Sociedad Española de Informática y Salud · Nº 101 · Agosto 2013

I+S
INFORMATICA Y SALUD

Monográfico

Innovación y Nuevos Horizontes en TIC para la Salud

Entidades Asociadas

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE INFORMÁTICA DE LA SALUD

accenture
Alto rendimiento. Hecho realidad.

InterSystems

Bilbomática

iic instituto de ingeniería del conocimiento

BULL

NUANCE

Carestream

ORION HEALTH

CSC

Tecnocom

Ibermática
Tecnología y Conocimiento

SAVAC Consultores
Medical Applications Support

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE INFORMÁTICA DE LA SALUD

Director
Salvador Arribas

Comité editorial
Luciano Sáez
Marcial García Rojo
Rosa Valenzuela
Elvira Alonso
José Luis Carrasco

Consejo de Redacción
Rodrigo García Azurmendi
Miguel Chavarría
Fernando Bezares
José Quintela
Alberto Gómez Lafón
Jesús Galván
María Rovira
Julio Moreno
José Luis Monteagudo
Cristina Cuevas
Begoña Otalora
Emilio Aced
Fernando Escolar
Carlos García Codina
Vicente Hernandez
Carlos Hernández
Juan Fernando Muñoz
Juan Manuel de León
Carlos Parra
Antonio Poncel
Francisco Javier Francisco Verdú
Carlos Royo
José Lagarto
Isabel Aponte
Guillermo Vázquez
Javier Carnicero

Colaborador Técnico
Diego Sáez

Información, Publicidad, Suscripciones y DISTRIBUCIÓN:
CEFIC. C/ Enrique Larreta, 5 Bajo Izda
28036 Madrid
Tlfno: 913 889 478 • Fax: 913 889 479
e-mail: cefic@cefic.es

Producción Editorial:
Tel. 902 271 902 • Fax: 902 371 902
E-mail: mic@editorialmic.com
www.editorialmic.com
Editorial MIC

DL: M-12746-1992
ISSN: 1579-8070

Año 2013. Sumario nº 101

Editorial 5

MONOGRÁFICO: INNOVACIÓN Y NUEVOS HORIZONTES EN TIC

- **Innovación en Salud y Bienestar Social: Datos y Dilemas en torno a la Función TIC** 6
  José Mª de la Higuera
- **¿Horizontes Lejanos? Innovación en TIC para la Salud** 10
  Juan Reig Redondo
- **Innovación en Tecnologías de la Información y la Comunicación** 18
  Laura M. Roa
- **El Proceso de la Innovación: De la Idea a la Creación de Valor** 21
  Xurxo Cegarra González
- **Emprendimiento y Cooperación Saludable** 24
  Ana Torrejón Beldad
- **Casos de éxito en la introducción de nuevos servicios en e-Salud. Unidad de Innovación de Barbastro (SALUD)** 27
  Juan I. Coll Clavero
- **Informática para la Innovación en Investigación Biomédica** 33
  Carlos Luis Parra Calderón
- **Tecnologías emergentes, interoperabilidad y estandarización en el ecosistema de e-Salud** 38
  Ignacio Martínez
- **Nuevas Técnicas de Diagnóstico. Desde Patología Digital hasta la Microscopía en Vivo** 43
  Marcial García Rojo
- **Entornos Modulares Open-Source para el Soporte de Nuevos Servicios de m-Salud** 50
  Mario Pascual Carrasco
- **Apps Sanitarias: Conocimiento y Servicios en el Móvil** 57
  Julio Mayol Martínez
- **Concepto de Redes de Salud Inteligentes** 62
  Javier Martín Martínez
- **La Clínica de Navarra pone la Historia Clínica Electrónica al Alcance de los Pacientes con InterSystems Ensemble** 64
  InterSystems Iberia

SOCIOS TECNOLÓGICOS

CSC · FUJITSU · INTERSYSTEMS · Microsoft

COLABORADORES TECNOLÓGICOS

AGFA HealthCare · intel · Atos · Informática El Corte Inglés · EMC² · GE Healthcare · UNIT4 · T-Systems

Los artículos revisiones y cartas publicadas en I+S, representan la opinión de los autores y no reflejan la de la Sociedad Española de Informática de la Salud

Entidades Colaboradoras

AGENCIA CATALANA DE PROTECCIÓN DE DATOS

AGFA

COLEGIO OFICIAL DE FARMACÉUTICOS DE CÁCERES

COLEGIO OFICIAL DE FARMACÉUTICOS DE BADAJOZ

COMPLEJO HOSPITALARIO UNIVERSITARIO DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

CONSEJO GENERAL DE COLEGIOS OFICIALES DE FARMACÉUTICOS

CSC

EMEDICA, S.L.

EMERGRAF, S.L. CREACIONES GRÁFICAS

EVERIS

GENERAL ELECTRIC

HOSPITAL CLINIC. SISTEMAS DE INFORMACIÓN

HOSPITAL GENERAL GREGORIO MARAÑÓN

HOSPITAL LLUÍS ALCANYÍS DE XÁTIVA

INTERSYSTEMS

MUTUA UNIVERSAL

MUTUAL CYCLOPS-CENTRE DOCUMENTACIÓ

OSAKIDETZA - SERVICIO VASCO DE SALUD

T-SYSTEMS

UNIT 4

VALLPLASA ATENCIO PRIMARIA

Innovación y Nuevos Horizontes en TIC para la Salud

José Luis Monteagudo Peña

Gran parte del futuro del sector sanitario se está jugando en el campo de la innovación y las TIC tienen mucho que decir en este futuro. Innovar implica cambiar, descubrir, explorar, inventar, reformar, renovar… La innovación constituye una referencia obligada en cualquier aspecto de la vida de las personas y de las organizaciones, desde las más simples a las más complejas, porque está indisolublemente unida a todo proceso de cambio y evolución. Las TIC han constituido desde hace más de dos décadas un factor de cambio muy importante en Salud. Hoy día se asume que son un elemento fundamental para abordar los grandes retos a que se enfrentan en la actualidad los sistemas sanitarios como la cronicidad, la mejora de la eficiencia y la sostenibilidad. De ahí el papel clave que han recibido en las políticas de impulso de la innovación en los países avanzados y en particular en la Unión Europea en su estrategia de Europa por la Innovación y acciones como el Partenariado Europeo de Innovación para el Envejecimiento Activo y Saludable (EIP-AHA).

La innovación no es sinónimo de tecnología. El dominio de las competencias tecnológicas son esenciales para poder utilizar las capacidades de las TIC pero también es fundamental conducir la innovación desde el conocimiento medico, sanitario y de organización de los servicios para desarrollar innovaciones que tengan éxito.

Innovar no es fácil y no surge por su mera invocación. Requiere un conjunto complejo de actividades y esfuerzos organizacionales, tecnológicos, financieros y comerciales orientados hacia la generación de productos, sistemas y procesos para la creación real de valor y la generación de nuevos conceptos. En este contexto la capacidad de las organizaciones sanitarias y de las empresas para invertir en investigación y desarrollo, educación y formación en una cultura innovadora, y de una forma más general en intangibles es determinante. Tal como demuestra la experiencia es necesario trabajar a la vez a medio y largo plazo y reaccionar muy rápidamente a los condicionantes y las oportunidades del presente. Es muy importante crear y sostener en el tiempo una infraestructura potente de innovación TIC en Salud para hacer efectivos sus resultados prácticos.

Con éste número monográfico de la Revista I+S se pretende contribuir al desarrollo de la cultura de innovación en TIC para la Salud en nuestro entorno dando a conocer ideas y proyectos de ecosistemas innovadores cercanos. En el mismo se incluyen desde reflexiones teóricas sobre el papel y características de la innovación tecnológica en el marco sanitario, hasta la descripción de aspectos tecnológicos concretos, y ejemplos prácticos de iniciativas y proyectos concretos con casos de éxito. Las aportaciones proceden de entornos académicos, de investigación, de instituciones sanitarias, de la administración y de los proveedores de tecnología de acuerdo con los principios de la Plataforma de Innovación de la SEIS. Dada la necesaria limitación física del número de páginas disponibles, el contenido de este número sólo puede acoger una muestra muy limitada de la actividad de innovación en TIC para la Salud que se desarrolla en nuestro país. A lo largo de los números sucesivos de I+S se irán plasmando más realizaciones de las muchas existentes en nuestro país y en relación con las actividades de la Plataforma de Innovación de la SEIS.

La innovación no es únicamente un mecanismo económico o un proceso técnico. Ante todo hoy día es un fenómeno social a través del cual los individuos y las sociedades expresan su creatividad, sus necesidades y sus deseos. Esta íntimamente ligada al contexto social en que se produce. Tal como se expresa en uno de los artículos "la conjunción de tantos avances en medicina, en neurociencias, en genética, en Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC), en tecnologías en general, en los nuevos roles de las personas y la sociedad y en el conocimiento y preocupación por nuestro entorno, hacen que el escenario de progreso en el sector salud aparezca lleno de oportunidades". Que así sea.

Innovación en Salud y Bienestar Social: Datos y Dilemas en torno a la Función TIC

"Quien no se preocupa del futuro acaba teniendo que preocuparse del presente"
CONFUCIO. "Analectas" (s VI AC)

José Mª de la Higuera
Asesor innovación. Consejería de Salud y Bienestar Social
Especialista en Medicina Comunitaria. Master en Economía de la Salud y Dirección Organizaciones Sanitarias

Nunca tanta gente ha escrito y hablado tanto, durante tanto tiempo y en sitios tan diferentes sobre innovación (5 M de resultados en Google para "innovación" que suben a 230 M con "innovation"). Con todo no lo suficiente si es que hablar, comprender el fenómeno, tiene alguna traslación a la realidad de los hechos, al menos en nuestro entorno.

La paradoja europea, el fenómeno por el cual pueden coexistir altos niveles, en calidad y cantidad, de resultados en investigación con bajos resultados en innovación, es especialmente relevante en España, a juzgar por nuestra posición relativa en el campo de la investigación (9º puesto) comparada con el que ocupamos en el paisaje de la innovación (29º[1]).

La crisis fiscal y financiera que padecemos no ha hecho más que agudizar esta deficiencia. La política europea formulada en la estrategia Europa 2020 hace de la innovación la palanca clave para abordar los grandes desafíos que la UE tiene planteados en torno al crecimiento, el desempleo, el cambio climático y demográfico, la sostenibilidad de los sistemas de atención sanitaria y social.

El discurso: cambio demográfico, envejecimiento, enfermedades crónicas, atención de agudos, sostenibilidad del sistema sanitario y social y la gran oportunidad TIC, sitúan al sector sanitario-social en el centro del proceso de cambio e innovación soportado por las nuevas tecnologías[2], singularmente para el caso las TIC.

En unos momentos en los que vivimos de manera bien cruda una fase destructiva de nuestra base productiva es preciso afinar nuestros diagnósticos para aplicar remedios a la situación con visión de futuro.

A falta de pruebas sobre el impacto de las TIC en el sector salud, parece establecida la opinión de que el sector no estaría sacando todo el potencial de beneficio que estas podrían prestar, como de hecho están prestando en otros sectores productivos. No esta de más por tanto revisitar algunos aspectos relacionados con el proceso de innovación con la mirada puesta en optimizar sus resultados.

La I+D+i no es un proceso lineal

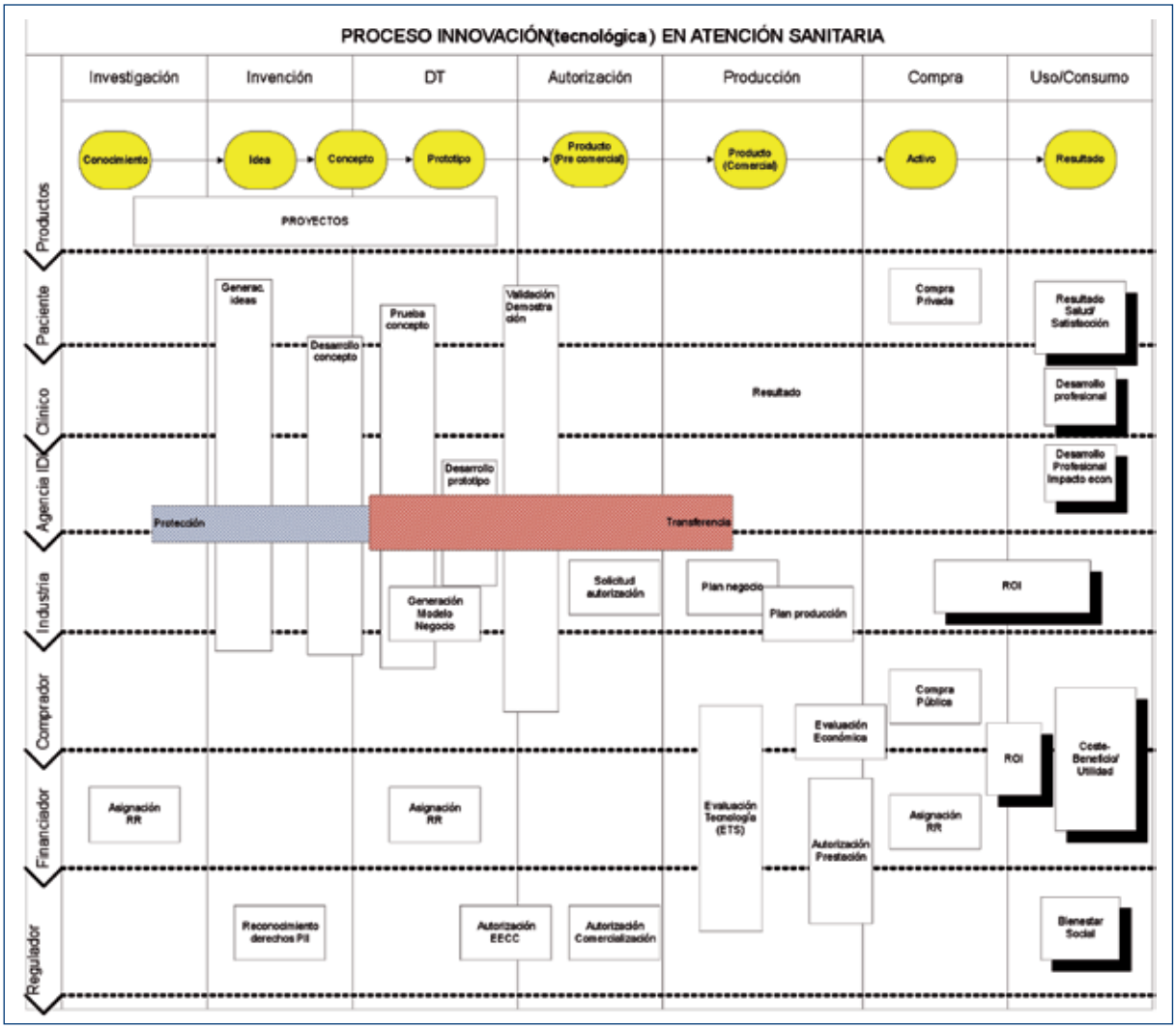
La base científico técnica es imprescindible pero por si sola no asegura el camino desde la idea al éxito en el mercado y/o en la práctica clínica podríamos decir en un contexto sanitario público. No basta con alimentar el sistema de ciencia (la I) y tecnología (la D) para producir nuevos productos (bienes y servicios), procesos, organización y modelos de negocio.

Lo que si que guarda algún sentido en esta formula consagrada es que la "i pequeña" está al final, o sea en la finalidad del proceso, en los resultados de la aplicación del conocimiento, la innovación es el "driver" fundamental (al menos para los emprendedores) de la investigación y el desarrollo tecnológico.

El proceso de innovación es un proceso complejo

Introducir con éxito un nuevo producto requiere

1. Global Innovation Index 2012: http://www.globalinnovationindex.org/gii/main/2012rankings.html
2. Frente al uso reduccionista del término nuevas tecnologías aplicadas a las TIC en los media, consideramos que las TIC son una de las áreas de nuevas tecnologías junto a las ómicas, nuevos materiales, etc.
3. Joseph A. Schumpeter (1934). The theory of economic development. An inquiry into profits, capital,credit,interest and the business cycle.Edit. Transaction Publishers.New Jersey 1983.
4. Clayton M. Christensen (2000). "The innovator's dilemma". Harper Business, 2011 edition.



disponer de ese producto en condiciones de ser utilizado en condiciones normales, lo cual exige de un proceso previo del que la fase de innovación sería su etapa final. En sentido amplio el proceso de innovación requiere de las etapas de investigación y desarrollo tecnológico, así como de otras tareas relacionadas con la valoración económica, organización, marketing, etc

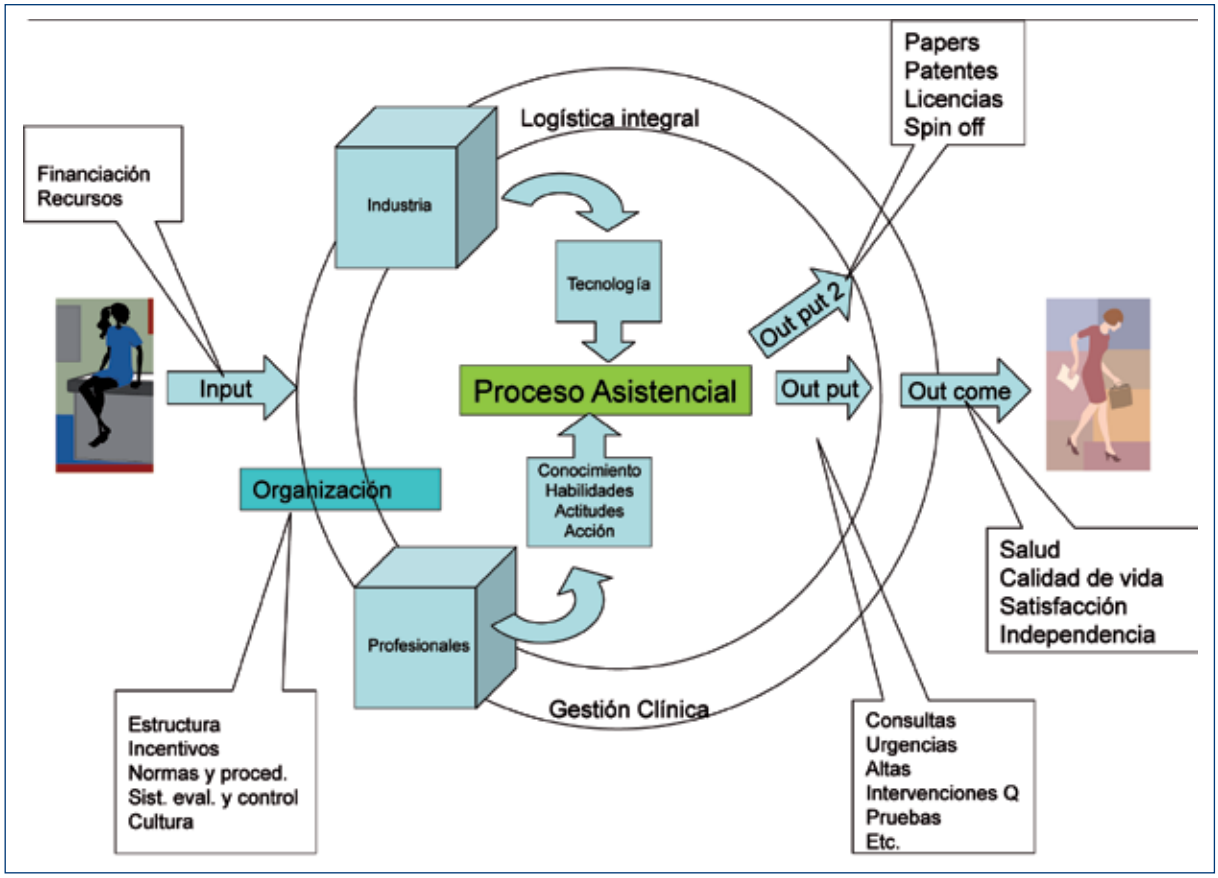
En realidad el proceso de innovación es la suma de muchos procesos interconectados en los que participan múltiples agentes que influyen de manera determinante en los resultados en función de su competencia técnica, pero también a través de la calidad de sus conexiones, por eso es preferible hablar de (eco)sistemas de innovación.

La innovación es un proceso estratégico empresarial que afecta a las decisiones de inversión de la organización

En un estado de equilibrio sin nuevas entradas de recursos (vía crédito o aportaciones directas) hay que desinvertir en un lado para ponerlo en otro, este concepto magistralmente expuesto por Schumpeter en 1934[3] está en el corazón de las decisiones determinantes del proceso de innovación. Será por eso que a los que lideran la innovación se les conoce como emprendedores, algo así como héroes que tiene además de genio y voluntad un punto de temeridad o falta de aversión (ignorancia a veces) al riesgo.

Las empresas establecidas son víctimas de la buena atención a sus mejores clientes

La tesis de Christensen[4] sobre cómo la buena gestión de grandes compañías de éxito que escuchan y atienden a sus buenos clientes es inútil e incluso contraproducente a la hora de afrontar tecnologías disruptivas, ¿es aplicable a nuestro medio? Para sacar beneficio de estas circunstancias estarían en mejores condiciones nuevas empresas emergentes. Salvando las distancias, el desarrollo de nuevas



especialidades médicas en torno a nuevas tecnologías es un ejemplo interesante del proceso de innovación en el sector salud.

