mediante el mensaje de emergencia, la unidad

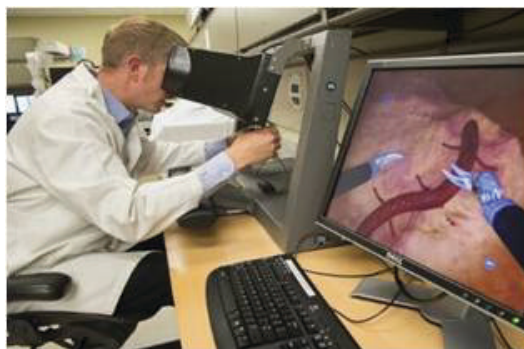


Fig. 2. Realidad virtual en la educación de la medicina.

médica sabrá que se requiere para atender de forma eficaz el problema que tiene el individuo. La Figura 3 muestra cómo funcionaría este dispositivo.

6. Seguridad en eHealth y mHealth

La información manejada en el sistema de salud es muy sensible y privada como lo son los expedientes clínicos electrónicos, resultados de análisis, tratamientos o recetas expedidas, por lo que es necesario que, a la par de esta propuesta se implemente un sistema de protección a la información.

Entre los requerimientos con respecto a la privacidad de la información se encuentran los siguientes:

- La información debe estar solo disponible para personal autorizado.
- Deben existir estrictas pólizas de acceso a la información.
- Los equipos donde se almacena la información deben tener una protección para evitar el robo de la misma.
- Los dispositivos móviles no deben almacenar información o esta deberá estar encriptada.
- Adaptarse a las normas de privacidad y seguridad informática establecidas por los estándares nacionales e internacionales.

Aunque no están bien especificados los requerimientos de seguridad para mHealth, se ha estado trabajando para estandarizar los requerimientos de seguridad, entre los primeros países que empezaron fue Estados Unidos desde la creación del documento llamado "Health Insurance Portability and Accountability Act (HIPAA)[22]: Privacy Rule" pero no fue

recibida de buena forma por la comunidad científica aunque en muchos de los trabajos acerca de seguridad en mHealth se basan en ella.

Para el sector salud en México también ha sido tema la seguridad, el CENETEC-Salud expresa que la seguridad [23] de mHealth utilizada dependerá de la tecnología utilizada, de los pocos aspectos de seguridad que si especifica el CENETEC es la protección de los expedientes clínicos electrónicos mediante a la norma mexicana NOM-204-SSA3-2012, también remarca que la seguridad en los datos se lleva a cabo con firmas electrónicas y certificados digitales, además de tomar como referencia las propuestas hechas por la HIPAA. Pero en general, no propone un sistema de seguridad de datos integral.

Como parte de la propuesta presentada en este artículo de investigación, se han considerado sistemas de seguridad para la información desde su recolección, el almacenamiento, hasta la consulta y uso de los datos. La mayoría estarán basados en los conceptos propuestos por la HIPAA, pero también se generarán algoritmos de encriptado que puedan ser ejecutados de manera ágil en los dispositivos móviles, además de la creación una llave única para cada usuario mediante la cual el paciente y el médico puedan acceder a su expediente clínico electrónico en cualquier sitio.

7. Conclusiones

México no es un país acostumbrado a utilizar la tecnología móvil en el sector salud, por lo cual, será necesario bregar con los paradigmas de salud que se establecieron en México, por ejemplo, se tiene la creencia que para dar seguimiento a un tratamiento es necesario ver directamente al doctor en su consultorio, algo con mHealth no sería necesario. Además, es importante señalar que las deficiencias que presentaría este modelo al implementarse no serían en las aplicaciones sino en el retraso tecnológico que existe en el país.

Pero mHealth se presenta como una respuesta adecuada al problema de la cobertura universal de salud porque al utilizar las redes móviles este sería capaz de llegar a los lugares de difícil acceso y proveer de atención médica a todos esos pueblos remotos, no solo en por medio de diagnósticos y tratamientos sino también por la generación de profesionales de salud en ese sitio.

Mediante la inclusión de las nuevas tecnologías de información y comunicación al sector salud público, también se garantizaría un tratamiento de la información más ágil y de más sencillo acceso a ella. Sin olvidar la generación de un sistema de seguridad en la información, el cual, no podrá ser cualquier tipo de seguridad, este sistema necesita una privacidad y se-

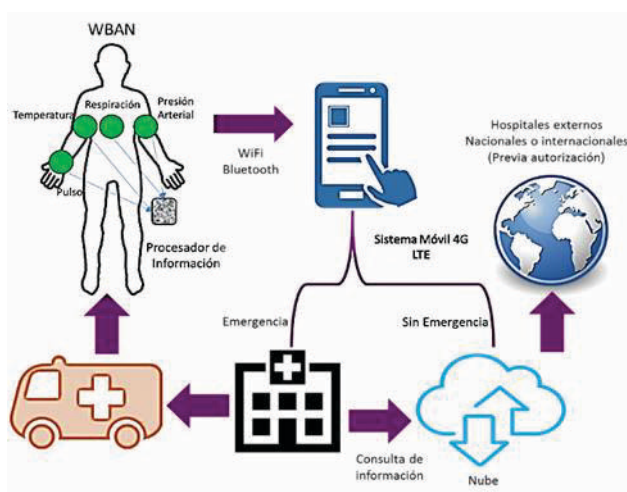


Fig. 3. Modelo del sistema monitoreo y asistencia médica personalizado.

guridad de alto nivel para mantener segura la información aun en caso de robo.