La innovación dirigida por el lado de la oferta o de la demanda

Gran tema de debate y fuente de distintas iniciativas en las políticas de innovación: ¿quién lidera la innovación? ¿Los proveedores de tecnologías o los demandantes de las mismas?. La cuestión es especialmente pertinente en entornos productivos con pocos o deficientes mecanismos de mercado. No es casual que la compra pública innovadora haya nacido y desarrollado en el sector militar. El problema, y de esto podríamos hablar mucho en el mundo de las TIC, es que a veces "los usuarios no saben lo que quieren" y si hablamos de productos o procesos que no existen la cosa se pone francamente incierta.

¿Quiénes son los usuarios y clientes de la innovación en el sector salud y de bienestar social?

Durante años, se viene discutiendo sobre la denominación adecuada de los agentes finales del proceso asistencial: pacientes, usuarios, clientes, beneficiarios, etc., la cuestión no es baladí, ni pacífica, ni neutral. Obedece a una complejidad del servicio, en la que lo institucional, además de lo ideológico, juega un papel determinante y en la que las asimetrías de información y la relación de agencia entre profesional y paciente introduce un componente singular de complejidad en el uso de la tecnología y en el proceso de innovación. El desarrollo de las TIC y la digitalización abren oportunidades para modificar este tipo de relación en la medida que modifican el acceso y uso potencial de la información, posibilitando el "empowerment" de los pacientes y su intervención activa en el proceso asistencial del que son input y output esencial

¿Quién está en los mandos?

Las decisiones sobre los servicios, los actuales y los futuros, es un elemento fundamental en la orientación de la innovación. Para Eric Topol[5] la cuestión es bien sencilla, la revolución de los nuevos servicios basados en la digitalización de las personas y la convergencia de la información de salud, genómica, imagen y sensores inalámbricos, requiere de un proceso de destrucción creativa del sistema médico vigente y eso sólo tendrá

lugar con la participación activa de los consumidores. Admitir la tesis, plantea a continuación el problema de en qué consiste la participación activa de los consumidores, sobre todo en un contexto de servicio público, donde supuestamente la acción de los consumidores se materializa a través de sus representantes (políticos en este caso).

"Back to basics": el valor de la salud y el bienestar social y los rendimientos del capital

Es claro que el proceso de innovación en general y en el ámbito de la salud y del bienestar en particular es un proceso complejo sustentado en un sistema complejo, en el que el éxito es difícil de medir en términos de cuenta de resultados. Los resultados, no obstante, existen y es preciso explicitarlos de manera que las señales a los agentes que interviene en la producción tengan guías fiables que oriente su acción, a veces a medio y largo plazo.

La innovación tecnológica como input intermedio del proceso asistencial tiene efectos ambivalentes ya que por un lado puede mejorar los resultados de salud y calidad de vida pero por otro incrementa los costes (el principal factor de incremento de coste de la atención sanitaria a juicio de los expertos[6]) lo que en un contexto de servicio público se descodifica como gasto público, con los efectos perversos que genera en las políticas públicas especialmente en momentos de crisis fiscal.

Actuaciones como la de NICE en el Reino Unido fijando un umbral de coste-efectividad para las innovaciones de producto dentro del NHS medido en libras por QUALY es, con todas las limitaciones que podamos argumentar, un paso fenomenal.

En teoría de modelos de negocio se habla de propuesta de valor. Con todo lo intangible que pueda tener el concepto al hablar de salud y bienestar, al final se llega a la cuenta de resultados.

En nuestro país hay un consenso y, hasta ahora, un sólido pacto social elaborado durante muchos años sobre el modelo de negocio sanitario soportado en el Sistema Nacional de Salud. Es hora de evolucionarlo para mantenerlo, mejorarlo y exportarlo, en su caso, en un entorno de cambio tecnológico, demográfico, ambiental y social de unas dimensiones inimaginables hasta ahora y en las que estamos viviendo la fase destructiva del proceso. Es necesario y urgente entrar en la fase creativa (que existe, lo que no está determinado es dónde) para ello hay que empezar por hacer mejor las cuentas, todas las cuentas: las de resultados, las financieras, las de capital humano, las de capital intelectual y, por último y no por ello menos importante, las de capital social.

ECOSISTEMA DE INNOVACIÓN
Componentes del sistema de innovación tecnológica en el Sistema Sanitario Público de Andalucía (SSPA)

- **Centros sanitarios públicos**
- **Centros sanitarios privados**
- **Profesionales de salud**
- **Grupos de I+D+i**
- **Servicio Andaluz de Salud (SAS)**
- **Empresas públicas sanitarias**
- **Consejería de Salud y Bienestar Social**
- **Industria**
- **Universidad**
- **OPIs**
- **Centros de Investigación**
- **Parques Tecnológicos**
- **Centros Tecnológicos**
- **OTT**
- **AETSA**
- **Agencias Financiadoras:**
  - **CDTI**
  - **Corporación Tecnológica Andalucía**
  - **Junta de Andalucía**
  - **Administración Central**
  - **Unión Europea**
- **Capital riesgo**
- **Red de fundaciones de investigación**
- **Proveedores**
- **Políticas públicas**
- **Legislación**
- **Cultura**

5. Eric Topol (2012). "The creative destruction of medicine. How the digital revolution will create better health care.". Basic Books. New York. E-book edition.
6. US Congressional Budget Office (2008). "Technological Change and the Growth of Health Care Spending". http://www.cbo.gov/sites/default/files/cbofiles/ftpdocs/89xx/doc8947/01-31-techhealth.pdf

¿Horizontes Lejanos? Innovación en TIC para la Salud

"El futuro tiene muchos nombres.
Para los débiles es lo inalcanzable. Para los temerosos, lo desconocido.
Para los valientes es la oportunidad."
Víctor Hugo

Juan Reig Redondo[1], Mónica Reig Pérez[2]; Ana María Chups Rodríguez[3]; Francisco Javier Irala Pérez[4]; Mari Carmen Recio Campos[5]; José Antonio Valverde Albacete[6]

1. Área de Gestión Sanitaria de Osuna. Hospital de la Merced
2. Servicio de Cirugía. Hospital San Juan de Dios del Aljarafe, Bormujos (Sevilla)
3. Jefa de Servicio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones. Área Sanitaria de Osuna. Hospital de La Merced, Osuna (Sevilla)
4. Responsable unidad Información, Calidad y Evaluación. Área Sanitaria de Osuna. Hospital de La Merced, Osuna (Sevilla)
5. Enfermera gestora de casos. Área Sanitaria de Osuna (Sevilla)
6. Servicio Provincial EPES-061 Cádiz. Hospital Universitario de Puerto Real.

INTRODUCCIÓN

Hacer predicciones es siempre complicado decía el Premio Nobel de Física Niels Bohr. Pero también es cierto que hay que arriesgarse. No podemos predicar el error como forma de aprendizaje y evitar en nuestro trabajo aventurar que puede pasar en el futuro. Este artículo trata de eso, de basarse en los indicios que tenemos hoy para imaginar como será el mañana. Tendrá también una visión utópica contraria a aquello de que todo tiempo pasado fue mejor. Estamos convencidos que lo mejor, casi siempre, está por llegar.

Tras esta aclaración filosófica, conviene dejar constancia que la conjunción de tantos avances en medicina, en neurociencias, en genética, en Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC), en tecnologías en general, en los nuevos roles de las personas y la sociedad y en el conocimiento y preocupación por nuestro entorno, hacen que el escenario de progreso en el sector salud aparezca lleno de oportunidades. Nos ceñiremos en este análisis a los aspectos más tecnológicos y no a los específicamente de salud o medicina.

Es más, ese futuro es un futuro de desarrollo de forma sinérgica y combinada. Son avances que, en términos musicales, llamaríamos polifónicos, donde todas las voces y los matices hacen falta para progresar. Los avances en solitario son, no solo muy difíciles, sino que muchas veces han estado condenados al fracaso. Y son inexorables. De poco nos sirve creer que a nosotros no nos va a afectar.

Y una parte importante de todo lo que vamos a ir desarrollando a continuación tiene que ver con nuestro papel como personas, actores en el entorno de la salud, en un orden social cambiante y en el cual no renunciamos fácilmente a asumir un rol determinante de liderazgo y de poder de decisión sobre nosotros mismos y sobre los otros actores públicos o privados ya sean organizaciones, proveedores, pagadores o aseguradores.

Factores determinantes de este progreso son, con carácter general, la movilidad; la rotura de las ataduras físicas a espacios fijos, organizaciones o procesos tradicionales; la desaparición o disminución de las distancias y las barreras; la democratización en el acceso a la tecnología y su asunción como parte de las potencialidades y las libertades individuales; la aparición de nuevos roles profesionales; la generación de ingentes cantidades de información y conocimiento de múltiples fuentes, heterogéneo, accesible y abierto y el interés creciente por el medio ambiente y la adecuada utilización de los recursos energéticos.

La gran diferencia con la tecnología en nuestros días es que nos permite más fácilmente gestionar las políticas que diseñamos y llevar a cabo las visiones de cosas que imaginamos que se podrían hacer. Ya no es simplemente una herramienta para realizar una idea o ejecutar una visión, tiene valor intrínseco y actúa como catalizador o posibilitador de cualquier estrategia. Por otra parte los decisores no pueden esperar a que una tecnología esté madura porque perderán ventaja competitiva. Tienen, tenemos, que convertirnos en "early adopters" si queremos diferenciarnos y activamente aprove-



Nube de palabras del artículo (www.worldle.net; Reig, Juan et al.)

char y beneficiarnos del impacto que la tecnología pueda tener en nuestro quehacer cotidiano porque el potencial de influenciar en la mejora de nuestra calidad de vida nunca antes ha sido más evidente.

EL ESCENARIO TECNOLÓGICO Y DE INNOVACIÓN

Imaginemos que gracias a la tecnología lográramos "ver" (simular, proyectar) como sería nuestra salud futura en función de los ingredientes de hoy: estilo de vida, código genético, entorno medio ambiental, tipo de trabajo, etc., etc.…y que pudiéramos ir modificando y simulando factores para visualizar otras situaciones finales. Eso ya no es ciencia ficción. Tenemos casi todos los elementos para hacerlo posible en nuestros días. Pero, ¿lo admitiría hoy el sistema sanitario?

El análisis del escenario en el cual se va a producir esta evolución, que se describe en los próximos párrafos, está marcado por una situación financiera desfavorable que sin embargo va pareja con una buena valoración, en general, del sistema de salud por parte de los usuarios. A ello hay que sumar una presión constante y de carácter incremental para fomentar el uso de la última novedad tecnológica aunque como contrapunto encontramos un abaratamiento de las tecnologías más comunes.

Como impulsor y elemento común a todas las industrias y sectores, no específico para el campo de la salud, está el hecho importante de que lo tecnológico va formando parte integral del día a día de las actuales generaciones. De hecho pasa a ser "invisible" y se incorpora como algo "natural", no solo para los considerados "nativos digitales" sino para el conjunto de la sociedad.

Existe además un ritmo y una intensidad de innovación y de incorporación de los cambios, sin precedentes en el pasado próximo, con elementos que cada vez nos afectan más a nivel personal y colectivo.

Por otra parte la convergencia efectiva de medios y redes -cada vez más híbridos-, sistemas, formas de acceso y contenido compartido en la nube, conduce, en opinión de los autores, hacia una permeabilidad, ubicuidad y transición sin barreras entre múltiples dispositivos y otros medios. Ello requiere entender el concepto de unidad, en cuanto a contenidos, y ofrecer pequeñas variaciones, relativas a tamaños y formatos, en cuanto a la forma de presentar la información.

Otro elemento impulsor que va adquiriendo relevancia en el progreso tecnológico en nuestro sector, sobre todo en la vertiente TIC's, es que soluciones de otros sectores parece que por fin son permeables hacia el sector salud. Deja de estar el sambenito constante de que la salud es diferente…

y que todo lo demás no sirve o no tiene aplicación en nuestro entorno.

El concepto de salud en si mismo, es otro elemento en evolución constante. No ya solo por el cambio de paradigma de curar/atender a prevenir, sino por la necesidad de incluir conceptos más amplios como bienestar o "wellness" así como integrar remedios tradicionales y otras formas de terapias no convencionales. De hecho ya hoy constatamos que en una app de control de peso vamos a tener no solo elementos de seguimiento metabólico y de ingesta de calorías o medición de ejercicios, sino referencias al estado de ánimo, a objetivos compartidos con nuestro grupo de redes sociales o a mensajes personalizados de "coaching" virtual generados por la misma aplicación.

La presencia activa en comunidades de acción o en grupos de personas con intereses comunes, ya sean de enfermedades, circunstancias asociadas a las mismas o simplemente vivencias con respecto al sistema de atención refleja una realidad diferente de la actual. Nos importan cada vez más las opiniones, sugerencias, consejos o ideas de nuestros vecinos en las redes sociales. Y ese espacio virtual de encuentro va estando cada vez más presente en la actuación cotidiana del sistema sanitario.

La experiencia de las personas (pacientes), concepto que excede el término clásico de satisfacción, en relación con el sistema sanitario y la influencia que aspectos como la buena comunicación pueden tener en la calidad de la asistencia y en la mejora de los resultados de salud son finalmente reconocidos bien porque mejoren la adherencia, por ejemplo, al tratamiento o porque generen más confianza y ello tenga una repercusión positiva en la evolución de un episodio. La tecnología, tan incorporada a nuestra vida diaria, puede facilitar enormemente la mejora de los aspectos de experiencia al personalizar la comunicación y la sensación de pertenencia, cercanía y proximidad.

Estas y otras nuevas ideas son las que van a influir directamente en los cambios que va a sufrir nuestro sistema sanitario a nivel de usuarios, pacientes, profesionales y organizaciones.

¿CUÁLES SON LAS TENDENCIAS?

Revisaremos en este apartado qué elementos tanto tecnológicos como de otra índole son los que nos van a permitir avanzar y cuál va a ser su grado de contribución así como los conceptos que pueden intervenir en el cambio de paradigma.

El primero a considerar es el concepto de "*transformational technology*" [1,1], que se refiere a cómo algunos elementos tecnológicos trascienden en su capacidad de inducir cambios a los meros efectos que esa tecnología podría producir. Es un concepto contrapuesto al de tecnología adaptativa o de transición. Ejemplos clásicos son la *World Wide Web* o los buscadores y cómo no, el móvil un su consideración más amplia.

Si analizamos varias de las predicciones[1,1,1], sobre que tecnologías tendrán realmente esa capacidad de transformación en los próximos años, encontramos una serie de ellas de forma consistente en todas las referencias: *Big data*, conectividad, la mejora en las manufacturas de ordenadores (micro y nanotecnología, grafeno), la impresión en 3D, la nube y el Internet de las cosas. Evidentemente nos referimos a grandes bloques que no se pueden aislar de otros elementos. Por ejemplo, en el caso concreto de la salud, tecnologías genéricas asociadas al Internet de las cosas junto con la mejora en sistemas de localización y miniaturización nos ofrecerán un sinfín de oportunidades para disminuir riesgos en relación con errores médicos, medios diagnósticos y tratamientos menos invasivos.

Repasemos la aportación posible de cada una de las tecnologías mencionadas.

Se estima que la información producida, y por tanto el volumen de datos, crece a un ritmo del 60% anual. Si hablamos de big data[1] nos referimos a los 2,5 quintillones (2.5×10^{18}) de bytes que se producen al día[1]. Las características de esta ingente cantidad de datos se relacionan con las 4V o las cuatro dimensiones de este concepto: el *volumen*, en referencia al permanente crecimiento de los datos producidos; la *velocidad* que se requiere para su utilización y el beneficio de su explotación inmediata; la *variedad* en los conjuntos de datos heterogéneos y desiguales provenientes de multitud de fuentes; y por ultimo la *veracidad*, considerado más como elemento de preocupación en relación con el valor real de los datos y la información de cara a la toma de decisiones.

La conectividad es un elemento imprescindible para garantizar que nuestro mundo tecnológico funciona. Es una premisa *sine qua non* para permitir el intercambio de datos, la relación entre dispositivos o la comunicación entre máquinas. La conectividad tiene que realizarse a altísima velocidad y capacidad, sin barreras, permitiendo el flujo de datos de forma fácil y sin obstrucciones, de modo automático y protocolizado pero bajo control. Se convierte la conectividad en uno de los mayores

retos del próximo futuro al aumentar exponencialmente el número de dispositivos y terminales conectados, el volumen de los datos intercambiados, la necesidad de la disponibilidad de las conexiones al 100% de forma permanente y segura, la multiplicidad de los mecanismos y medios de conexión, la coexistencia en un mismo dispositivo de diferentes formas de conectarse y a diferentes nodos de la red de forma simultánea. El entorno sanitario se convertirá de hecho en un entorno hiperconectado[1,1], en el cual la interoperabilidad real jugará un papel incuestionable.

Aun cuando la capacidad de computación estuvo tradicionalmente vinculada en el siglo pasado a los ordenadores, hoy habría que verlo al revés y preguntarse qué dispositivo o elemento de nuestra vida cotidiana carece de capacidad de computación. La fabricación de elementos de computación, en ese sentido amplio, es otro de los elementos de transformación tecnológica de nuestro sistema sanitario. La miniaturización de los componentes, la inclusión de la nanotecnología en los procesos de fabricación, la integración del grafeno en los circuitos y placas y la "incrustación" de módulos de computación en casi cualquier elemento del entorno sanitario va a transformar profundamente nuestra realidad cercana. Como ejemplo podemos citar sistemas de diagnóstico, exploración o tratamiento basados en chips con autonomía de energía, transmisión de datos e imágenes y muchas más posibilidades.

Aunque estaría dentro del apartado anterior por su importancia y relevancia queremos destacar el papel que pueden jugar las impresoras 3D en la solución de múltiples problemas de salud. En un reciente artículo del *New England Journal of Medicine*[1], se refiere el tratamiento de un bebé con traqueobroncomalacia mediante la utilización de un implante creado con una impresora 3D y biomateriales. Las posibilidades para poder fabricar prótesis o tejidos a demanda y adaptados a la anatomía particular de cada paciente son inmensas.

El almacenamiento remoto, la computación en la nube o el *cloud computing* en su acepción inglesa, es otra de las grandes revoluciones en cualquiera de los sectores industriales y por supuesto en el sector salud. Una nube segura es posiblemente la mayor exigencia del sector salud pero en general esta tecnología puede contribuir enormemente al progreso de las TIC y a la implantación masiva en el sistema sanitario. La disponibilidad de nubes híbridas, publicas y privadas, el hecho de no tener que preocuparse en donde almacenar los datos ni como hacerlo, la disponibilidad casi inmediata en el lugar donde se necesite, etc., hacen que sea una de las herramientas más potentes de trabajo. El cambio de paradigma de la propiedad de los medios a la disponibilidad de los servicios, (*SaaS*[1] o similares), cambia radicalmente el enfoque de negocios y la perspectiva de integración en los sistemas de información en el sector salud contribuyendo a poner en práctica conceptos como información en el punto de cuidado o la historia de salud única (electrónica). Una de las claves a no olvidar es la sincronización necesaria de toda la información en todos los dispositivos, todos los soportes y todos los medios.

El Internet de las cosas[1], se refiere a esos 6.000 millones de artefactos que potencialmente habrá conectados a Internet en 2015. De ellos muchos estarán relacionados con la salud y el bienestar. En conjunción con otras tecnologías, se estima que el potencial de ahorro por el uso de sistemas remotos de monitorización y control podría llegar al 20% en el caso del tratamiento de las enfermedades crónicas. Igualmente el potencial de aplicación en otros aspectos de la gestión de cuidados, especialmente en temas relacionados con la calidad, seguridad o productividad, es muy considerable. De la misma manera, existe el riesgo de que dispositivos de actuación en casa de los pacientes o redes de área personal puedan ser *hackeados* o sufran un accidente, lo que conlleva la necesidad de trabajar en temas relacionados con la ética y la seguridad entre otros. El Internet de las cosas posibilita que se hagan realidad conceptos como la inteligencia ambiental que tanta influencia va a tener en el entorno de la salud o la creación de redes inteligentes como en el caso de la energía. La conjunción de esta tecnología con aspectos de conectividad y miniaturización de los sensores expandirá su uso de forma exponencial en los próximos años. La interoperabilidad es, al igual que nos referimos en el apartado de conectividad, una condición básica para que se pueda desarrollar de la forma masiva que se predice.

Como elemento de transición entre lo tecnológico y lo sociológico se encuentra la tendencia de llevar el propio dispositivo de la casa al trabajo, del espacio privado al espacio público, *BYOD (Bring your own device*, de sus siglas en inglés). En el sector salud con evidentes implicaciones de seguridad y privacidad es una tendencia que se va extendiendo, favorecido por dos hechos, la práctica universalización de la disponibilidad de una tableta, un smartphone o dispositivos similares y

la situación de crisis económica que minimiza las inversiones. Se trata de una realidad que junto con la completa conectividad y el acceso de datos en la nube permitirá intercambios en tiempo real de información o soporte independientemente de localizaciones u otros condicionantes que tenemos hoy en día.

Aparte de las tendencias tecnológicas o lo que podríamos considerar como tecnologías disruptivas, hay conceptos más en el entorno de la persona y lo social que van influir en cómo cambia nuestro sistema sanitario. Pero esos conceptos no se pueden desvincular del todo del avance tecnológico ya que están favorecidos o posibilitados por ello. Hablamos de empoderamiento (de una traducción directa del inglés empowerment), de co-creación, de compartir, de reputación online, de comunidad, de inteligencia colectiva –de masas- o del concepto de conversación.

Las redes sociales, en su acepción más amplia, están ya modificando comportamientos y actitudes tanto en lo que afecta a las personas como desde los profesionales o las organizaciones. El foco está cada vez más en las personas y la consolidación de la reputación lo que conlleva información pública y transparencia. La presencia de las comunidades facilita la creación de la inteligencia colectiva, redefine la información de salud, aporta claridad y confianza en un entorno de información superabundante y fragmentada. La información de la comunidad tiene, como mínimo, un valor similar en cuanto a credibilidad que la que puedan proporcionar los profesionales sanitarios.

Mención especial merece el concepto "conversación" en el entorno virtual de las redes sociales. Igual que chateamos o comentamos sobre cualquier tópico bien personalmente o utilizando cualquier dispositivo, las organizaciones sanitarias, incluyendo profesionales, aseguradores, pagadores o cualquier otro de los actores, no pueden quedarse al margen de este intercambio de información. Se tienen que unir a la "conversación", tienen que ser capaces de aprovechar ese canal de comunicación donde encontrarse virtualmente con sus potenciales clientes, usuarios o huéspedes. Ellos, en muchos casos, ya están en esa arena. Además, esa participación en la conversación no puede ser reactiva, porque significa haber perdido la oportunidad. Tiene que basarse en una estrategia planificada de participación en ese universo virtual bien a través de las herramientas de redes sociales o de cualquier otro medio de hacerse presente.

DÓNDE ESPERAR LOS AVANCES

Después de revisitar las tendencias deberíamos fijar nuestro análisis en cuales serán los aspectos que permitirán los avances mencionados anteriormente y la implantación y asimilación de la tecnología.

Avanzaremos a través de la interpretación y consolidación de los datos (*big data*), que nos permitirán evidencias objetivables y soportadas en análisis para tratamientos y diagnósticos clínicos, planificación de cuidados y lo que es más importante, suponiendo un cambio radical en el entorno de la salud, la anticipación. Nuestros esfuerzos de utilización de la información cobrarán sentido si somos capaces de anticiparnos a la ocurrencia de los eventos de salud, bien por el simple análisis de grandes volúmenes de datos, por la utilización de algoritmos o herramientas de inteligencia artificial.

Con respecto a las medidas hoy día de aspectos episódicos y puntuales de constantes vitales o datos de interés, el futuro inmediato nos lleva hacia el control y monitorización continuo no intrusivo incluso en condiciones de salud, en cualquier sitio, en cualquier lugar o actividad y realizándose en espacios de salud diversos ya que las tecnologías que formarán parte integral de esos espacios, serán tecnologías embebidas o incrustadas y en cualquier caso, en la mayoría de las ocasiones transparentes para el usuario final.

Otro elemento de gran importancia y trascendencia en la mejora de la eficiencia del sistema en su conjunto tiene que ver con la búsqueda y utilización de la información. Habrá un gran avance en la emergencia de buscadores inteligentes y enfocados que serán capaces de facilitar de forma continua información personalizada a los pacientes basados en su condición individual. Entre ellos destacan aquellos que sean favorecedores de motivación, compromiso y adherencia a tratamientos y actividades, para la autogestión y autocuidados, incrementando notablemente la capacidad de tomar decisiones uno mismo de forma más fundamentada. Igualmente en la parte prestadora de servicios se popularizarán los sistemas de ayuda al profesional cualificado.

También veremos avances en aspectos sociales y de comportamiento favoreciendo los cambios de roles y nuevos roles. La persona, aparte de su valor individual, no solo participará como individuo sino como miembro o parte de la comunidad que adquiere valor intrínseco y diferenciado. Estamos en transición desde un sistema de salud centrado en el médico a una atención de salud centrada en equipos coordinados por un asesor o conse-

jero personal de salud, en la inmensa mayoría de los casos no médico. Ambos conceptos realmente impulsarán un cambio de paradigma o cambio de modelo, entender que el paciente o la persona es realmente el centro en el sistema de forma efectiva y no simplemente eufemística.

Otro espacio para el avance está relacionado con el concepto de conversación mencionado en el apartado anterior. Las conversaciones dentro del sistema se pueden comportar como ondas expansivas hacia muchos nichos de usuarios, generando un efecto dominó que permitirá, bien utilizado, llegar con credibilidad a grupos de personas ahora inimaginables. Por ejemplo actividades de prevención, alertas o consejos serán retransmitidos por los mismos miembros de la comunidad de forma multiplicadora al conjunto social objetivo.

Salud ecológica, salud en verde o la utilización más racional de los recursos, serán una preocupación generalizada y más asumida. Aunque fundamentalmente se refiere a los recursos energéticos tiene que ver con el reciclado, la reutilización de componentes y la trasposición al entorno sanitario de una conciencia global.

Existe otro tipo de avances, que pueden parecer más de ciencia ficción y que sin embargo están en fase de prueba y posiblemente se difundan masivamente en un futuro muy próximo. Muchos tienen que ver con dispositivos físicos que se acoplan a *smartphones* o tabletas: sistemas para revisar oídos, hacer electrocardiogramas, conectarse con Bluetooth de bajo consumo con tensiómetros, pesos, glucómetros, sensores de temperatura para bebés, y un largo etcétera que habrá aumentado cuando este articulo vea la luz. Son dispositivos médicos o *app's* aprobados por la FDA[1] (*Food and drug administration*). Igualmente hay multitud de aplicaciones de uso médico disponibles sobre cualquier área de conocimiento y para cualquier tipo de pacientes.

Otros conceptos, de momento con nombre en inglés, pero que nos gustaría aunque fuera someramente mencionar por su potencial incidencia en el sector salud son los que enumeramos a continuación.

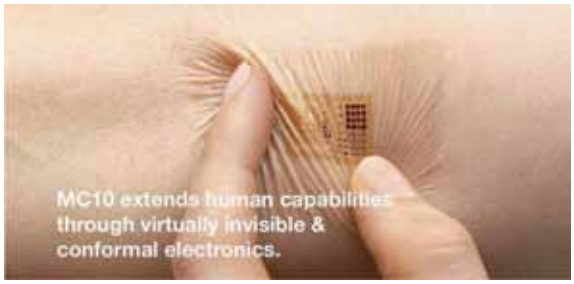
Se habla de una nueva actividad por parte de los profesionales relacionados con la salud, la "*appscription*" [1,1] o lo que es lo mismo, la actividad de prescripción de aplicaciones o enlaces a app's que de alguna forma cuentan con el endoso o la garantía del prescriptor. Existen incluso plataformas que facilitan la prescripción de aplicaciones y facilitan el doble uso de la información, bien sea para profesionales o para pacientes[1]. Desde el punto de vista del usuario o la ciudadanía gana importancia el cambio sutil del concepto de e-paciente a "*appaciente*".

Frente a nuestra concepción clásica de la organización del trabajo en los centros sanitarios o incluso el ejercicio de la práctica privada, ya sea de forma individual o en grupo, surge el concepto de *WaaS*[1] (*Workforce as a service*) que nos lleva al extremo de poder disponer de horas de especialista sin ningún tipo de vinculación permanente. En un símil fácil sería como los servicios de los que se puede disponer en la nube pero referidos a perfiles profesionales. En entornos de súper especialización, de trabajadores independientes, autónomos o *freelance* son tendencias que van ganando aceptación, que se están aplicando en otros sectores y que muy pronto tendrán también su papel en el entorno sanitario favorecido por el uso masivo de las tecnologías.

Conceptos híbridos como "*presumers*" y "*custowners*" pretenden definir tendencias de los nuevos roles que asumen las personas, consumidores o usuarios y que sin duda van a impactar, si se consolidan, en el sistema de salud. Como hemos comentado con anterioridad se fundamentan en la asunción de más corresponsabilidad, del proceso de co-creación con el profesional durante los episodios de atención o cuidados y en la participación activa en las comunidades intercambiando conocimiento y experiencias y generando reputación online.

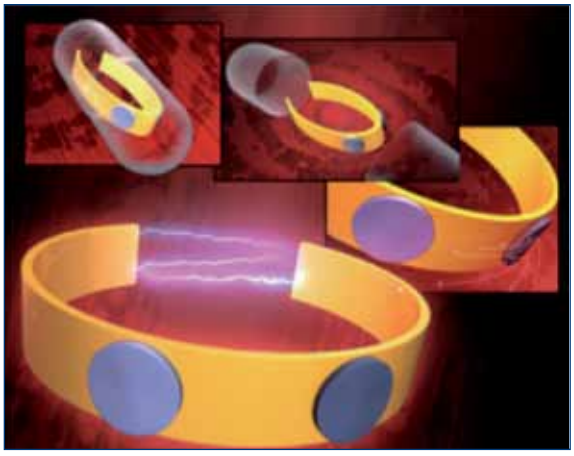
Desde la óptica de dispositivos o elementos físicos también hay elementos que están emergiendo o poniéndose en el mercado y que dependiendo de su éxito, y coste se producirá su extensión y difusión. Ejemplos son la cirugía electiva biónica que sustenta el paradigma: "mejor que bien"[1] o la robótica, no simplemente como elemento de realización de tareas mecánicas, sino con capacidad de actuación intrínseca como el caso de los exoesqueletos en los temas de rehabilitación. Una muestra de este tipo de avances son las suturas quirúrgicas inteligentes que siendo sensibles a la temperatura o a las infecciones envían información desde sus microsensores sobre su estado, posibilitando una actuación rápida y eficiente[1]. Uno de los elementos que más limitan este tipo de avances tienen que ver con las fuentes de energía. Una publicación reciente nos refiere una batería "comible" [1] y biodegradable que permitiría superar esas limitaciones.

Evidentemente estos avances estarán distribuidos de forma asimétrica en nuestro sistema sanitario, que se caracterizará por la coexistencia de etapas diferentes de implantación y niveles diversos de desarrollo lo que conllevará, sin duda, dificultades prácticas en el día a día.





Microsensores y suturas inteligentes



Batería "comible" (edible battery)

CONCLUSIONES

Esperamos haber sido capaces de transmitir el gran abanico de oportunidades y tendencias que previsiblemente se van a ir desarrollando en los próximos meses y años en nuestros sistemas de salud. Las personas, desde nuestra visión como profesionales de la salud, serán los mayores beneficiados de mayores cotas de participación y corresponsabilidad, tecnologías de más ayuda y más amigables, métodos diagnósticos mejores y menos invasivos, tratamientos más personalizados y un sinfín de nuevas armas terapéuticas y sobre todo la mejora de la capacidad de predicción y anticipación. En manos de los profesionales y otros actores del sistema tendremos mucha más información y conocimiento lo que nos permitirá tomar decisiones más fundamentadas y basadas en evidencia científica traspasando las actuales barreras de niveles, departamentos y organizaciones.

Es evidente que lo anteriormente expuesto conlleva retos de gran trascendencia que hay que afrontar. De un lado los referentes a la salvaguarda de la privacidad y la ética en nuestra relación con la tecnología, manteniendo siempre nuestra capacidad para decidir libremente. De otro la necesidad de preservar la accesibilidad y la equidad evitando la selección negativa de pacientes por los responsables de la provisión de cuidados o el aseguramiento basándose en toda la información disponible y la identificación precisa de los riesgos individuales y del entorno.

Este escenario de progreso debe florecer en sistemas de salud sostenibles que gocen de gran consenso social, eficientes y capaces de reinventarse para adaptarse a las nuevas circunstancias, donde la tecnología ha dejado de ser una mera herramienta para ser una parte inseparable de su desarrollo.

¿Seremos capaces de re-imaginar[1] lo de toda la vida? Será la única forma de escribir nuestro futuro, un futuro más saludable.

BIBLIOGRAFÍA

- **Reig, J.** El Reto de la eficiencia en el sistema sanitario. Las ideas de los expertos. Club Gertech. 2013; pag. 37. http://www.clubgertech.com/wp-content/uploads/2013/03/12636-El-reto-de-la-eficiencia-en-el-sistema-sanitario-Las-ideas-de-los-expertos.pdf
- **Manary MP, Boulding W, Staelin R, Glickman SW.** The patient experience and health outcomes. N Engl J Med. 2013 Jan 17;368(3):201-3.
- http://blogs.rhsmith.umd.edu/lucas/disruptive-and-transformational-technologies/disruptive-and-transformational-technologies/
- http://krugman.blogs.nytimes.com/2011/01/30/transformational-technologies/
- http://www.forbes.com/sites/ericsavitz/2012/10/22/gartner-10-critical-tech-trends-for-the-next-five-years/
- http://www.fool.com/investing/general/2012/08/31/3-transformational-technologies.aspx
- http://www.mckinsey.com/insights/business_technology/disruptive_technologies?cid=disruptive_tech-eml-alt-mip-

mck-oth-1305
- http://es.wikipedia.org/wiki/Big_data
- http://www-01.ibm.com/software/data/bigdata/
- **Reig, J.** El Reto de la eficiencia en el sistema sanitario. Las ideas de los expertos. Club Gertech. 2013; pag. 37
- http://kaloramakeypoint.blogspot.com.es/2013/06/telemedicine-revenues-more-than-double.html
- http://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMc1206319
- http://searchcloudcomputing.techtarget.com/definition/Software-as-a-Service
- http://es.wikipedia.org/wiki/Internet_de_las_Cosas
- http://www.fda.gov/ForConsumers/ConsumerUpdates/ucm263332.htm
- http://thehealthcareblog.com/blog/2013/03/28/app-prescribing-the-future-of-patient-centered-care/#more-59483
- http://thehealthcareblog.com/blog/2013/03/13/how-should-apps-be-prescribed/
- http://www.happtique.com/mrx-mobile-platform/
- http://medicablogs.diariomedico.com/juliomayolmd/2012/10/14/adios-epaciente-bienvenido-appaciente/
- http://blog.7geese.com/2012/12/07/the-new-era-of-workforce-as-a-service-is-here/
- http://www.trendwatching.com/es/trends/10trends2013/?presumers
- **Reig, J.** El Reto de la eficiencia en el sistema sanitario. Las ideas de los expertos. Club Gertech. 2013; pag. 37
- http://medtube.net/tribune/a-new-weapon-in-the-hands-of-surgeons-intelligent-sutures/
- http://www.materials360online.com/newsDetails/39540
- http://www.kpcb.com/insights/2013-internet-trends.

La Clave de la Innovación en la Atención al Paciente



InterSystems HealthShare® es una plataforma estratégica de informática sanitaria que conecta aplicaciones, crea una vista Web de cada paciente, permite un desarrollo rápido de nuevas funcionalidades y ofrece información detallada basada en "active analytics" en tiempo real ya sea a nivel hospitalario, regional o nacional.

InterSystems®

InterSystems.es/Key3

© 2013 InterSystems Corporation. Todos los derechos reservados. InterSystems HealthShare es una marca registrada de InterSystems Corporation.

Innovación en Tecnologías de la Información y la Comunicación

Laura M. Roa, Javier Reina Tosina, Miguel Ángel Estudillo Valderrama
Grupo de Ingeniería Biomédica, Universidad de Sevilla, Escuela Técnica Superior de Ingeniería, Universidad de Sevilla

INTRODUCCIÓN

A lo largo de las últimas décadas, diferentes estudios y estadísticas realizados por diversas instituciones, expertos y autoridades vienen advirtiendo sobre el colapso de los sistemas públicos de salud, que se produciría a mediados de este siglo, debido a la confluencia de varios factores. En particular, el envejecimiento progresivo de la población, del que resulta un incremento de la prevalencia de enfermedades crónicas, en mucho casos pluripatológicas, pone de manifiesto la necesidad de una mayor eficiencia en los sistemas de salud teniendo en cuenta el incremento de los costos asociados al cuidado integral de la población en situación de dependencia, en continuo crecimiento.

Otros términos asociados con la asistencia sociosanitaria gratuita y universal son la sostenibilidad e inclusión de los servicios y productos desarrollados. Estos aspectos son de la máxima importancia, teniendo en cuenta la situación de crisis económica a nivel internacional y sus perspectivas a medio plazo, y han sido recogidos también por el plan de acción para e-Salud de la Comisión Europea para el periodo 2012-2020. El primer concepto se refiere a la necesidad de diseñar soluciones realistas y no sobredimensionadas, mientras que la segunda postula la no discriminación de ningún ciudadano al acceso a las nuevas tecnologías. Además, los aspectos de sostenibilidad e inclusividad deben considerarse no sólo en las sociedades desarrolladas, sino también en otros entornos en que la disponibilidad de recursos pueda ser limitada o incluso crítica.

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) se han convertido en infraestructuras básicas para todos los procesos económicos y sociales, constituyendo las tecnologías de mayor importancia para los procesos innovadores de todos los sectores industriales, incluido el sector sanitario. Este trabajo se centra en la relación entre innovación, productividad, inclusividad y sostenibilidad, partiendo de premisas generales y llegando a concusiones concretas acerca de su incidencia en las TIC aplicadas al ámbito sanitario.

PRODUCTIVIDAD E INNOVACIÓN

La productividad se define, en sentido económico, como la relación entre lo producido y los medios empleados. En la actualidad, la documentación bibliográfica demuestra la existencia de nuevos aspectos que influyen en la productividad, como: TIC, capital humano, innovación y prácticas organizativas.

Una posible razón para el impacto directo de las TIC sobre la innovación y el incremento de la productividad es su capacidad para dirigir hacia productos y procesos de fabricación innovadores que den lugar a nuevos y mejores productos y procesos. Otro argumento para explicarlo es que las TIC cambian la forma de trabajar con la innovación de las empresas y estos cambios crean un medio que favorece el incremento permanente de actividades innovadoras y de la productividad.

Las mejoras de la productividad a partir de las TIC están principalmente relacionadas, más que con la automatización y sustitución de tecnologías obsoletas, con nuevos planteamientos de los procesos de fabricación basados en tecnologías de maquinarias con TIC embebidas. En empresas donde se combinan estos nuevos procesos de fabricación y cambios organizativos, los efectos sobre la productividad son mucho mayores.

Está demostrado que las empresas que cuentan con una fuerte implantación de las TIC obtienen, en general, un mayor crecimiento de su productividad debido a la combinación de la innovación del producto y del mercado. Asimismo, la productividad de la empresa alcanza un mayor crecimiento cuando se combina innovación organizativa con inversiones en un tipo específico de TIC en el proceso de innovación.

En consecuencia, la falta del efecto de las TIC sobre la productividad es una de las causas que puede explicar la diferencia en la productividad entre países.

Por último, es conveniente resaltar que las TIC, por sí solas, no tienen un impacto sobre la productividad, sino que requieren además de otros factores, como el capital humano o las instituciones.

INNOVACIÓN Y PYMES

El tejido empresarial de nuestro país está formado, fundamentalmente, por las llamadas Pequeñas — entre 10 y 49 empleados —, y Medianas Empresas — entre 50 y 250 empleados — (PYMES). Este sector es muy importante para la mayoría de las economías, ya que genera bastante riqueza y empleos. En la actual situación de crisis, la innovación es crítica para la continuidad y crecimiento de las PYMES.

En la bibliografía se ha considerado que el tamaño de la empresa era un factor determinante de su carácter innovador. Muchos estudios han puesto de manifiesto como las grandes organizaciones son más innovadoras que las pequeñas. Sin embargo, otros autores han sugerido que el tamaño de la empresa era más fácil de valorar para establecer las conclusiones, y que podría haber otras variables no identificadas que tuvieran importancia, o que no fueran bien conocidas y raramente se utilizaran como medida.

En general, se considera que las PYMES disponen de menos medios y por ello invierten menos en TIC. Esto sugiere que en estas empresas la falta de recursos y la potencia de negociación entorpece su disponibilidad para innovar y establece que el tamaño de la empresa impacta sobre la disponibilidad de recursos, recursos que incluyen TIC, gastos de formación e investigación y desarrollo.

En oposición a estos estudios hay otros que ponen de manifiesto que el tamaño no es un factor crucial para la innovación, así como que las empresas más innovadoras son aquéllas que incluyen en sus equipos directivos a empleados expertos en TIC, y también las que más invierten comparativamente en la formación de sus empleados. Estas ventajas se justifican considerando que al estar los empleados y los gestores más próximos a las tecnologías, es probable que consideren más el valor de la innovación.

Hay que resaltar que estos resultados se han obtenido en países en los que tradicionalmente existen los pilares que soportan la innovación, y donde el tamaño de las PYMES no es un factor limitante para las inversiones en TIC.

Al considerar la innovación en las PYMES se ha de tener en cuenta que no pueden considerarse como una gran empresa a menor escala, que no se le pueden aplicar las teorías establecidas para las grandes empresas y que no son un grupo homogéneo.

En el contexto de TIC aplicadas al ámbito sanitario, las PYMEs pueden contribuir a procesos innovadores que lleven a una sostenibilidad, tanto de las propias empresas como de los sistemas de salud. Sin embargo, la mayoría de los estudios sobre innovación aplicada a PYMEs sólo se centran en el grado de utilización de las TICs en las empresas para calificar su capacidad de innovación. Sin embargo, no consideramos que este hecho, por sí solo, sea consecuente con la definición de sistema de innovación anteriormente expuesta. Dada la importancia de este sector en nuestro país y la necesidad de innovación en las PYMES, en términos de implementación de TIC, se considera prioritario que las distintas administraciones a nivel nacional, autonómico y local formulen programas y políticas que permitan crear una infraestructura permanente de innovación.

INNOVACIÓN, INCLUSIVIDAD Y SOSTENIBILIDAD

Internet y las tecnologías relacionadas con la información y la comunicación tienen potencial para ayudar a alcanzar una innovación y desarrollo más inclusivo. Así, la economía en internet puede contribuir a la inclusividad de nuevos emprendedores y pequeñas empresas a integrarse en el sistema de innovación por dos caminos: 1) al tener acceso a la información a más bajo costo; y 2) al proporcionar una plataforma para nuevas oportunidades de negocio.