La cobertura universal de salud y la salud integral se verían más cerca de ser una realidad si se implementarán programas y sistemas de mHealth en México. Por este motivo, la investigación, el desarrollo y la implementación de programas y sistemas de mHealth en México es una apuesta que se tiene que hacer para que con esto se pueda ir de programas de telesalud a programas y sistemas de eHealth y mHealth.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Instituto Politécnico Nacional y a la Sección de estudios de Estudios de Posgrado e Investigación de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Zacatenco, al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo brindado.

Referencias

- [1] M. Kay, "mHealth: New Horizons for Health through Mobile Technologies," *World Heal. Organ.*, vol. 3, pp. 66-71, 2011.
- [2] Y. Shi, "Smartphone Based Body Area Network System," *2014 Int. Conf. Med. Biometrics*, pp. 204-209, 2014.
- [3] S. Sarkar, & S. Misra, "From Micro to Nano: The Evolution of Wireless Sensor-Based Health Care.," *IEEE Pulse*, vol. 7, no. 1, pp. 21-25, 2016.
- [4] J. Edwards, "Telepresence: Virtual Reality in the Real World," *IEEE Signal Process. Mag.*, pp. 9-13, noviembre 2011.
- [5] P. Mell, & T. Grance, "The NIST definition of cloud computing," *NIST Spec. Publ.*, vol. 145, p. 7, 2011.
- [6] E. Dahlman, S. Parkvall, and J. Sköld, "LTE Radio Access," in *4G: LTE/LTE-Advanced for Mobile Broadband*, Elsevier, 2014, pp. 103-119.
- [7] T. Ali-Yahiya, "Understanding LTE and its Performance," *Int. J. Inf. Learn. Technol.* vol. 53, núm. 9, 2011.
- [8] S. C. Yang, & P. Winter, "LTE-Advanced and IEEE 802.11ac," *Int. J. Inf. Learn. Technol.*, vol. 32, núm. 4, pp. 221-234, agosto 2015.
- [9] Vital Wave Consulting, "mHealth for Development: The Opportunity of Mobile Technology for Healthcare in the Developing World," *Technology*, vol. 46, núm. 1, pp. 1-70, 2009.
- [10] D. Malvey, & D. J. Slovensky, *mHealth*, vol. 1. Boston, MA: Springer US, 2014.
- [11] R. Istepanian, S. Laxminarayan, & C. S. Pattichis, *M-Health*, 2006.
- [12] World Health Organization, "Building eHealth Progress of Member States," *Glob. Obs. eHealth Ser.*, p. 339, 2006.
- [13] R. S. H. Istepanian, & J. C. Lactal, "Emerging mobile communication technologies for health: some imperative notes on m-health," *Proc. 25th Annu. Int. Conf. IEEE Eng. Med. Biol. Soc.* 2003, vol. 2, no. 954, p. 1414-1416 Vol.2, 2003.
- [14] ITU, "The ICT Development Index 2015," IDI Ranking, 2015. [Online]. Available: <http://www.itu.int/net4/ITU-D/idi/2015/#idi2015countrycard-tab&MEX>. [Consultado: 01-Sep-2016].
- [15] Instituto Nacional de Estadística y Geografía, "Encuesta Nacional sobre disponibilidad y uso de tecnologías de la información en los hogares," *Comun. Soc. - Boletín prensa Núm. 131/16*, 2016.
- [16] W. H. Organization, "Atlas. eHealth country profiles," WHO, Geneva, 2010.
- [17] Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos, *OECD Reviews of Health Systems: Mexico 2016*. OECD Publishing, 2016.
- [18] CENETEC, Serie Tecnologías en Salud: Volumen 3: Telemedicina. 2011.
- [19] INEGI, "Estadísticas de Mortalidad," 2016. [Online]. Available: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/registros/vitales/mortalidad/tabulados/ConsultaMortalidad.asp>. [Consultado: 03-Sep-2016].
- [20] A. Gaddi and F. Capello, *eHealth, Care and Quality of Life*. Milano: Springer Milan, 2014.
- [21] C. D. Norman, & H. A. Skinner, "eHealth literacy: Essential skills for consumer health in a networked world," *J. Med. Internet Res.*, vol. 8, no. 2, pp. 1-11, 2006.
- [22] M. Steinberg, & E. Rubin, *The HIPAA Privacy Rule: Lacks Patient Benefit, Impedes Research Growth*, Assoc. Acad. Heal. Centers, 2009.
- [23] CENETEC-Salud, "Interoperabilidad Servicios Móviles y Uso de Telemonitoreo Basado en Biosensores," 2012.

PERIODICA: ÍNDICE DE REVISTAS LATINOAMERICANAS EN CIENCIAS

http://periodica.unam.mx/F?func=find-b-0&local_base=per01