La facilidad de acceso a Internet es la clave para la inclusividad. Cuantas más personas tengan acceso a Internet, más iniciativas e innovación puede desarrollarse, lo cual está directamente relacionado con el crecimiento económico. En la capa de aplicaciones, muchos pequeños proyectos pueden fracasar por los costos de conexión. Así, es necesario fomentar las asociaciones público-privadas para incrementar el consumo de servicios y el acceso a la información. La necesidad de accesibilidad ha de ser considerada a lo largo de toda la cadena de valor, desde el acceso a las redes a los costos de los dispositivos.

Para lograr una innovación y desarrollo inclusivo serían recomendables políticas que favorecieran los modelos de precios de bajo presupuesto para el acceso de banda ancha, explotación de la IPv6 y aumento de los recursos dedicados a educación.

El desarrollo sostenible se define como "los pilares interdependientes y que mutuamente refuerzan el desarrollo económico, el desarrollo social y la protección del medio ambiente" (Naciones Unidas, 2005).

Para asegurar el desarrollo sostenible, el mundo se enfrenta a importantes desafíos. Entre los más importantes están el uso energético y el cambio

climático y el riesgo derivado de una degradación ambiental masiva que podría impactar gravemente sobre la vida en este planeta. Así, deben buscarse con urgencia fuentes de energías más ecológicas y eficientes. Todos somos conscientes de que el efecto de la polución sobre nuestro ecosistema está alcanzando el nivel de irreversible. Por ello es necesario comenzar la restauración de nuestro medio ambiente para las futuras generaciones.

La sostenibilidad y las TIC están emergiendo en el comienzo del siglo XXI como las dos caras de una misma moneda: la innovación tecnológica buscando la mejora medio ambiental.

INNOVACIÓN, TIC Y SANIDAD

El desarrollo de nuevas tecnologías ha sido una constante fuente de innovación en medicina y biología. En el actual contexto científico-tecnológico y como consecuencia de la cooperación multidisciplinar entre medicina, biología, farmacología e ingeniería biomédica, están apareciendo nuevas aplicaciones y tendencias en las investigaciones médicas como la nanomedicina, biosensores inteligentes, bioinformática, bioimágenes, imágenes moleculares, bioelectromagnetismo, modelado computacional a múltiples escalas e ingeniería de los tejidos, que justifican las apuestas tan fuertes que se están haciendo en sus investigaciones en innovación y desarrollo. Éstas han favorecido la aparición de nuevos paradigmas en medicina como medicina preventiva frente a medicina reactiva o medicina personalizada, que implican el desarrollo de dispositivos capaces de detectar o diagnosticar una enfermedad en una etapa temprana antes que aparezcan los síntomas clínicos. Esto conlleva, por una parte, un mayor control en el pronóstico de la enfermedad, mejor conservación del estado de salud de la ciudadanía, y por otro, una gran mejora en la relación efectividad/costos.

Con esta perspectiva es evidente que salud y el cuidado del medio ambiente serán áreas científico tecnológicas de innovación muy importantes en la tercera revolución industrial, que ha comenzado a dar sus primeros pasos con el nuevo siglo.

CONCLUSIONES

En este trabajo se han revisado los conceptos de innovación, productividad, inclusividad y sostenibilidad, y cómo las TIC pueden ayudar a alcanzar estos objetivos en el ámbito sanitario.

Ha quedado patente la necesidad de las tecnologías para hacer sostenibles los sistemas de salud. Por otra parte, que las PYMES pueden desempeñar un papel fundamental en conformación de sistemas de salud sostenibles a través de la aplicación innovadora de las TIC. En tercer lugar, que los desafíos a los que se enfrentan los sistemas de salud requieren la formulación de nuevos paradigmas en medicina que demandan la colaboración multidisciplinar en áreas científico tecnológicas de innovación. Por último, el papel regulador que las distintas administraciones deben ejercer para crear una infraestructura permanente de innovación.

Por último, hacemos la reflexión de que una Sociedad del Conocimiento verdaderamente inclusiva debe ser social y económicamente sostenible y respetuosa con el medio ambiente. Si no cumple alguna de estas condiciones estaríamos volviendo a cometer los mismos errores que en las dos revoluciones industriales anteriores.

REFERENCIAS

1. **Brynjolfsson E.** ICT, innovation and the e-economy. Productivity and growth in Europe ICT and the e-economy. EIB Papers, 2011; 16(2).
2. **Gretton P, Gali J, Parham D.** The Effects of ICTs and Complementary Innovations on Australian Productivity Growth. The Economic Impact of ICT: Measurement, Evidence and Implications. OECD Publishing, 2004; 105-130.
3. **Quiroga Parra D.** TIC, conocimiento, innovación y productividad: Un análisis empírico comparado sobre las fuentes de la eficiencia en América Latina, países asiáticos y la OCDE. Tesis Doctoral, Universitat Oberta de Catalunya, 2013.
4. **Fosse H, Jacobsen J, Sorense A.** ICT, Innovation and Productivity Growth, Working Paper CEBR. Copenhagen Business School, 2013.
5. **European Commission.** 2003 Observatory of European SMEs. Luxembourg, European Commission, 2003; 96.
6. **Aragón-Sánchez A, Sánchez-Marín G.** Strategic Orientation, Management, Characteristics and Performance: A Study of Spanish SME. Journal of Small Business Management, 2005; 43(3): 287-308.
7. **Burke K.** The impact of firm size on Internet use in small businesses. Journal of Electronic Markets, 2005; 15(2): 79-93.
8. **Hadaya P.** Determinants of the future level of use of electronic marketplaces: The case of Canadian firms. Electronic Commerce Research, 2006; 6(2): 173-185.
9. **Rogers E.** Diffusion of Innovations. New York, Free Press, 2003.
10. **Schubert P, Fisher J, Leimstoll U.** ICT and innovation in small companies. Proc. 15th European Conference on Information Systems, 2007; 1226-1239.

El Proceso de la Innovación: De la Idea a la Creación de Valor

Xurxo Cegarra González, Alejandro Lamelo Alfonsín, Iván Pozuelo Calzón, Guillermo Vázquez González
Instituto de Investigación Biomédica de A Coruña (INIBIC)

INTRODUCCIÓN

La creación de valor a través de la generación de ideas novedosas es un proceso laborioso que se dilata en el tiempo. A lo largo de este artículo se pone de manifiesto la evolución de este proceso, surgido de la colaboración entre las entidades que forman la triple hélice: organismo público, empresa privada y universidad.

INICIOS

En el año 2006, el grupo de investigación Avances en Telemedicina e Informática Sanitaria (ATIS), perteneciente al Instituto de Investigación Biomédica de A Coruña (INIBIC), formaba parte de la Red Temática de Investigación Cooperativa "Nuevos servicios de salud basados en telemedicina". Dentro de ella, se obtuvieron los primeros resultados que indicaban que era necesaria una mayor implicación del paciente crónico en el cuidado de su salud para lograr una mejora en su calidad de vida, a la vez que una reducción de los costes asociados, tanto derivados de la atención a episodios de agudización puntual de la patología como de las consultas periódicas para su seguimiento. Este sistema tendría que hacer un uso intensivo de dispositivos móviles personales ya que se entendía que en el corto plazo estos sistemas estarían masivamente introducidos en la sociedad, suponiendo una oportunidad única de comunicación ubicua y continuada entre el usuario y su sistema de salud.

La solución planteaba una autogestión tutorizada de las enfermedades crónicas, donde una serie de dispositivos de monitorización captarían datos biomédicos del paciente que serían enviados de manera automática al servidor, ubicado en el hospital, para su posterior análisis. En concreto, las patologías analizadas por el grupo de investigación constataron la necesidad de disponer de equipamiento que permitiera medir el grado de vida saludable,



siendo el peso y el nivel de ejercicio de los pacientes dos parámetros prioritarios.

Se analizó el estado del arte de los dispositivos de monitorización médica que contasen con una interfaz de comunicaciones bluetooth. Como resultado, se detectó la inexistencia de dispositivos que se adecuasen a las características citadas y que tuviesen un precio asequible.

Coincidiendo con esta búsqueda, la empresa de base tecnológica Wireless Galicia (www.wirelessgalicia.com), especializada en el diseño y desarrollo de sistemas de comunicación inalámbrica y con una importante actividad de I+D, propuso al grupo ATIS abordar un proyecto colaborativo de desarrollo

tecnológico que resolviese parcialmente las necesidades detectadas.

EL PROCESO

Entre los años 2006 y 2007, con la colaboración del Grupo de Tecnologías de la Información de la Escuela de Ingeniería de Telecomunicación de la Universidad de Vigo, se modificó una báscula comercial de bajo coste integrándole una unidad de control y comunicaciones que permitiese recoger, de manera transparente al usuario, las medidas de peso tomadas por la báscula y transmitirlas mediante bluetooth al teléfono móvil del paciente. Este último, sería el encargado de enviar la información a la pasarela del hospital, de modo que el profesional sanitario pudiese conocer prácticamente en tiempo real los datos de monitorización del paciente y realizar una toma de decisiones en función de ellos.
Tras probar con éxito el funcionamiento del sistema, el consorcio decidió dar continuidad a esta línea de investigación abordando entre los años 2007 y 2008 un nuevo proyecto de I+D que diese respuesta a otra de las necesidades identificadas: monitorizar el grado de actividad física del paciente.
La proliferación en el mercado de los acelerómetros y su progresiva miniaturización, permitió al consorcio desarrollar el dispositivo médico portable necesario. Se diseñó así mismo una aplicación java para el dispositivo encargado de registrar los valores, que preprocesaba los datos del acelerómetro y enviaba la información resultante a través de un módulo bluetooth al terminal móvil. El dispositivo recogía muestras en los 3 ejes, a una tasa de 10 muestras/s y cada 5 segundos se calculaban los estadísticos (media y desviación típica) del módulo de la aceleración. Estos valores eran enviados y analizados, permitiendo diferenciar fácilmente entre estados de reposo, paseo o carrera.
Durante el desarrollo de estos proyectos el consorcio identificó nuevos retos tecnológicos con gran potencial de aplicación en el campo del E-Health, como el caso de las redes de sensores inalámbricas, lo que llevó al consorcio a abordar un proyecto de investigación en esa dirección entre los años 2008 y 2009.
El proyecto "Estudio, evaluación y caracterización de redes de sensores inalámbricas (WSN) para la integración de dispositivos médicos y monitorización en el ámbito sociosanitario" permitió al equipo adquirir nuevos conocimientos asociados a desafíos tecnológicos tales como el desarrollo de dispositivos de baja potencia, comunicaciones seguras, inclusión de capacidades de localización y posicionamiento, desarrollo de inteligencia distribuida e implementación de algoritmos de enrutamiento multisalto eficientes, entre otros. Concretamente se llevó a cabo el diseño de un nodo híbrido Zigbee-bluetooth aportando la interoperabilidad necesaria a la hora de emplear diferentes tecnologías para la comunicación entre dispositivos.
La posibilidad de incorporar al sistema nuevos elementos de sensorización y actuación destapó la necesidad de disponer de un dispositivo concentrador de señales específico con un mayor número de interfaces y capacidad de proceso superior a la de un teléfono móvil. Este nuevo enfoque abría la puerta a la construcción de ambientes inteligentes en entornos controlados, con nuevos retos tecnológicos asociados al paradigma del hogar digital asistencial, lo que desembocó en el proyecto "wITelligence: Arquitecturas abiertas para la extensión de servicios de asistencia sanitaria en el hogar inteligente".
Con la colaboración del centro tecnológico Gradiant, el proyecto abordó la definición de una arquitectura software de servicio sobre una unidad central hardware en el hogar, que permitiese al hospital instalar, actualizar y gestionar módulos de servicio de forma remota. Estos módulos se apoyaron sobre un middleware adecuado, que a su vez proporcionase servicios básicos de comunicación y alertas. Se establecieron las pautas de diseño y caracterización de un sistema interoperable, modular y abierto, que permitiese descentralizar de los complejos hospitalarios las atenciones periódicas básicas sanitarias no críticas, trasladándolas al hogar del paciente.
Una vez más, los resultados de este nuevo avance hicieron aflorar nuevos objetivos:

- Definición de interfaces personalizables, que minimizasen la distancia cognitiva que hay entre la persona y el sistema informático (proyecto "INTERACCE: Estudio diseño y caracterización de nuevas interfaces intuitivas y multimodales adaptables a usuarios con diversidad funcional", en colaboración con Gradiant y el Grupo de Tecnologías Multimedia (GTM) de la Universidad de Vigo).
- Creación de mecanismos avanzados que permitiesen implementar las guías clínicas asociadas a ciertas patologías, así como ofrecer a los profesionales herramientas de monitorización y guiado de las acciones que los pacientes llevan a cabo durante la gestión de su patología (proyecto "HealthPath: Sistema de ejecución de guías clínicas a través de flujos de trabajo basados en ontologías").

RESULTADOS

La suma de los resultados de los distintos proyectos de I+D dieron lugar a la construcción de un sistema domiciliario modular e interoperable de asistencia médica que permite la monitorización personalizada de diferentes dolencias, así como facilitar la interacción entre profesionales sanitarios y sus pacientes. Mediante la utilización de hardware, software, interfaces accesibles, procedimientos, dinámicas y servicios, el sistema ofrece múltiples herramientas de apoyo en el proceso de continuidad asistencial del paciente, un nuevo modelo en el que el ciudadano constituye el centro de la actividad y se involucra de manera activa en el cuidado de su propia salud: Patient empowerment.

Para lograr este objetivo se dispone de: un ecosistema de sensores de captura de la información, interfaces accesibles a todo tipo de usuarios con sistemas expertos que monitorizan continuamente los valores registrados, e integración de la información con los sistemas hospitalarios.

A partir de los conocimientos adquiridos en estos más de 8 años de investigación intensiva los promotores deciden crear un nuevo vehículo que canalice y aglutine todos los resultados de I+D, constituyendo en febrero de 2013 la spin off: INSATI INNOVATION S.L (www.insati.com). INSATI se configura como una empresa tecnológica enfocada a liderar el cambio de paradigma en la gestión de la salud, aproximando las nuevas tecnologías a todos los ámbitos de la sanidad (ámbitos de la sanidad (sistemas de salud públicos, hospitales, clínicas...) y a todos los agentes beneficiarios de la innovación (facultativos, pacientes, cuidadores...) a través de sus soluciones, productos y servicios.

CONCLUSIONES

Hacer realidad una idea innovadora en el marco de la informática sanitaria es un proceso complejo y que necesita de múltiples colaboraciones tanto del ámbito público como del privado. Es por ello que, en estos momentos de reducción de la financiación en investigación sanitaria, debe ser un objetivo prioritario para demostrar la utilidad de estos recursos y el mantenimiento de nuestro sistema de salud como referente mundial.



Emprendimiento y Cooperación Saludable

Ana Torrejón Beldad
Responsable de Innovación y Transferencia Tecnológica. Parque Científico de Madrid

INTRODUCCIÓN

Nadie pone en duda que para salir de la crisis y convertirnos en un país tecnológico y competitivo, debemos desarrollar un verdadero modelo basado en innovación, conocimiento y emprendimiento, en el que las universidades y organismos públicos de investigación se conviertan en un motor del conocimiento científico-tecnológico para la sociedad. La cooperación entre instituciones, empresas, universidades, grupos de investigación y gobiernos define un nuevo paradigma capaz de promover el desarrollo económico y la prosperidad de un negocio, y por ende, de un país. La crisis hay que plantearla en términos de oportunidades y cambio.
La telemedicina es un sector innovador, cuyo mercado ofrece un enorme potencial y en el que se generan nuevas oportunidades. La clave está en aportar soluciones tecnológicas que den valor al usuario.

¿Somos emprendedores en España?

La sociedad recibe de forma continuada información acerca de la necesidad de emprender, pero su mayor parte sigue anclada en la mentalidad de búsqueda de empleo estable y bien remunerado, actitud que ya no se corresponde con la realidad económica. En una situación como la actual, con el 27,16% de tasa de paro, con un 57,2% de paro juvenil (EPA, 1er trimestre 2013), es cuando se pone de manifiesto la debilidad de nuestro sistema productivo y su incapacidad para generar empleo. Emprender adquiere un nuevo significado para muchos que ven cómo se les cierran las puertas laborales. Nos enfrentamos a una emigración sin precedentes de nuestros jóvenes universitarios y de nuestros investigadores hacía países que los están recibiendo con los brazos abiertos, ya que se trata de recursos humanos altamente cualificados y con experiencia. Ante esta situación el emprendimiento adquiere más que nunca un papel decisivo, como único mecanismo para evitar esta fuga de recursos en los que el Estado ha invertido gran cantidad de esfuerzo y dinero.

El emprendimiento ha dejado de ser una oportunidad para convertirse en una necesidad

La palabra emprendedor está de moda. Este hecho sería positivo si no fuera porque la crisis ha puesto en evidencia que España adolece de espíritu emprendedor. Según el Informe GEM, Global Entrepreneurship Monitor, "*la sociedad española en su capacidad para emprender manifiesta una baja tolerancia al riesgo escasa capacidad de percepción de oportunidades y espíritu competitivo, así como moderada en cuanto a apoyo a la clase empresarial*", un patrón que dificulta el emprendimiento. Si queremos dar el salto cualitativo es necesario la implementación de un formación que incida directamente sobre estos factores.

Crear una empresa en España es más difícil que en Albania o Zambia

Según refleja el informe 'Doing Business 2013', elaborado por el Banco Mundial, España se mantiene

Tabla I. Recomendaciones GEM 2012

1. Fomento y recuperación de la cultura emprendedora.
2. Políticas públicas que mejoren las condiciones para iniciar negocios.
3. Progreso en torno a la tramitación burocrática.
4. Educación y formación emprendedora.
5. Financiación: mayor reconocimiento y apoyo fiscal a las fuentes alternativas como son la inversión informal, Business Angel.
6. Calidad del emprendimiento.
7. Fomento de una mayor inserción de la mujer en el proceso emprendedor.
8. Homogeneizar los mecanismos de fomento y asesoramiento del emprendimiento en todas las CC AA.

Fuente: GEM 2012

Tabla II. Ranking Doing Business 2013

La Ley del emprendedor: La ley más esperada

La ley más esperada se está haciendo de rogar. Varios Consejos de ministro, propuestas, anteproyecto de ley e informaciones que se van filtrando en la prensa: medidas fiscales, agilización de los trámites, impulso de la financiación, formación, reducción del riesgo e incentivos fiscales para los business angels, son algunas de las acciones anunciadas. Se espera que finalmente la nueva ley del emprendedor sirva para solucionar todos estos obstáculos que hacen arduo y complejo la puesta en marcha de nuevos negocios.

Fuente: Doing Business 2013. Banco Mundial

en la posición 44 entre los 185 países que forman el ranking mundial de los estados que ofrecen mayores facilidades para hacer negocios. Entre los países de la zona euro, España aparece en decimosegunda posición. El proceso de creación de una empresa en España requiere 10 pasos y un plazo de 28 días, lo que sitúa al país en el puesto 136 de los 185 analizados, por detrás de países como Albania (62) o Zambia (74).

Las spin-offs de las universidades y organismos públicos de investigación se crean para explotar conocimiento y tecnologías generadas en grupos de investigación, son empresas basadas en la innovación que generan productos y servicios de alto valor añadido y demandan empleo cualificado. Contribuyen a generar competitividad y riqueza, potencian las relaciones Universidad-Organismos Públicos de Investigación-Empresa y aportan sinergias para la generación de nuevas investigaciones. Por otro lado, los parques científicos y las incubadoras de empresas constituyen el marco propicio para que las nuevas empresas de base tecnológica, start-ups y spin-offs, se consoliden, desde la idea (incubación) hasta que esta se desarrolla en productos y servicios (aceleración).

Emprendimiento saludable: Un salto al vacío

El sector de la telemedicina sigue siendo uno de los sectores en el que menos start-ups se crean. Los motivos se pueden encontrar en que es un sector que requiere un alto grado de especialización, mayor implicación y sensibilidad por las actividades a desarrollar y una investigación intensiva que requiere esfuerzos en recursos y en capital. A esto se añade que es un sector muy atomizado en el que las grandes empresas dominan el mercado, ya que el principal demandante lo constituyen las administraciones e instituciones públicas, que suelen preferir contratar a grandes empresas que son capaces de compartir riesgos y ofrecen mayor flexibilidad en cuanto a modelos de retorno. En este escenario, las pymes y start-ups tienen una supervivencia complicada y los profesionales que nos dedicamos al apoyo a los emprendedores, vemos cómo una start-up con grandes ideas innovadoras que a priori empieza siendo saludable, acaba en el mejor de los casos reinventándose y en el peor en la UCI.

A estos obstáculos hay que añadir el agravante de la situación actual de crisis en la que estamos inmersos, que dibuja una incertidumbre y una inestabilidad que pone en jaque todas las estructuras organizativas y recetas que hasta ahora tenían validez. Conceptos tales como el corto y el largo plazo, competitividad, globalización, productividad, sostenibilidad, eficiencia, innovación, forman parte de este escenario volátil que obliga a las empresas a incorporar nuevas estructuras y mecanismos de aprendizaje, que les permitan generar ventajas competitivas y el máximo aprovechamiento de los recursos. Lo que para las empresas grandes es un constipado para las pymes y start-ups es una pulmonía. En esta situación la clave está en dar valor al usuario, internacionalizar y cooperar.

Hoy más que nunca surge la necesidad de hacer más con menos, y las estrategias individuales poco a poco van dando paso a estrategias de cooperación y alianzas que permitan generar sinergias, disminuir el riesgo y mejorar la competitividad en los mercados nacionales y globales. La formación de clusters presenta una nueva forma de pensar en los negocios y pone de manifiesto que tan importante es la empresa como el ecosistema y el entorno que la rodea. Asimismo, ofrece a pymes y start-ups la posibilidad de participar en proyectos de I+D+i de mayor envergadura.

Los clusters basados en la cooperación de empresas y agentes han ido ganando importancia en los últimos años del mismo modo que lo han ido haciendo la cooperación entre empresas pequeñas más dinámicas y flexibles que las grandes, ya que se adaptan mejor a la situaciones cambiantes del entorno. El pez grande ya no se come al pequeño sino el más dinámico. El conjunto es mayor que la suma de las partes y la cooperación proporciona a

sus integrantes herramientas de gran valor en entornos competitivos e inestables.

En el Parque Científico de Madrid sabemos bien las dificultades a las que se enfrentan las nuevas empresas de base tecnológica. Por ello y en el marco de actividades que desarrollamos de apoyo a emprendedores hemos puesto en marcha una iniciativa de cooperación en el entorno de la salud y hemos creado Total eHealth, un grupo integrado por la Unidad de Investigación de Telemedicina y e-Salud del Instituto de Salud Carlos III, 18 start-ups del Parque y los grupos de investigación de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Autónoma de Madrid. Se trata de un grupo interdisciplinar dedicado a la I+D+i. creado para compartir conocimiento y colaborar. En un mercado cada vez más globalizado en el que la competencia se ha intensificado enormemente, es necesario crear una masa crítica sólida de empresas innovadoras, organismos públicos de investigación e instituciones del conocimiento, centros sanitarios y hospitales, con el fin de generar sinergias y poner en marcha metodologías y prácticas innovadoras que permitan mejorar la competitividad del sector y su internacionalización.

Investigación+Innovación+Emprendimiento+Colaboración= Total eHealth

Es importante mencionar que las empresas que forman parte de Total eHealth son NEBTs, alojadas en las incubadoras del PCM. Nuestros emprendedores apuestan por la tecnología, aportan visión de futuro y un alto grado de motivación e implicación. Son empresas a las que prestamos apoyo para transformar su idea en un negocio de futuro.

Las líneas de actividad de Total eHealth se centran especialmente en los grandes retos que se plantean actualmente: Sostenibilidad, cronicidad y envejecimiento de la población, ámbitos con un gran potencial de mercado.

- mHealth: Soluciones eHealth para entornos móviles (móviles, PDAs, tablets, smartphones) que permiten la movilidad de los pacientes y profesionales, mejorar la calidad de los servicios sanitarios y favorecer la equidad en los países en desarrollo
- Salud 2.0, internet y las redes sociales: autogestión de la salud, sanidad accesible y cercana, y trabajo en red para compartir experiencia y conocimientos.
- Interoperabilidad técnica, funcional y semántica de la información clínica: Estándares y actividades de normalización. Sistemas de información heterogéneos que permiten intercambiar datos e información.
- Ambient Assisted Living: Soluciones TIC para envejecimiento activo y saludable: pacientes crónicos y dependientes, prevención del envejecimiento, movilidad y seguridad de pacientes, control y eficiencia para cuidadores.

Total eHealth nace con el deseo de convertirse en un referente de cooperación y sinergias, para garantizar la sostenibilidad y el futuro del sector, con una apuesta clara por la I+D+i y por las nuevas empresas de base tecnológica. A través de la colaboración, la cooperación y la creación de sinergias entre empresas, centros de investigación e instituciones de la I+D+i, la innovación en el sector sanitario puede permitir dar el salto tecnológico y contribuir así al desarrollo de una economía sostenible en nuestro país.



Start-ups Total eHealth

BIBLIOGRAFÍA

- Informe Doing Business 2012, Banco Mundial.
- Informe GEM, Global Entrepreneurship Monitor 2012
- Michael Porter, Harvard Business School Press 1998. Clusters and the new economics of competition.
- Fernández de Lucio, I., Castro, Conesa F., Gutiérrez A., 2000: Las relaciones Universidad-Empresa: entre la transferencia de tecnología y el aprendizaje regional. Espacios, vol. 21, pp. 127-147.
- Elena Castro, Ignacio Fernández de Lucio, Antonio Gutiérrez, Mª Jesús Añón: La Estrategia de dinamización de la cooperación investigación-empresa: Desarrollo conceptual y aplicaciones.

Casos de Éxito en la Introducción de Nuevos Servicios en e-Salud. Unidad de Innovación del Sector Sanitario de Barbastro (SALUD)

Juan I. Coll Clavero, Rosana Anglés Barbastro, Modesto Sierra Callau
Unidad de Innovación y Nuevas Tecnologías, Sector Sanitario de Barbastro (Servicio Aragones de Salud). Hospital de Barbastro, Barbastro (Huesca)

INTRODUCCIÓN

El Sector Sanitario de Barbastro es el proveedor público de servicios sanitarios en materia de atención primaria, especializada, socio sanitaria y salud mental en la mitad oriental de la provincia de Huesca.
Su influencia se extiende en una zona geográfica de 8500 km2, habitados por algo más de 110.000 personas. Se trata de una zona muy extensa, de escasa población y con un envejecimiento del 26%, superior al de Aragón y al de España, junto a una orografía especialmente abrupta en la parte norte, atravesada por los Pirineos.



Hospital de Barbastro, Unidad de Innovación

Datos Estructurales

El sector está dividido en quince zonas de salud, al frente de cada una de ellas, existe un centro de salud donde se presta atención primaria de forma continuada. En todas ellas, la atención sanitaria es prestada por el Equipo de Atención Primaria y sus correspondientes unidades de apoyo. Hay un Hospital general ubicado en el centro del territorio, concretamente en Barbastro, que cuenta con un centro de especialidades en Monzón y un Centro de Alta Resolución en Fraga. También encontramos 3 unidades de Salud mental. Estas unidades disponen de dispositivos específicos para la población infanto-juvenil y para la atención a drogodependientes.
El Hospital de Barbastro es un hospital de agudos, construido en la década de los 80, que recientemente ha finalizado un profundo plan de ampliación y reforma. Cuenta con 160 camas en el área de hospitalización, 5 quirófanos en el área quirúrgica y una unidad de cuidados intensivos con 7 camas. El Hospital está acreditado para la formación MIR, especialidad medicina de familia.
El Sector Sanitario de Barbastro presta servicios médicos de medicina interna, cardiología, gastroenterología, geriatría, neumología, neurología, oncología, pediatría y reumatología. Con respecto a servicios quirúrgicos ofrece servicios de cirugía general y digestiva, ortopedia y traumatología, obstetricia y ginecología, urología, oftalmología, ORL y dermatología.
Cuenta con servicios centrales de Análisis Clínicos, Radiodiagnóstico, Anatomía Patológica, Anestesia y Reanimación, Urgencias, Rehabilitación, Medicina preventiva, Calidad y Cuidados Intensivos.
El sector dispone de varios servicios básicos de Telemedicina y varios pilotos de telemonitorización domiciliaria de constantes vitales en evaluación.
Para la atención ambulatoria, dispone de locales de consultas externas tanto en el propio hospital como en los centros de especialidades ubicados a 17 y 75 km respectivamente. En atención primaria hay 15 centros de salud y 136 consultorios locales.
El sector cuenta con los sistemas de información clínicos de los diferentes niveles asistenciales, integrados y a disposición de los profesionales de primaria, especializada y salud mental.

Misión:

Su misión es proporcionar a todos los ciudadanos y residentes en el sector sanitario de Barbastro una atención sanitaria integral asegurando su accesibilidad a la misma. Se entiende como tal la promoción de estilos de vida saludables, prevención y protección frente a factores físicos, medioambientales y biológicos, prestación de todos los cuidados necesarios en caso de enfermedad, y mantenimiento

del mayor grado posible de autonomía e inserción en su entorno y en la sociedad para así, satisfacer todas sus necesidades y expectativas en materia de salud.

Líneas Estratégicas del Sector de Barbastro en materia de e-Salud:

Las principales líneas estratégicas del Sector de Barbastro están orientadas a cubrir distintas necesidades:

- La telemedicina en sus diferentes acepciones:
  - Teleconsejo: entre atención primaria y atención especializada o entre los distintos niveles de atención especializada. Incluiría modalidades como el tele-laboratorio o la teleradiología. Prestaciones al servicio de la coordinación entre niveles asistenciales y de la continuidad de cuidados.
  - Teleconsulta: entre paciente y profesional sanitario.
  - Telemonitorización domiciliaria activa y pasiva para continuidad de cuidados en enfermos agudos, enfermos crónicos, autónomos o dependientes. Con especial énfasis en la integración de sensores biomédicos.
- Prevención y promoción de la salud
- Seguridad clínica de pacientes
- Participación en programas de e-learning
- Uso de herramientas expertas como ayuda en la toma de decisiones

METODOLOGÍA

La unidad de Innovación del Sector Sanitario de Barbastro nace poco después que el Salud y desde entonces ha participado en 7 proyectos nacionales y en 9 proyectos europeos de los cuales 5 están en curso actualmente. Su objetivo general es: "Impulsar la utilización de las tecnologías de la información y la comunicación en el ámbito del Servicio Aragonés de la Salud, con el fin de mejorar la gestión del conocimiento, potenciar el trabajo en red de sus profesionales, avanzar en la excelencia de los servicios prestados y contribuir a su propia sostenibilidad"

Identifica varios objetivos intermedios:

- Alinear el proceso de innovación en e-Salud con las políticas, estrategias y prioridades del SALUD.
- Promover la innovación en e-Salud dentro Sector mediante reingeniería de los procesos sanitarios y no sanitarios con el fin de que incorporen las TIC´s, como herramienta de motivación, sostenibilidad y excelencia.
- Liderar el diseño de productos y servicios de e-salud a nivel regional, nacional e internacional.
- Facilitar la transferencia rápida de la innovación a los distintos centros del Sector y a sus profesionales, permitiendo la mejora de los servicios sanitarios dirigidos a ciudadanos.
- Aprovechar el conocimiento y la experiencia existente trabajando mediante alianzas estratégicas. Al mismo tiempo facilitar la alineación de la investigación académica con las necesidades sanitarias e impulsar la competitividad de las empresas tecnológicas. Posibilidad de trabajar con aliados las necesidades internas de la organización.

Dentro de su cartera de servicios encontramos

- Búsqueda activa de recursos financieros. Es una unidad autofinanciada sin coste para el Salud.
- Gestión integral del proceso de innovación en e-health:
- Elaboración de propuestas de proyectos
- Validación de servicios
- Despliegue en el Salud de los servicios validados

La unidad de innovación del Sector sanitario de Barbastro ha trabajado activamente el proceso de la telemedicina en sus diferentes acepciones: los Servicios básicos de Teleconsejo y Teleconsulta se trabajaron en el proyecto Health Optimum. Mediante este proyecto se dotó a la organización de herramientas corporativas sobre las que se han implantado y se siguen implantando soluciones de telemedicina de distinta naturaleza. Algunos de los servicios básicos con más éxito por su impacto y la amplitud de su despliegue han sido la teledermatología, el teleictus y el screening retinopatía diabética.

También se han evaluado prestaciones más complejas como la telemonitorización remota de contantes vitales en pacientes crónicos. Se ha trabajado en varios pilotos orientados a diferentes segmentos de población siempre de cara a evaluar la universalidad del servicio asistencial. De esta manera el anciano crónico autónomo fue el foco del proyecto Dreaming, el anciano crónico internado en residencias de la tercera edad en el proyecto Resater y el paciente crónico dependiente en el proyecto nacional PITES-T Ayuda.

Estos proyectos han promovido, gracias a la telemonitorización de constantes vitales, la capacitación de pacientes en la gestión de su propia salud

y un cambio de roles liberando de la toma rutinaria de constantes a los profesionales sanitarios y su asunción por los pacientes o por el entorno de los mismos. Las consecuentes necesidades de capacitación motivaron los proyectos Realth y CSVI en los que se trataba junto a la monitorización remota de constantes vitales, el diseño de herramientas que facilitaran el desarrollo de programas de formación multicanal, vía Internet o TDT dirigidos a ciudadanos o profesionales.

Otras soluciones de telemedicina más complejas están en fase de diseño o evaluación. Este es el caso del proyecto SmartCare que persigue la integración de la asistencia sanitaria y social a la población, permitiendo aunar esfuerzos y coordinar a profesionales de los proveedores sanitarios y sociales con el objetivo de contener de costes, optimizar el uso de los recursos y trabajar para la sostenibilidad de los sistemas sanitarios y sociales proporcionando una mayor calidad de la atención prestada.

Otro enfoque de la línea de telemedicina la representa el proyecto Hospital del Mundo cuyo objetivo general es poner a disposición de la planificación herramientas TIC´s que permitan "especializar" a la Atención Especializada, proporcionando un entorno virtual de colaboración multidisciplinar a los distintos actores implicados (profesionales y pacientes) para una entidad nosológica concreta (unidad monógrafica virtual) reuniendo toda la información relevante disponible en un único foro y proporcionando herramientas expertas que ayuden a la toma de decisiones. Estas unidades se podrán agregar en servicios virtuales que transciendan ámbitos geográficos si es necesario. El entorno permitirá la fusión virtual de servicios asistenciales físicos.

Servicios de activación de pacientes Así mismo se trabaja para ofertar nuevos servicios electrónicos a los ciudadanos, incrementando la cartera de trámites administrativos "on-line" junto al acceso y gestión de su documentación clínica, dentro del proyecto europeo SUSTAINS.

También gracias al proyecto del ISCIII PITES ISA , en los tres próximos años se trasladará el conocimiento adquirido en la utilización de las TIC´s en la telemonitorización de crónicos en domicilio al entorno de la hospitalización a domicilio, con especial énfasis en la interoperabilidad semántica de la solución, el incremento de la seguridad clínica de pacientes y la utilización de sistemas expertos para la ayuda a la toma de decisiones.

En el área de seguridad de pacientes se ha diseñado e implantado una solución de RFID que facilitará la localización e identificación pasiva de pacientes en el servicio de urgencias del Hospital de Barbastro.

Además, la unidad realiza diversos trabajos en línea en diferentes áreas estratégicas, como son la prevención y promoción de la salud mediante guías de buenas prácticas en diversos soportes tecnológicos como la televisión digital terrestre, y la de capacitación y activación de pacientes promoviendo su participación en programas de e-learning.

RESULTADOS

Casos de éxito más relevantes que han generado una implantación permanente de servicio:

Entendemos por caso de éxito, aquel nuevo servicio, apoyado en soluciones tecnológicas desarrolladas con el concurso de la unidad de innovación y con implantación, al menos, en el sector sanitario de Barbastro.

1. Intranet

La intranet del sector es un portal disponible para todo el personal del sector sanitario. Este portal Web permite compartir la información que soportan los sistemas informáticos de atención especializada y de atención primaria, facilitando las tareas diarias de los profesionales, evitando tiempos de espera y el envío de documentación.

Está accesible a todos los trabajadores del sector con independencia de su categoría y línea asistencial, parametrizada mediante perfiles que definen los distintos niveles de acceso a la información. Se ha consolidado como una herramienta imprescindible para una atención eficiente en materia de continuidad de cuidados, utilizándose de forma muy exhaustiva en la práctica totalidad de los actos asistenciales.

La intranet clínica comenzó su pilotaje en el Sector Sanitario de Barbastro en el año 2003 y desde entonces, este modelo se ha extendido a otros sectores sanitarios de Aragón.

2. Screening de retinopatia diabética

Algo más del 6% de la población puede llegar a desarrollar una diabetes mellitus. De estos el 100 % de tipo I y el 60% de los tipo II desarrollarán una retinopatía en 20 años.

Esta es la principal causa de ceguera entre la población de 20-70 años, por lo que es primordial el

diagnostico precoz de la enfermedad. El método clásico de diagnóstico pasaba por la consulta por el especialista, con un coste en nuestro medio de 66,93€ (año 2009). El servicio de teleretinografia permite realizar las pruebas a la población de riesgo en su centro de salud, con un retinógrafo itinerante. Las imágenes son interpretadas por médicos de familia especialmente formados para sospechar imágenes patológicas y acreditados por la organización. Oftalmología asume tan sólo la lectura de las imágenes sospechosas reduciendo el coste del servicio a menos a menos de la mitad (30,48€ en el año 2009).



Screening de retinopatía diabética

La unidad de innovación desarrolló una herramienta capaz de automatizar el proceso de almacenamiento de las retinografías en el Pacs corporativo para integrarlas en la historia clínica electrónica del paciente y el entorno colaborativo que permite compartir la información propia de la prestación con una gestión de estados desatendida para los distintos agentes implicados en el proceso global. Este entorno realiza desde la ayuda a cada equipo de atención primaria en la selección automática de pacientes procedentes de su Sistema de información hasta la gestión de los informes de resultados en atención primaria y la citación de las interconsultas en el caso de colaboración necesaria de Oftalmología.
Estas herramientas se introdujeron en el Sector de Barbastro en el año 2009 y actualmente la cobertura supera al 80.90% de la población susceptible. La plataforma ha transcendido las fronteras del sector de Barbastro y está operativa en otros sectores sanitarios de la comunidad.

3. Teledermatología

Otro de los servicios desplegados en el sector con la contribución de la unidad de innovación es la teledermatología asíncrona con dermatoscopio. Las consultas de atención primaria en las que estaba indicado el servicio son las motivadas por:

- Lesión pigmentada única, localizada, sospechosa de malignidad
- Lesión localizada sospechosa de tumoral maligna
- Lesión localizada sospechosa de tumoral benigna
- Erupción localizada
- Preocupación por alguna lesión concreta
- Solicitud de tratamiento quirúrgico de una lesión

Se desarrolló una aplicación capaz de dicomizar las imágenes obtenidas en el ámbito de atención primaria, según protocolo consensuado con el servicio de dermatología del Hospital de Barbastro y con el fin de almacenarlas en el PACS corporativo para integrarlas en la historia clínica digital del paciente. También se implementaron las funcionalidades necesarias para optimizar la gestión de la información clínica en el entorno colaborativo asíncrono entre el médico de familia y el dermatólogo. En varios centros de salud se ha llegado a un porcentaje superior al 80% de capacidad resolutiva, en cuanto a los casos susceptibles de diagnostico y tratamiento virtual, sin necesidad de que el paciente pase por la consulta del especialista.
Esta herramienta también ha sido utilizada por Instituciones sanitarias del Salud fuera del sector de Barbastro.

4. Tele-Ictus

En Aragón la enfermedad cerebrovascular tenía una tasa de mortalidad por 100000 habitantes en el año 2006 de 53.06 para varones y de 38.78 para mujeres. En ambos casos superior a la media nacional.
La distribución de la población en el territorio obliga a concentrar los recursos asistenciales en Zaragoza capital. Es la única población de la comunidad con servicio de neurología permanente las 24 horas del día. Esta realidad minimizaba o impedía extender el tratamiento fibrinolítico a la totalidad de la población aragonesa ya que la indicación debe hacerse en un periodo limitado de tiempo, en muchos casos menor al necesario para organizar los traslados de los pacientes.
El reto asumido por la unidad de innovación supuso buscar una solución que permitiera una teleconsulta síncrona entre el hospital local donde se encuentra el paciente y el de referencia donde se ubican los neurólogos de guardia. Esta teleconsulta tenía que integrar servicios de videoconferencia de alta definición para permitir una exploración remota del paciente, debía posibilitar el acceso a la imagen alojada en el PACS del sector con calidad diagnóstica y también permitir a los agentes locales y remotos interactuar en el puesto clínico de urgencias para gestionar la información generada en la interconsulta virtual.
La solución tecnológica se diseñó con los diferentes servicios y sistemas informáticos ya existentes en la organización de manera que su implantación fue rápida, sin coste adicional y bien aceptada.

Este servicio se encuentra operativo en todo el Salud y los responsables clínicos del proyecto esperan beneficios para unos 300 pacientes al año. Es un impacto escaso en cuanto a número pero muy alto en morbilidad

5. Electrocardiografía digital

La electrocardiografía digital persigue un objetivo claro que consiste en el almacenamiento electrónico de los electrocardiogramas y su integración en los sistemas de información del SALUD de cara a compartir la información, optimizar los recursos existentes y conferir calidad a las decisiones. Existen soluciones de distinto grado de ambición. El reto propuesto suponía el aprovechamiento de la mayoría de los dispositivos existentes, compatibilizándolo con la obtención de unos electrocardiogramas de calidad en un formato estándar para su almacenamiento digital. La solución permite generar automáticamente las listas de trabajo de cada dispositivo asociándola a la actividad programada en consultas externas tanto de primaria como de especializada, los pacientes registrados en urgencias o los hospitalizados en una unidad de enfermería. Admite diversos formatos de almacenamiento en función de la capacidad de los electrocardiógrafos: PDF, DICOM y SCP.



Electrocardiografía digital

En esta fase los servicios están operativos en el sector sanitario de Barbastro y se están almacenando en formato estructurado (SCP), los ECG procedentes de consultas externas, urgencias y de 3 de las 5 unidades de enfermería del Hospital de Barbastro. En el ámbito de atención primaria se están obteniendo y almacenando en el mismo formato tres de los centros de salud mas grandes del sector que suman mas del 40% de la población.

6. Tele monitorización de crónicos a domicilio

Una de las líneas más importantes de trabajo ha sido el diseño y evaluación de soluciones de monitorización remota de constantes vitales, activa y pasiva en enfermos crónicos y pacientes ancianos. Con especial énfasis en la integración de sensores biomédicos. En esta línea se han desarrollado varios proyectos para cubrir el mayor número de pacientes crónicos, tanto autónomos como dependientes, en domicilio como en residencias y también se trabaja en el desarrollo de nuevos modelos de negocio que permitan la sostenibilidad de esta prestación a medio y largo plazo.



La telemonitorización de pacientes crónicos

Los resultados de las soluciones de telemonitorización de constantes vitales demuestran que es posible transferir la toma de constantes del entorno profesional al personal en la mayoría de los casos. También se puede modificar la frecuentación de los pacientes, trasladando actividad de atención especializada a atención primaria y transformando el carácter de la petición de asistencia, disminuyendo la demanda urgente y aumentando la programada como consecuencia de recolección exhaustiva de datos que facilita el diagnóstico precoz.

La evaluación de estos servicios sugiere que en un escenario óptimo, puede llegar a reducirse en un 35% el coste sanitario de estos pacientes, a la vez que se mejora en gran medida tanto la calidad de vida en materia de salud percibida por el paciente como su nivel de satisfacción con la atención recibida..

Estos servicios continúan en fase de evaluación, cubriendo en los próximos años una población de 300 pacientes del Sector Sanitario de Barbastro.

7. Radiofrecuencia y localización en urgencias

El servicio de radio frecuencia consiste en la instalación de un sistema de localización de pacientes y recursos en el servicio de Urgencias del Hospital de Barbastro, basado en radiofrecuencia e integrado con los sistemas corporativos. Permite de manera

desasistida mantener la trayectoria del paciente dentro del área de urgencia. Mediante mensajería HL-7 el sistema de información departamental de urgencias recibe y registra en tiempo real la ubicación del paciente, haciendo innecesaria la intervención del personal de enfermería para trasladar a los pacientes en las diferentes salas y boxes. Una base de datos recoge los tiempos en los que cada paciente permanece en cada ubicación concreta desde que entra en el servicio y se le asigna un tag hasta que abandona la unidad de urgencias por un alta a domicilio o por su paso a hospitalización. Esta solución permite un sistema de visualización en el área de espera de familiares proporcionando información de manera pasiva acerca de la situación de los pacientes a sus acompañantes.

CONCLUSIÓN

En los escasos años de vida de la unidad de innovación, podríamos calificar la actividad de frenética aunque la recompensa en materia de servicios diseñados e implantados ha sido muy elevada. Los profesionales y los ciudadanos del sector sanitario de Barbastro han sido los auténticos artífices de estos resultados gracias su compromiso con la innovación en Salud electrónica.

BIBLIOGRAFÍA

- http://sectorbarbastro.salud.aragon.es/index.php/es/innovacion
- http://ec.europa.eu/information_society/activities/eten/cf/opdb/cf/project/index.cfm?mode=detail&project_ref=ETEN-510843
- http://ec.europa.eu/information_society/activities/eten/cf/opdb/cf/project/index.cfm?mode=detail&project_ref=ETEN-046273
- http://ec.europa.eu/information_society/apps/projects/factsheet/index.cfm?project_ref=225023
- http://ec.europa.eu/information_society/apps/projects/factsheet/index.cfm?project_ref=325158
- http://www.interreg-sudoe.eu/ESP/f/138/46/RESATER/Los-proyectos-aprobados/Red-de-salud-y-telemedicina-en-zonas-rurales



Informática para la Innovación en Investigación Biomédica

Carlos Luis Parra Calderón
Hospital Universitario Virgen del Rocío

En España, el gasto interno en Investigación y Desarrollo (I+D) ha aumentado durante los últimos años pasando de representar el 1,06% del Producto Interior Bruto (PIB) en el año 2004 al 1,37% del PIB en el año 2010. Sin embargo, estas cifras se sitúan por debajo del gasto medio en I+D de los 27 países de la Unión Europea, que representó el 1,73% del PIB en el año 2004 y el 1,91% del PIB en el año 2010, y los países de la OCDE, que representó el 2,18% del PIB en el año 2004 y el 2,40% del PIB en el año 2009, por lo que nuestro país tiene un gran margen de mejora para igualar el nivel de otros países de nuestro entorno.

INTRODUCCIÓN

La innovación de procesos de desarrollo de estudios de investigación puede representar un gran ahorro potencial del gasto público y privado así como una potencial mejora en la gestión de dicho presupuesto. Las tecnologías de la información y de las comunicaciones pueden y deben ser palanca de esta innovación.

Por otro lado, los promotores de estudios de investigación cuentan con un periodo de protección de sus descubrimientos limitado a 20 años para los nuevos fármacos y moléculas de patente. Teniendo en cuenta que el tiempo medio que precisa la industria farmacéutica para introducir un nuevo medicamento en el mercado desde que se inicia su investigación es de unos 12 años [1], los promotores de estudios de investigación también tendrán grandes beneficios si se reducen los tiempos de desarrollo de dichos estudios.

MATERIAL Y MÉTODO

El método aplicado es descriptivo en función de un conjunto de ámbitos de innovación relevantes para la aportación de valor mediante la aplicación de la informática biomédica. La relevancia de dichos ámbitos ha sido identificada en función de una valoración cualitativa del autor tanto de la información disponible como del impacto estimado.

Dichos ámbitos son los siguientes:

- Soporte a la Investigación Clínica.
- Integración de información genómica y clínica.
- Información personal: el valor de la información aportada por el paciente.
- Seguridad y protección de datos.
- Interoperabilidad basada en estándares.

En cada caso desarrollo una explicación detallada de los problemas y retos identificados, y ejemplos de cómo la informática puede aportar valor en cada caso.

RESULTADOS

Soporte a la Investigación Clínica

Actualmente el desarrollo de estudios de investigación se llevan a cabo mediante la recogida de datos en papel o usando un sistema informático propuesto por el promotor de la investigación. Este esquema de trabajo hace que los datos recogidos en los sistemas de historia clínica no pueden ser reutilizados para la investigación, resultando en una doble recogida de información por parte de los profesionales. Esta doble recogida de datos permite que aparezcan errores e inconsistencias en la información clínica que podrían controlarse si la documentación se realizara de manera unificada.

Con el fin de acelerar y optimizar la traslación de información y conocimiento que se dan en cada fase de los procesos de investigación clínica y genómica, ha surgido una nueva disciplina en el ámbito de la Informática que está orientada a la Investigación Clínica (IIC). Esta disciplina propone el desarrollo de nuevas teorías, herramientas y soluciones informáticas que permitan mejorar la capacidad investiga-

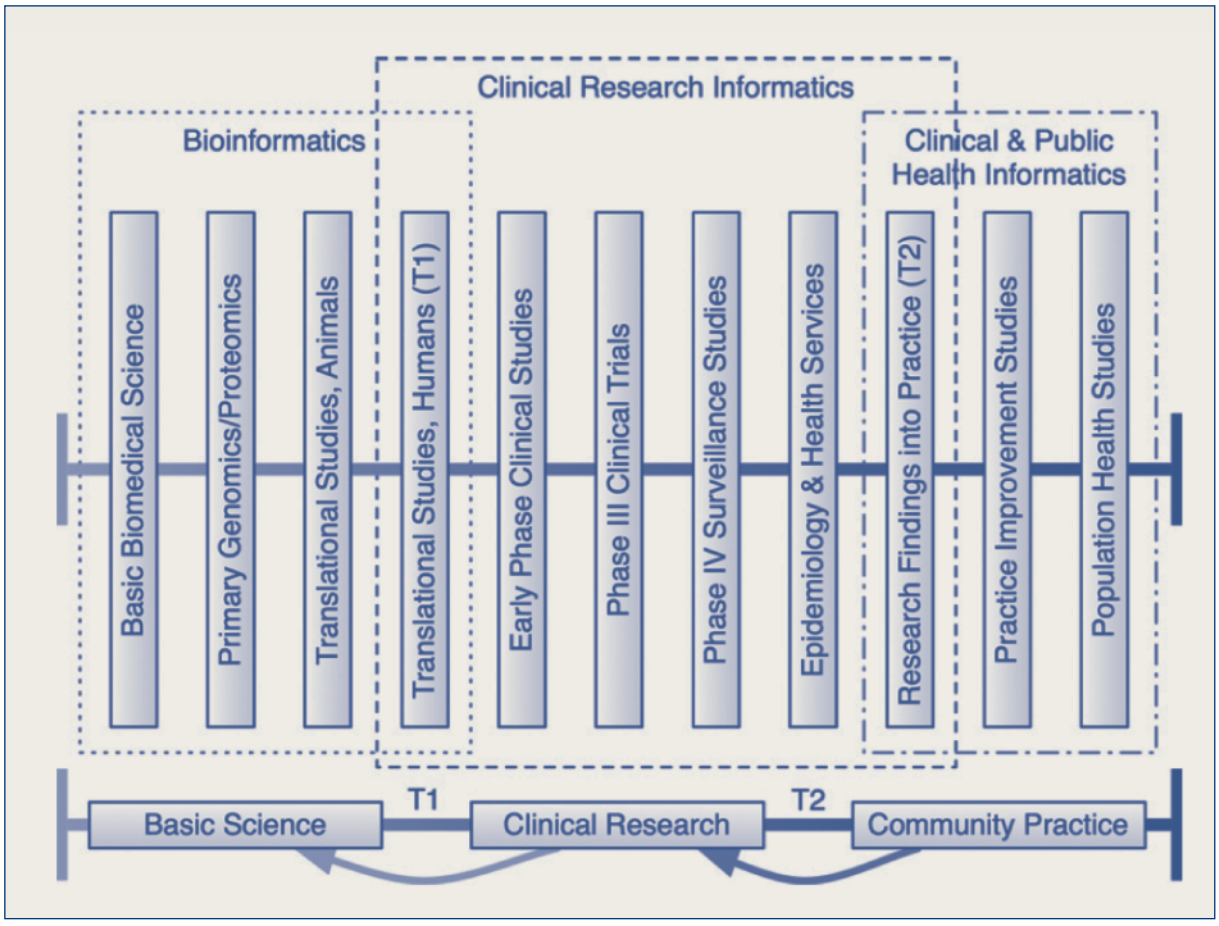


Ilustración de los tipos de investigación donde incide la informática traslacional y clínica.

dora de las instituciones que las adopten [2].

Dichos autores proponen la siguiente taxonomía del ámbito de actuación de esta disciplina:

Estas herramientas y soluciones informáticas deben diseñarse para dar soporte tanto a las cuatro fases propias de un ensayo clínico como al resto de procesos involucrados en cada estudio de investigación. Es por eso que el resultado de los avances en IIC abarcan desde el incremento de la eficiencia en la recolección y adquisición de datos, hasta la optimización del diseño y gestión eficiente de protocolos, el reclutamiento de pacientes y gestión de los mismos, la notificación de eventos adversos, el cumplimiento y adherencia al marco legal, y el almacenamiento, transferencia, procesado y análisis de los datos de investigación.

Como resultado de estos avances la organización desarrolladora de estándares HL7 ha desarrollado diversos estándares aplicables a este escenario, del ámbito de la inteorperabilidad y del ámbito de la funcionalidad. En este segundo destaco el perfil de Modelo Funcional de Historia de Salud Electrónica (HSE) para investigación clínica [3]. Este modelo define todas las funcionalidades y requisitos de protección de datos, privacidad del paciente y mecanismos para cumplir con los requisitos de las regulaciones legales a la hora de diseñar un sistema que dé soporte a la investigación clínica.

A nivel europeo, el proyecto EHR4CR [4] trata de desarrollar un marco de servicios para conseguir una investigación clínica más eficiente en diversos escenarios que incluyen la investigación oncológica. Para conseguirlo el proyecto está desarrollando un marco en el que se integran soluciones de interoperabilidad, de seguridad, calidad de datos, de almacenamiento de datos, procesos organizacionales, acreditaciones y certificaciones que permitan desarrollar pilotos donde se realicen estudios a nivel europeo.

A nivel internacional, destaca el proyecto "cancer Biomedical Informatics Grid" (caBIG) [5] del National Cancer Institute (NCI). Este proyecto desarrolla un conjunto de herramientas online con la finalidad de dar solución a necesidades de alta prioridad en el marco de la investigación del cáncer, estableciendo una red segura de intercambio de datos en

la comunidad oncológica. El enfoque de caBIG se basa en un intercambio de información rápido entre todas las secciones de atención asistencial e investigación, permitiendo así que médicos e investigadores puedan trabajar en colaboración sobre la historia de salud electrónica de un paciente (HSE). El proyecto ha desarrollado herramientas que permiten la recolección, análisis y gestión de datos de investigación, la gestión de ensayos clínicos, gestión de imágenes médicas y bioespecímenes. Con este proyecto se propone un modelo de intercambio rápido de información entre todos los sectores relacionados tanto con la atención sanitaria como con la investigación con el objetivo de acelerar el proceso de investigación biomédica que repercutirá en unos mejores resultados en los pacientes y una atención sanitaria más eficiente[6].

De este modo, se acelera el proceso asistencial y/o de investigación, derivando en una prestación de asistencia más eficiente.

Integración de información genómica y clínica

En el ámbito de la investigación genómica, diversos estudios cuantifican que el uso de modelos de información estructurados y orientados a la investigación podría conducir a un cambio de paradigma que permita la investigación traslacional dirigida desde la historia clínica [7]. Reutilizar la información de la HSE como herramienta para identificar pacientes que cumplen los criterios de estudios de investigación y ensayos clínicos puede reducir considerablemente el tiempo de reclutamiento. En este ejemplo, Kohane nos muestra, gracias a la integración de la información genómica con la HSE, que la investigación genómica se puede beneficiar de la posibilidad de dirigir estudios de una gran cohorte para un amplio rango de enfermedades, proporcionando información en la selección y adquisición de una muestra de pacientes con unas características específicas, y permitiendo grandes ahorros a los proyectos de investigación. Dicho autor lidera la iniciativa de infraestructura de investigación del proyecto i2b2 que desarrolla una infraestructura escalable para favorecer la traslación de las hipótesis y descubrimientos realizados a partir de investigación genómica al tratamiento de diversas enfermedades como la hipertensión, esclerosis múltiple, enfermedad de Huntington, etc…[8]

Dentro de este marco, existen actualmente diversas iniciativas que están trabajando en la estandarización de las comunicaciones sobre información genómica con sistemas de HSE, como la del Clinical Genomics Working Group del organismo de estandarización HL7, que ha definido diferentes especificaciones para la historia familiar, genotipo y expresión de genes.

Por otro lado, al establecer mecanismos para conectar y consolidar la información proveniente de la atención sanitaria con la de la investigación clínica, se verán beneficiados tanto los pacientes (por ejemplo, aumenta la seguridad del paciente, mayor posibilidad de participar en ensayos clínicos, etc.), como los posibles promotores de los estudios como proveedores sanitarios y/o investigadores (por ejemplo, les permite identificar a pacientes que pueden beneficiarse de un nuevo fármaco o dispositivo, reduce el tiempo de completar la historia de un paciente, mejora la fiabilidad de los datos, etc.), y las autoridades regulatorias (por ejemplo, facilita la auditoría de datos y mejora la transparencia de los mismos) [9].

De esta naturaleza existen experiencias previas [10] en las que el sistema de recogida de datos del estudio es interoperable con el sistema de HSE permitiendo documentar la información del estudio en el mismo instante que se registra la historia del paciente. La integración de la información de los estudios de investigación dentro la HSE del paciente permitirá aumentar la seguridad del paciente y ahorrar costes derivados de las pruebas no realizadas en el ambiente asistencial debido a que solamente fueron incluidas en el estudio de investigación.

Información personal: el valor de la información aportada por el paciente

Otro aspecto relevante que incide en el resultado de los estudios de investigación es la información referente a los hábitos y al entorno social del paciente. Existe vasta evidencia de la relación existente entre hábitos deportivos, alimenticios, alcoholismo y tabaquismo y la mortalidad asociada a algunos tipos de cáncer [11] [12]. Del mismo modo, existe creciente evidencia de la relación existente entre el nivel socio-económico del paciente y la discapacidad física en supervivientes de cáncer de mama [13] o el aumento de la mortalidad tras un accidente cerebrovascular [14]. Actualmente, muy pocos esfuerzos van dirigidos a la integración de este tipo de información en la HSE del paciente, a pesar de su creciente relevancia para la práctica asistencial, ya que la mayoría de estudios que requieren el registro de esta información carecen de

la capacidad tecnológica para poder integrarla en la HSE del paciente.

Seguridad y protección de datos

La falta de herramientas que den soporte a la recogida de datos hace que sea frecuente que los investigadores tengan que utilizar bases de datos de creación propia que no satisfacen los criterios de control y auditorías de accesos a la información establecidos por la Ley Orgánica 15/1999 de 13 de diciembre de Protección de Datos de Carácter Personal [15]. Uno de los riesgos fundamentales no cubiertos se encuentra en la forma de compartir la información entre investigadores y entidades que participan en los estudios (ej. uso de memorias USB extraíbles). Por otro lado, en cualquier tipo de ensayo se debe tener en cuenta la gestión de los consentimientos informados de los pacientes, ya que sin ellos, el promotor de la investigación no podrá tener acceso a dicha información. Esto incluye la gestión de la granularidad del nivel de acceso que se le permite al promotor, en función del grado de acceso definido por el paciente y del acuerdo entre el promotor del estudio y el responsable del fichero de los datos donde se encuentra esta información. Actualmente, la gestión de los consentimientos informados se realiza generalmente en formato papel, y existe una gran complejidad en cuanto a las disposiciones regulatorias y legales de los mismos. En cualquier caso es conveniente aclarar que la información molecular y genética que va a ser utilizada en cada proyecto cumple la normativa contemplada en la Ley 14/2007, de 3 de julio, de Investigación biomédica [16].

Interoperabilidad basada en estándares

En el campo de la informática sanitaria existen múltiples iniciativas que están trabajando en definir estándares abiertos y transparentes permite favorecer la compatibilidad e interoperabilidad de nuestros sistemas, facilitan la competitividad reduciendo la cautividad de los proveedores de sistemas informáticos, y aumentar la seguridad y calidad de los desarrollos dado que están basados en el consenso de los principales expertos internacionales. Destacamos los resultados de los trabajos realizados por comités técnicos CEN/TC 251 y ISO/TC 215 y otros grupos de trabajo de HL7 antes mencionados e Integrating Healthcare Enterprise (IHE). Como resultados de sus trabajos se han logrado definir un conjunto de estándares que facilitan la interoperabilidad sintáctica y semántica entre distintos sistemas información sanitaria.

Aplicación de ontologías para el descubrimiento de conocimiento

Además de la aplicación de estándares para la comunicación con los diversos sistemas clínicos y genómicos es posible aplicar las mejoras existentes en la representación del conocimiento clínico a partir de ontologías para crear repositorios de información semánticamente armonizada que sirvan de base para la aplicación de algoritmos de inteligencia artificial y tecnologías de datamining que favorezcan el descubrimiento de nuevas [17] evidencias. La aplicación de ontologías para dirigir los procesos de datamining está ampliamente aceptada en el campo de la bioinformática y su adopción es creciente en el caso de la investigación traslacional y clínica [18].

Agradecimientos

En este trabajo me han prestado inestimable ayuda investigadores que trabajan en el Grupo de Innovación Tecnológica del Hospital Universitario Virgen del Rocío, en los proyectos financiados por el Instituto de Salud Carlos III dentro del programa de Acción Estratégica en Salud (PITeS ISA referencia PI12/01571) y por la Red ITEMAS (referenciaRD09/0077/00025).

BIBLIOGRAFÍA

1. **DiMasi et al,** The price of innovation: new estimates of drug development costs. Journal of Health Economics 22 (2003); pp. 164-181.
2. **Embi PJ, Payne PR.** Clinical research informatics: challenges, opportunities and definition for an emerging domain. J Am Med Inform Assoc 2009; 16:316e27.
3. **HealthLevel 7**. HL7 EHR System Functional Model Release 1. HL7. 2009.
4. **EHR4CR:** Electronic Health Records for Clinical Research Project. 2011 [cited 2012]; Available from: www.ehr4cr.eu/
5. **Fenstermacher D, Street C, McSherry T, Nayak V, Overby C, Feldman M.** The Cancer Biomedical Informatics Grid (caBIG™). Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc. 2005;1:743-6.
6. **Whippen D, Deering MJ, Ambinder EP.** Advancing high-quality cancer care: cancer biomedical informatics grid supports personalized medicine and the electronic health record. J Oncol Pract. 2007 Jul;3(4):208-11.
7. **Kohane IS.** Using electronic health records to drive discovery in disease genomics. Nat Rev Genet. 2011. 12(6):417-28.

8. https://www.ib2b.org
9. **Bartlett M, Bishop S, Celingant C, et al.** The future vision of electronic health records as eSource for clinical research. eClinical Forum/PhRMA EDC eSource Taskforce. 2006
10. **El Fadly A, Rance B, Lucas N, Mead C, Chatellier G, Lastic PY, et al.** Integrating clinical research with the Healthcare Enterprise: from the RE-USE project to the EHR4CR platform. Journal of Biomedical Informatics. 2011. 44(1):S94-102.
11. Practice Patterns and Perceptions of Thoracic Oncology Providers on Tobacco Use and Cessation in Cancer Patients. **Warren GW, Marshall JR, Cummings KM, Toll B, Gritz ER, Hutson A, Dibaj S, Herbst R, Dresler C.** J Thorac Oncol. 2013 Mar 22. [Epub ahead of print]
12. **Even low, regular alcohol use increases the risk of dying of cancer. Voelker R.** JAMA. 2013 Mar 13;309(10):970. doi: 10.1001/jama.2013.2104. No abstract available.
13. **Sandi L. Pruitt, Amy McQueen, Anjali D. Deshpande, Donna B. Jeffe, Mario Schootman,** Mediators of the effect of neighborhood poverty on physical functioning among breast cancer survivors: a longitudinal study, Cancer Causes Control (2012) 23:1529–1540
14. **Brown, Arleen F. MD, PhD; Liang, Li-Jung PhD; Vassar, Stefanie D. MS; Merkin, Sharon Stein PhD; Longstreth, W.T. Jr MD; Ovbiagele, Bruce MD; Yan, Tingjian PhD; Escarce, Jose J. MD, PhD,** Neighborhood socioeconomic disadvantage and mortality after stroke., Neurology. 80(6):520-527, February 5, 2013.
15. **Boletín Oficial del Estado.** Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal. Boletín Oficial del Estado, núm. 298 de 14 de diciembre de 1999, páginas 43088 a 43099.
16. **Boletín Oficial del Estado.** Ley 14/2007, de 3 de julio, de Investigación biomédica. Boletín Oficial del Estado, núm. 159 de 4 de julio de 2007, páginas 28826 a 28848.
17. **Fernando Alonso, África López-Illescas, Loïc Martínez, Cesar Montes, Juan P. Valente.** Knowledge Discovery Using Medical Data Mining. Medical Data Analysis. Lecture Notes in Computer Science Volume 2526, 2002, pp 1-12
18. **D. Kalra.** Health Informatics 3.0. Yearb Med Inform. 2011;6(1):8-14.



Tecnologías emergentes, interoperabilidad y estandarización en el ecosistema de e-Salud

Ignacio Martínez y Antonio Aragüés
Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón. Universidad de Zaragoza

El intercambio de información ha experimentado en los últimos años un incremento muy importante debido a la evolución de las nuevas tecnologías inalámbricas (*wireless*). Una amplia variedad de tecnologías emergentes se han venido desarrollando en los últimos años con diferentes características para diversos entornos de aplicación, entre los que destaca la e-Salud. Además, algunas de estas tecnologías empiezan a incorporan la interoperabilidad como una pieza clave para su integración en soluciones homogéneas. En este variado ecosistema se hace necesaria una revisión tecnológica, como la propuesta en este artículo, de las más recientes tecnologías *wireless* para e-Salud así como sus tendencias y retos en cuanto a interoperabilidad y estandarización. En este trabajo se presentan las principales iniciativas internacionales, destacando la familia de normas ISO/IEEE 11073, así como las guías de diseño basadas en perfiles médicos, destacando los recomendados por *Continua Health Alliance* para las tecnologías USB, Bluetooth y ZigBee.

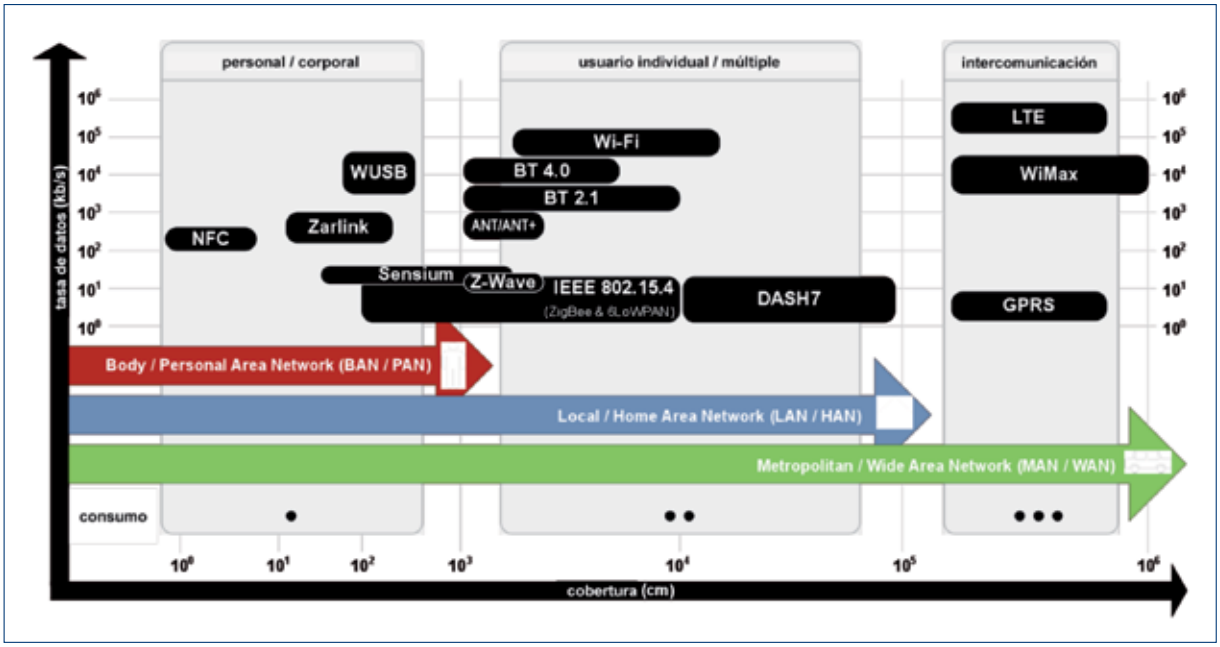
Palabras clave: e-Salud, Estándar ISO/IEEE11073, Interoperabilidad, Perfiles médicos, tecnologías emergentes.

I. INTRODUCCIÓN

Los avances en las nuevas tecnologías están creando una importante cultura innovadora en el desarrollo de soluciones de e-Salud en todo tipo de contexto de uso: hospitalarios, residenciales, móviles, personales, etc. Como resultado, servicios específicos como Ambient *Assisted Living* (AAL), *Ambient Intelligence* (AmI) o *Smart Homes* [1] están creciendo significativamente junto con aplicaciones más universales orientadas a entornos *fitness*, vida y hábitos saludables, seguimiento de pacientes crónicos, etc. Todas estas iniciativas tienden a integrarse en el ecosistema de información personal del paciente, protagonista del cuidado de su propia salud [2].

Toda esta información sigue un flujo extremo a extremo que puede agruparse en tres segmentos: dispositivos médicos (que adquieren los datos vitales), el elemento "central" (*manager*) que actúa como *gateway* intermedio, y los sistemas de información sanitaria (*Health Information System*, HIS). Estos segmentos se integran mediante aplicaciones software y tecnologías *middleware*, ofreciendo a los pacientes soluciones personalizadas para cada caso de uso específico. En el contexto de las redes de e-Salud, estos segmentos dan lugar a tres dominios de aplicación (como se muestra en la Figura 1): personal/corporal, usuario individual/múltiple e intercomunicación. El dominio personal/corporal se construye con dispositivos inteligentes personales e incluso implantables (como tensiómetros, pulsioxímetros, glucómetros, básculas, monitores de ECG, EEG, etc.) junto con una unidad de procesado externa localizada en el ecosistema del usuario. El dominio de usuario individual/múltiple proporciona, con equipos médicos de mayor tamaño, servicios para uno o varios usuarios como rehabilitación, Unidades de Cuidados Intensivos (UCI), equipos de salud deportiva, militar, domiciliaria, residencial, etc. El dominio de intercomunicación cubre la conexión tanto entre los dispositivos médicos y el HIS como entre el *manager* y el HIS y resuelve la monitorización por eventos o en tiempo real como, por ejemplo, para servicios *holter* ECG. Para cada dominio, las tecnologías emergentes ofrecen diferentes características técnicas que satisfacen diversos requisitos [3] y que, por tanto, las hacen más o menos adecuadas según su consumo, cobertura o tasa de datos, como se clasifican en la Figura 1.

Sin embargo, esta diversidad tecnológica implica barreras para garantizar interoperabilidad en las diversas aplicaciones de e-Salud. Por esta razón, los



Esquema global del flujo de información de paciente extremo a extremo y las tecnologías emergentes para e-Salud, agrupadas según sus dominios de aplicación

esfuerzos de las iniciativas internacionales como *Continua Health Alliance* (*Continua*), *Healthcare Information and Management Systems Society* (HIMSS), *National Institute of Standards and Technology* (NIST) o *Integrating the Healthcare Enterprise* (IHE) están siendo decisivas para promover un ecosistema homogéneo de e-Salud. En este contexto tecnológico, el grupo especial *Working Group for Personal Health Devices* (PHDWG) viene trabajando desde 2006 para detectar los requisitos concretos de cada caso de uso y, fruto de este trabajo colaborativo internacionalmente, se ha desarrollado la familia de normas ISO/IEEE 11073 PHD (X73PHD) [4]. X73PHD apuesta por el uso de perfiles médicos (*Health Profiles*) y, actualmente, recomienda tres tecnologías de comunicación: *Universal Serial Bus Personal Health Device Class* (USB PHDC), *Bluetooth Personal Health Device* (BT HDP) y *ZigBee Health Care Profile* (ZHC).

Con estas premisas, el presente artículo estudia las principales tecnologías emergentes en este ecosistema de e-Salud. En la Sección II se detallan sus principales características técnicas y pertinencia según cada dominio de aplicación y en la Sección III se discuten los retos y tendencias actuales para asegurar la interoperabilidad y estandarización de las comunicaciones en este campo. Finalmente, las conclusiones globales se presentan en la Sección IV.

II. TECNOLOGÍAS EMERGENTES EN EL ECOSISTEMA DE E-SALUD

Para cada uno de los dominios de aplicación introducidos en la sección anterior, se describen a

	BT 2.1 +EDR	BT 4.0	ZigBee	NFC	Wireless USB 1.1	6LoWPAN	DASH7	ANT	Sensium	Zarlink	Z-Wave	WiFi Direct
Banda frecuencial (MHz)	2400	2400	2400, 868, 915	13.56	3100-10600	2400, 868, 915	433	2400	868-915	402-405, 433-434	900	2400, 5000
Modulación	GFSK	GFSK	O-QPSK	ASK	MB-OFDM	O-QPSK	FSK/GFSK	GFSK	BFSK	2FSK/4FSK	GFSK	OFDM, DSSS
Distancia (m)	1-100	60	1-100	< 0.2	3-10	1-100	1000	10-30	5-25	2 (body)	30	200
Enlace radio	Bluetooth radio	Bluetooth radio	IEEE 802.15.4	ECMA-340 ISO/IEC 18092	UWB	IEEE 802.15.4	ISO/IEC 18000-7	Propietario	Propietario	Propietario	Propietario	802.11x
Tasa de datos (kb/s)	3000 (max.)	25000	20-250	106, 212, 424	53000-480000	20-250	28-200	1000	50	200-800	9.6-40	250000
Topología	*piconet*, *scatternet*	*piconet*, *scatternet*	P2P, árbol, *mesh* estrella,	P2P	P2P	*mesh*	*mesh*	P2P, árbol, *mesh* estrella,	estrella	P2P	*mesh*	P2P
Alianzas & Iniciativas estándar	Bluetooth SIG	Bluetooth SIG	ZB Alliance, IEE	ISO/IEC, ECMA	Wireless USB Group, USB-IF	IETF 6LoWPAN	DASH7 Alliance, ISO	ANT+ Alliance	ninguna	ninguna	Z-Wave Alliance	WiFi Alliance, IEEE

Tabla I. Estudio comparativo de las principales características técnicas de las distintas tecnologías BAN/PAN y LAN/HAN en el ecosistema de e-Salud

continuación las más recientes tecnologías emergentes, sus características técnicas y sus requisitos de comunicación (detallados comparativamente en la Tabla I).

A. BAN/PAN

En este dominio se definen dos grupos de tecnologías. El primero incluye tecnologías basadas en estándares como *Bluetooth Low Energy* (BTLE), *ZigBee, Near Field Communication*s (NFC), *Wireless Universal Serial Bus* (WUSB), *IPv6 over Low power Wireless Personal Area Networks* (6LoWPAN) y DASH7. BTLE (integrado en la última versión de BT 4.0) presenta ultra-bajo consumo, baja latencia, servicio de identificación de dispositivos y transferencia segura punto a punto; añade una capa nativa para monitorización de signos vitales e incluye dos modos de implementación: *single* (de muy bajo consumo para integrarse en dispositivos compactos) y *dual* (que aprovecha el *hardware* clásico de BT, compartiendo interfaz radio y de antena, pero añadiendo bajo consumo mediante una nueva pila de protocolos). ZigBee opera con el estándar IEEE 802.15.4 y se enfoca a aplicaciones de baja tasa de datos, alta autonomía y cifrado de la información ya que su *hardware* es considerablemente más sencillo que BT y garantiza una vida útil de varios años gracias a un mínimo consumo de potencia. NFC es un grupo de tecnologías de campo cercano, intercambio rápido de datos y reducido tamaño de tramas. WUSB es la extensión *wireless* de USB que incluye mayor ancho de banda, mecanismos de asociación basados en proximidad y seguridad similar a la versión cableada. 6LoWPAN, orientada a dispositivos AAL y de salud personal, permite conectividad IP con un modelo simple de cabeceras de trama y direccionamiento jerárquico. DASH7, desarrollado originalmente para propósitos militares, es una tecnología de baja potencia y baja tasa de datos pero con una amplia cobertura, lo que garantiza bajo retardo, una pila de protocolos reducida, seguridad e IPv6.

El segundo grupo incluye tecnologías propietarias como ANT, *Sensium Life Platform* (Sensium), Zarlink and Z-Wave. ANT es una tecnología de propósito general con baja latencia y bajo consumo gracias a una tasa de datos variable; incluye una capa de interoperabilidad (ANT+ para compatibilidad con diversos perfiles de dispositivos médicos) que permite configurar diversos parámetros de red y estructuras de datos para garantizar comunicación homogénea entre equipos de diferentes fabricantes. Sensium es un sistema *wireless* para monitorización médica de bajo consumo y basado en topología *master-slave* (que permite ahorro de energía mediante interrogaciones a demanda desde un *manager* central conectado a un máximo de 16 nodos) que integra módulos de representación de sensores fácilmente escalables como pulso, temperatura, actividad física, ECG, etc. Zarlink se basa en un transmisor implantable de radiofrecuencia, compatible con el servicio *Medical Device Radio Communications* (MedRadio), y de ultra bajo consumo mediante ahorro de energía cuando los sensores están inactivos. Z-Wave es un protocolo propietario, no interferente y de bajo consumo diseñado para domótica (ya que proporciona control remoto mediante comandos simples como on/off, arriba/abajo, etc.) y con cabeceras de datos optimizadas para incorporar metadatos.

B. LAN/HAN

Algunas de las tecnologías previas (como BTLE, ZigBee o 6LoWPAN) también podrían incluirse en este dominio, dependiendo de la distancia al receptor y de si el escenario corresponde a un usuario individual o múltiple. En cualquier caso, y aunque la tecnología *Wireless* LAN (WLAN) más representativa es la familia IEEE 802.11, cabe subrayar Wi-Fi Direct que consta de una serie de protocolos software (según la especificación Wi-Fi Peer-to-Peer) que permiten a los dispositivos Wi-Fi comunicarse directamente sin necesidad de un punto de acceso. Además, destacan tecnologías como Gigabit WLAN (WiGit) que opera en 60GHz, y complementa Wi-Fi con tasas de datos muy elevadas (Gb/s) sobre rangos de cobertura reducida.

C. MAN/WAN. Las nuevas tecnologías en este dominio están marcadas por la evolución del mercado de las telecomunicaciones, fuertemente dominadas por las compañías comerciales. Actualmente, las tecnologías MAN/WAN más extendidas son: 2G (*Global System for Mobile Communications,* GSM), 2G transitional (*General Packet Radio Service* (GPRS), *Enhanced Data rates for GSM of Evolution* (EDGE), etc.), 3G (*Universal Mobile Telecommunications System* (UMTS), *Code Division Multiple Access* (CDMA2000), etc.) y 3G *transitional* (High-Speed Packet Access (HSPA), *Evolved High-Speed Packet Access* (HSPA+), *Long Term Evolution* (LTE), WiMax, etc.), aunque LTE y WiMax ya se consideran como 4G incluyendo tasas de entre 100 Mb/s y 1 Gb/s basadas completamente en tecnología IP.

III. TENDENCIAS Y RETOS DE INTEROPERABILIDAD Y ESTANDARIZACIÓN EN E-SALUD

Una vez presentadas las tendencias tecnológicas (tanto propietarias como estándares), los próximos retos se orientan hacia soluciones integradas que garanticen interoperabilidad [5]. Este horizonte requiere innovar con ecosistemas robustos, estándares y eficientes que cubran los principales entornos de e-Salud y el desarrollo e implementación de nuevos perfiles médicos se apunta como una de las claves del éxito. Como se comentó en la introducción, *Continua* promueve la adopción de perfiles médicos (USB PHDC, BT HDP y ZHC) y, en los últimos años, ya los ha venido incluyendo en sus recomendaciones de diseño (*design guidelines*).

Respecto de BT HDP, en 2009 *Continua* seleccionó la nueva especificación BTLE para extender las características inalámbricas de BT HDP y, en 2011, firmó con Wi-Fi Alliance un acuerdo para la promoción y adopción de Wi-Fi Direct. En esta línea, en los últimos años se han desarrollado diversas implementaciones sobre BT HDP: *JungoBTware,* diseñada para sistemas embebidos de bajo consumo; *Stollmann BlueCode+*, diseñada como plataforma independiente; *Toshiba Bluetooth Stack* para Windows y certificada por *Continua*; *Ethermind Bluetooth Stack*, desarrollada por Mindtree para sistemas embebidos y otras arquitecturas; y *BlueZ*, una implementación abierta open source para Linux desarrollada en el proyecto Morfeo OpenHealth.

Respecto de USB PHDC, se han realizado cambios en la pila de protocolos USB orientados a redes *wireless* para aumentar la eficiencia y seguridad. Así, dada la existencia del perfil médico para USB, se prevé que WUSB también será adoptado como perfil de comunicación X73PHD.

Respecto a ZHC, ZigBee comparte interfaz radio con 6LoWPAN (que fue creado para intentar resolver el problema de integración de diferentes tecnologías propietarias en redes extendidas basadas en servicios de Internet). Así, 6LoWPAN se presenta como alternativa para integrarse en X73PHD dada su arquitectura abierta basada en estándares y su capacidad de interconexión IP [6]. En paralelo y desde 2010, *ZigBee Alliance*, IETF e *IP for Smart Objects* (IPSO) Alliance formaron un partenariado para adoptar en redes HAN la especificación ZigBee IP e integrar el soporte nativo IP dentro de la pila ZigBee. Combinando las fortalezas del estándar *ZigBee Smart Energy* con las características ubicuas de IP se puede alcanzar nuevos horizontes de dispositivos inteligentes y energéticamente eficientes. El primer paso se dio en 2011 cuando *ZigBee Alliance* publicó los documentos técnicos en los que se incluye la compatibilidad con IP y 6LoWPAN.

A la vez, cabe destacar DASH7 para soportar aplicaciones de telemonitorización continua que requieran transferencia de datos pesados (como imagen o video) ya que está diseñada como protocolo de comunicación a ráfagas (tipo BLAST). Así, y dado su amplio rango de operación, un perfil medico específico para DASH7 podría abrir nuevo escenarios de telemonitorización compatibles con X73PHD. Por otro lado, la aplicación de NFC en e-Salud es una tendencia en alza y los actuales trabajos de investigación están evaluando su aplicación generalizada a la identificación de pacientes, el seguimiento de cronicidades, la mejora en los procesos, etc. [7].

Finalmente, iniciativas propietarias como ANT van adquiriendo su protagonismo no sólo en entornos médicos (salud personal, *fitness, health&wellness*) sino en aplicaciones multimedia de propósito general. ANT proporciona un diseño eficiente y de bajo consumo, apto para dispositivos con autonomía de larga duración. Sin embargo, dado que es un protocolo propietario con una arquitectura cerrada, no es directamente compatible con X73PHD. Esta misma situación se puede aplicar a otras iniciativas como Sensium, Zarlink o Z-Wave, lo que hace compleja su interoperabilidad y compatibilidad a corto plazo con el ecosistema X73PHD.

IV. CONCLUSIONES

En este artículo se ha propuesto una revisión detallada de las tecnologías emergentes que pueden emplearse en el contexto de la e-Salud junto con un análisis de sus características técnicas, en función de los dominios de aplicación planteados. Además, se han discutido las actuales tendencias y los retos futuros en el deseado horizonte de asegurar interoperabilidad en el intercambio de información mediante el empleo de normas internacionales. Más específicamente, se han planteado los requisitos de compatibilidad con X73PHD siguiendo el concepto de perfiles médicos (actualmente, USB PHDC, BT HDP y ZHC) adoptados por *Continua* en sus *design guidelines*. Como resultado, este artículo supone un interesante punto de partida para diseñadores de soluciones de e-Salud que pretendan ser compatibles con las normas internacionales, especialmen-

te X73PHD, que se basen en arquitecturas *wireless* multi-usuario y que requieran seleccionar la tecnología más apropiada para cada caso de uso y dominio de aplicación.

Agradecimientos

Los autores agradecen a José García, Jesús D. Trigo, Javier Escayola, Pilar Muñoz y Pilar del Valle sus contribuciones a este artículo. Este trabajo está parcialmente subvencionado por el proyecto TIN2011-23792 del Ministerio de Ciencia e Innovación (MICINN) y los Fondos Europeos para el Desarrollo Regional (FEDER).

REFERENCIAS

1. **I. Pau, et al.,** "Home e-health system integration in the Smart Home through a common media server", Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc, vol. 2009, pp. 6171-4, 2009.
2. **J.L. Monteagudo and O. Moreno,** "e-Health for patient empowerment in Europe", Informes, estudios e investigación. Ministerio de Sanidad y Consumo. Instituto de Salud Carlos III, 2007.
3. **M. Patel et al.,** "Applications, Challenges, And Prospective In Emerging Body Area Networking Technologies", IEEE Wireless Communications, 2010.
4. **ISO/IEEE11073 - Personal Health Devices standard (X73PHD).** Health Informatics. [P11073-00103. Technical report-Overview] [P11073-104zz. Device specializations] [P11073-20601. Application profile – Optimized exchange protocol]. http://standards.ieee.org. Last visit: 06/13.
5. **I. Martínez et al.,** "Recent Innovative Advances in Telemedicine: Standard-based Designs for Personal Health", Special Issue Advanced Simulation and Innovative Design in Bioengineering. International Journal of Biomedical Engineering and Technology IJBET, vol. 5 (2/3), pp. 175-194, 2011.
6. **J. J. P. C. Rodrigues et al.,** "A Survey on IP-based Wireless Sensor Networks Solutions", International Journal of Communication Systems, Wiley, ISSN: 1074-5351, vol. 23, no. 8, pp. 963-981, 2010.
7. **A. Marcus et al.,** "Using NFC-Enabled Mobile Phones for Public Health in Developing Countries", International Workshop on Near Field Communication. IEEE Computer Society, pp. 30-35, 2009.



Nuevas Técnicas de Diagnóstico. Desde Patología Digital hasta la Microscopía en Vivo

Marcial García Rojo
Servicio de Anatomía Patológica. Hospital General Universitario de Ciudad Real

La imagen microscópica diagnóstica está sufriendo cambios muy significativos, entre los que destacamos, en ese trabajo, la patología digital, la imagen multiespectral y la microscopía en vivo. La patología digital es la integración de datos e imágenes de forma interoperable en un servicio de anatomía patológica. En este entorno integrado el sistema de información de anatomía patológica ha de integrar datos de múltiples fuentes internos y externos, y múltiples fuentes de imagen, entre las que destacan las preparaciones digitales por su gran tamaño y su reciente disponibilidad en entornos asistenciales, permitiendo un uso más generalizado de software de análisis de imagen automatizado o de ayuda al diagnóstico. La imagen multiespectral tiene múltiples aplicaciones tanto en fluorescencia, para analizar múltiples señales o biomarcadores simultáneamente, sobre todo, combinada con nanotecnología (quantum dots o nanosondas), como en campo claro, para generar tinciones digitales. Por último, existen diversas técnicas de microscopía en vivo, como la tomografía óptica de coherencia o la microscopía láser confocal, que producen imágenes en tonos de grises de gran resolución microscópica y que en un futuro muy próximo, si son interpretadas por patólogos, ayudarán a reducir el número de biopsias y mejorará la calidad de los diagnósticos anatomopatológicos, al acercar los servicios de anatomía patológica al paciente.

INTRODUCCIÓN

Los avances más recientes en imagen microscópica permiten mejorar la atención al paciente ofreciendo una mejor calidad diagnóstica y una evaluación microscópica más rápida, evitando errores, como no revisar áreas de interés o fragmentos pequeños de la preparación histológica; aplicando un análisis de imagen automatizado, que puede ayudar a convertir un trabajo manual en un proceso más objetivo y más reproducible en ciertas tareas; y, finalmente, integrando información: clínica, molecular, morfológica, y datos obtenidos de análisis imagen (patología de sistemas).

ANTECEDENTES HISTÓRICOS

La microscopía moderna se basa en los trabajos de Ernst Abbe, que en 1873 describió la resolución de los microscopios. La unión entre microscopía y sistemas electrónicos comenzó apenas diez años después, cuando Paul Nipkow también en Alemania, consiguió convertir la imagen óptica bidimensional en impulso eléctrico. Pero la imagen microscópica necesita recoge información tridimensional, por ello fueron fundamentales los estudios de Linfoot y Wolf que, a mediados del siglo pasado estudiaron los parámetros que permiten mejorar la resolución axial (en el eje Z) en microscopía. En esta misma



Figura 1. Calculadora programable WANG 720-C. Fue utilizada en 1978 para escanear preparaciones en citogenética. (Fuente: IT History Society. http://www.ithistory.org/hardware/hardware-detail.php?recordID=2472)

época tuvo lugar el desarrollo del microscopio con sistema óptico confocal de barrido por Marvin Minsky, en EEUU. En 1983, Åslund dio a conocer el microscopio láser confocal de barrido.

Los precursores de los actuales sistemas de escaneado de preparaciones en patología, para crear preparaciones digitales fueron desarrollados en citogenética, incluso antes de la existencia del ordenador personal. El Dr. Máximo E. Drets Nicolini fue el autor de una de los primeros sistemas de microfotometría basado en el escaneado de preparaciones en 1978. El sistema se llamaba Bandscan y consistía en una calculadora programable WANG 720-C (figura 1) conectada a un sistema de microfotometría Zeiss [1]. Este sistema fue utilizado para encontrar metafases y para encontrar bandas G en cromosomas humanos.

En 1994 fue descrito por primera vez un escáner de imagen en microscopía de fluorescencia que utilizaba la técnica de integración de retardo temporal (time delayed-integration, TDI) acoplado a un microscopio Nikon Diaphot de epi-iluminación y una cámara Photometrics serie 200, acoplados a un ordenador Sun 4/260 [2]. Este equipo permitía escanear una preparación en 25 minutos, obteniendo unos 700 Mpíxeles de información.

En campo claro, el grupo de Joe Saltz fue pionero en 1997 en el desarrollo de un sistema de escaneado completo de imagen microscópica en color utilizando un microscopio robotizado [3]. En esta época, en la Universidad de Alabama, comenzaron los ensayos de telepatología basados en preparaciones digitales en vez de utilizar sistemas de telepatología dinámica basados en la transmisión de vídeo y el control remoto de microscopios robotizados. La primera generación de productos comerciales de escáneres de preparaciones para campo claro fue desarrollada en 2000 conjuntamente por la empresa Interscope Technologies y el Hospital de la Universidad de Pittsburg.

Patología digital

Definimos patología digital como la integración de datos e imágenes de forma interoperable en un servicio de anatomía patológica. La patología digital no tiene como objetivo crear un entorno sin papeles sino mejorar la eficiencia en el uso de toda la información (texto e imágenes) que recibe o se genera durante la actividad de anatomía patológica, ya sea con fines asistenciales, control de calidad, docente y formación continuada o investigación. Se trata de un reto, en el que el centro de este entorno integrado es el sistema de información de anatomía patológica, en el cual debe integrarse datos de múltiples fuentes (historia clínica, teñidores automáticos, sistema de trazabilidad) y múltiples modalidades de imagen (imagen macroscópica, imagen microscópica estática de campo claro o de fluorescencia, preparaciones digitales, imagen molecular).

El término telepatología (o telecitología) se utiliza cuando los datos y las imágenes han de ser transmitidos a distancia, pero se basa en la misma tecnología aplicada en patología digital.

Una preparación digital es el producto de digitalización parcial o completa de una preparación histológica o citológica, de la que realiza una copia que puede ser visualizada, transmitida, manipulada y analizada. No se considera una preparación digital la imagen que contiene un solo campo microscópico, siendo necesario que la imagen contenga múltiples campos adyacentes que supongan una parte representativa de toda la preparación, de forma que permita navegar por la misma, tanto en los ejes x-y como simulando el uso de diferentes aumentos microscópicos.

La complejidad de la imagen digital en patología se debe a diversos factores. Por una parte, la imagen está centrada en la muestra, a diferencia de otras imágenes médicas, como la radiológica o la dermatológica, que está centrada en el paciente. Esto hizo necesario disponer de un nuevo suplemento (122) en la norma Imagen Digital y Comunicación en Medicina (DICOM). Se necesita integrar múltiples modalidades, muy diferentes entre sí, que van desde la imagen macroscópica hasta la imagen molecular. Por otra parte, el número de imágenes que se generan en un servicio de anatomía patológica es muy elevado. Con un equipamiento adecuado, un servicio de anatomía patológica de unas 500 camas puede generar anualmente unas 30.000 fotografías y unas 70.000 preparaciones digitales. Las preparaciones digitales son imágenes de gran tamaño (500 MB a 2 GB cada una) y no existe aún un formato normalizado para las mismas, aunque el suplemento 145 de DICOM ya ha definido una norma para su almacenamiento en repositorios centrales de almacenamiento y comunicación de imágenes (PACS) y transmisión.

Tras una fase de entrenamiento, que puede durar varios meses, las preparaciones digitales permiten más calidad en el diagnóstico y una evaluación microscópica más rápida. En el Hospital General Universitario de Ciudad Real se digitalizan anualmente unas 2.000 preparaciones. Los principales usos de las preparaciones digitales en nuestro entorno son

asistenciales, ya sea para medir determinadas características lesionales (espesor de tumor en melanoma, distinguir entre micrometástasis
de células tumorales aisladas en ganglios centinelas, contar glomérulos esclerosados
en biopsias renales), para compartir las imágenes en sesiones clinicopatológicas o consultas de segunda opinión.

Además, las preparaciones digitales permiten aplicar a la imagen microscópica sistemas automatizados de análisis de imagen de ayuda al diagnóstico por ordenador. Las principales aplicaciones desarrolladas están enfocadas a la cuantificación de inmunohistoquímica (biomarcadores) tanto en anticuerpos de membrana como nuclear y, de forma más limitada, para evaluar expresión citoplasmática. Los controles de calidad de técnicas inmunohistoquímicas también se basan en la evaluación de preparaciones digitales, lo que evita el trasiego de preparaciones entre múltiples centros. También se dispone de algoritmos para evaluación automatizada de hibridación in situ por fluorescencia (FISH) o de matrices de tejidos (TMA).

En cuanto al diagnóstico asistido por ordenador, los sistemas actuales de cribado automatizado en citología ginecológica no se basan en preparaciones digitales sino en capturar fotografías de los campos microscópicos más representativos. Es previsible que en futuro próximo, estos sistemas también estén basados en preparaciones digitales. En histopatología ya se han desarrollado algoritmos que ayuda a la detección de áreas tumorales en cáncer de próstata (p. ej. NEC e-Pathologist sistema de ayuda al diagnóstico de cáncer, http://www.nec.com/global/prod/epathologist/) o a localizar enfermedad mínima residual en leucemias y linfomas.

Por último, hay algunos trabajos preliminares en reconstrucción volumétrica 3D en microscopía de campo claro, pero aún están limitados por la calidad de la microtomía, que sigue siendo un proceso manual. La aparición de sistemas de microtomía automatizada permitirá un avanza significativo en la imagen tridimensional en microscopía de campo claro.

Las preparaciones digitales facilitan la creación de redes de diagnóstico clínico-patológico, en las que la organización de los servicios asistenciales y los servicios de diagnóstico de anatomía patológica no tienen por qué seguir los esquemas clásicos de concentración en un mismo entorno hospitalario. En todo caso, es fundamental la comunicación entre el médico que asiste al paciente y el patólogo. Las sesiones clínicas usando preparaciones digitales y la videoconferencia son más prácticas y eficientes para la toma de decisiones terapéuticas y la planificación de tratamientos que las actuales reuniones físicas de comités de tumores. Disponer de todo el contexto microscópico, gracias a la digitalización completa de la preparación, permite que los clínicos entiendan mejor cómo es el comportamiento biológico de un tumor, cómo se valoran los márgenes de un tumor o la fibrosis en biopsias hepáticas, por mencionar algunos ejemplos.

Imagen microscópica multiespectral

Los sistemas de microscopía digital deben mejorar su capacidad para generar o simular luz polarizada y fluorescencia. En el primer caso, la luz polarizada es esencial en el estudio de amiloidosis, para la tinción con rojo congo de secciones tisulares, que permite detectar dónde se localiza el depósito amiloide, que adquiere una coloración anaranjada con esta tinción. Sin embargo para poder diagnosticar un depósito de sustancia amiloide, es necesario someter a la preparación a luz polarizada para obtener la característica birrefringencia de color verde de la sustancia amiloide. En un futuro próximo, los escáneres de preparaciones serán capaces de incorporar filtros de polarización o de recoger imagen multiespectral que permita simular el comportamiento de los filtros de polarización.

En microscopía de fluorescencia convencional de epi-iluminación es necesario mejorar la resolución de la imagen microscópica y disminuir el agotamiento de la señal fluorescente. Para ello, la nanotecnología permite acoplar anticuerpos a quantum dots y a nanosondas, permitiendo obtener señales fluorescentes más intensas, con canales de colores mejor separados, que permiten combinar múltiples señales, siendo posible detectar múltiples proteínas o genes simultáneamente, lo que supone un significativo ahorro de costes de reactivos y de tiempo de realización de las técnicas.

La existencia de múltiples señales combinadas (multiplexación) en una imagen microscópica requiere, para su interpretación adecuada, una perfecta separación de cada señal, que el ojo humano no es capaz de realizar. Para ello, los mejores resultados se obtienen mediante imagen multiespectral, es decir, sustituyendo las cámaras RGB convencionales por cámaras multiespectrales que son capaces de recoger una serie de 3 a 20 imágenes, desde el azul hasta el rojo (p. ej. 420–700 nm) en el espectro de luz. En imagen multiespectral se utilizan más de tres filtros de banda estrecha (en cámaras RGB se usan 3 filtros de banda ancha) y

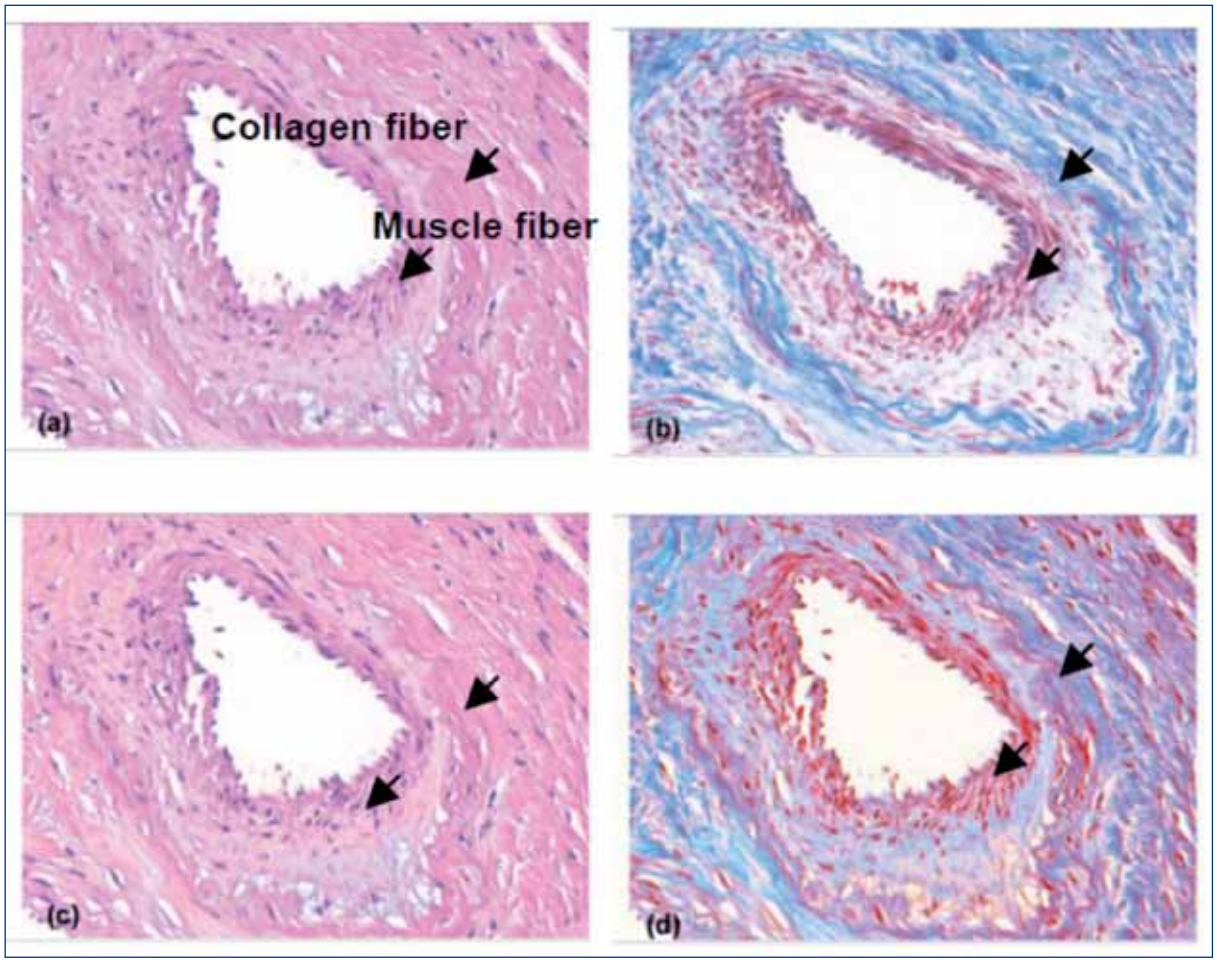


Figura 2. Tinción digital de tejidos. (a) Tejido original teñido de forma convencional con hematoxilina y eosina (HE); (b) Tricrómico de Masson convencional; (c) Imagen de HE obtenida digitalmente; (d) Tricrómico de Masson producido digitalmente a partir de la imagen de HE (Fuente: [4]).

se captura información que no es visible al ojo humano. La imagen multiespectral no sólo permite separar múltiples fluorórofos o señales en microscopía de fluorescencia, también puede ser utilizada en campo claro, en secciones tisulares sin teñir, de forma que tras aplicar técnicas de refuerzo y transformación espectral, podemos obtener una tinción simulada de hematoxilina-eosina (la más utilizada en anatomía patológica) o de tricrómico de Masson (la más utilizada para evaluar fibrosis en cualquier órgano) (figura 2) [4]. El refuerzo espectral permite mejorar la separación de estructuras tisulares que tienen atributos colorimétricos similares, mientras que el proceso de transformación lineal convierte el espectro aumentado en su configuración espectral de destino y produce las imágenes "teñidas" digitalmente.

La sección de tejido sometida a imagen multiespectral no está teñida y podemos convertirla a una imagen equivalente a HE o a Masson, según sea necesario. Esto su podría un ahorro en tiempo, reactivos y en tejido (una sola sección puede visualizarse con múltiples "tinciones digitales"), además de permitir una evaluación instantánea de los tejidos, sin tener que espesar el proceso de tinción convencional, lo que permitiría un diagnóstico histopatológico mucho más rápido.

Aún es necesario mejorar el sistema de tinción digital con imagen multiespectral, sobre todo para algunas tinciones como el tricrómicro de Masson, pues aún no se ha conseguido una separación perfecta entre fibras de colágeno y fibras musculares.

Microscopía en vivo

El desarrollo de métodos diagnósticos cada vez menos invasivos para poder obtener cada vez mejor rendimiento con el menos daño posible para el paciente, ha dado lugar a desarrollar técnicas de imagen médica de resolución microscópica que tiene como fin realizar sólo las biopsias en lesiones y lugares que realmente son sospechosas de lesión. Estas técnicas se engloban bajo el término de "biopsias ópticas en vivo", ya que permiten obte-

ner imágenes con una resolución similar a la que se utiliza al estudiar las biopsias bajo el microscopio. Las técnicas actualmente más utilizadas son dos: la tomografía óptica de coherencia y la microscopía láser confocal. En todas ellas, es necesaria la interpretación por parte de un patólogo, para poder explotar adecuadamente toda la información que recogen estas imágenes.

La tomografía óptica de coherencia (OCT) es ampliamente utilizada en oftalmología. Se basa en el uso de longitudes mayores (casi infrarrojo) y analizando la reflectancia tisular. Permite obtener una resolución de 5 micras y alcanza una profundidad 2-3 mm. Dos de las principales ventajas de esta técnica es poder proporcionar datos volumétricos y recoger imágenes en movimiento o serie de imágenes en el tiempo. En la literatura, ha sido utilizada para valorar márgenes o grados de tumores [5] o macrófagos en placas de ateroma. Dada su buena resolución, que permite ver hasta gránulos citoplasmáticos, en algunas patologías (p. ej. estudio de placas de ateroma en coronarias o estudios de retina) puede sustituir a los estudios histopatológicos en lugares no biopsiables o identificar áreas que deben biopsiarse [6]. Pero las técnicas OCT, actualmente, tienen dos grandes desventajas: son imágenes en tonos de grises y tienen escasa penetración tisular.

La microscopía en vivo mediante microscopía láser confocal (de barrido) consiste en capturar imágenes enfocadas en un plano (secciones horizontales) (tras administración de fluoresceína sódica intravenoso). Permite alcanzar resoluciones de hasta 0,5 µm lateral y 5 µm en eje axial, pero la microscopía láser confocal tiene algunos inconvenientes, como su escasa penetración (unas 300 µm), que las imágenes sea en blanco y negro y que actualmente ofrezca escaso detalle nuclear con los marcadores vitales utilizados. A pesar de estos inconvenientes, ya han comenzado diversos estudios para su utilización en la práctica clínica y tiene algunas ventajas adicionales respecto a la microscopía convencional como permitir la reconstrucción 3D y disponer de imagen molecular usando diversos marcadores. Se ha usado en enfermedades de piel, tracto gastrointestinal, globo ocular y pulmón. Existen algunas variantes de la microscopía láser confocal: de reflectancia, imagen de perfusión láser doppler y la endomicroscopía láser confocal de sondas (pCLE).

La figura 3 muestra un esófago de Barrett, una enfermedad de la unión gastroesofágica en la que en epitelio normal del esófago (epitelio escamoso, plano poliestratificado) es reemplazado por un epitelio cilíndrico simple más similar el de la mucosa gástrica. El esófago de Barrett sin displasia muestra una superficie de aspecto velloso, revestido por células altas entre las que se aprecian algunas células calicifomes (más oscuras) (figura 2A). Cuando el esófago de Barrett se complica con displasia epitelial de alto grado o cáncer (figura 2B), se aprecia una pérdida de la arquitectura (ya no se identifican vellosidades o pliegues regulares), las células son más oscuras y dejan de estar dispuestas ordenadamente en la capa epitelial superficial [7].

Para obtener estas imágenes, un escáner láser miniaturizado se integra en el extremo distal de un

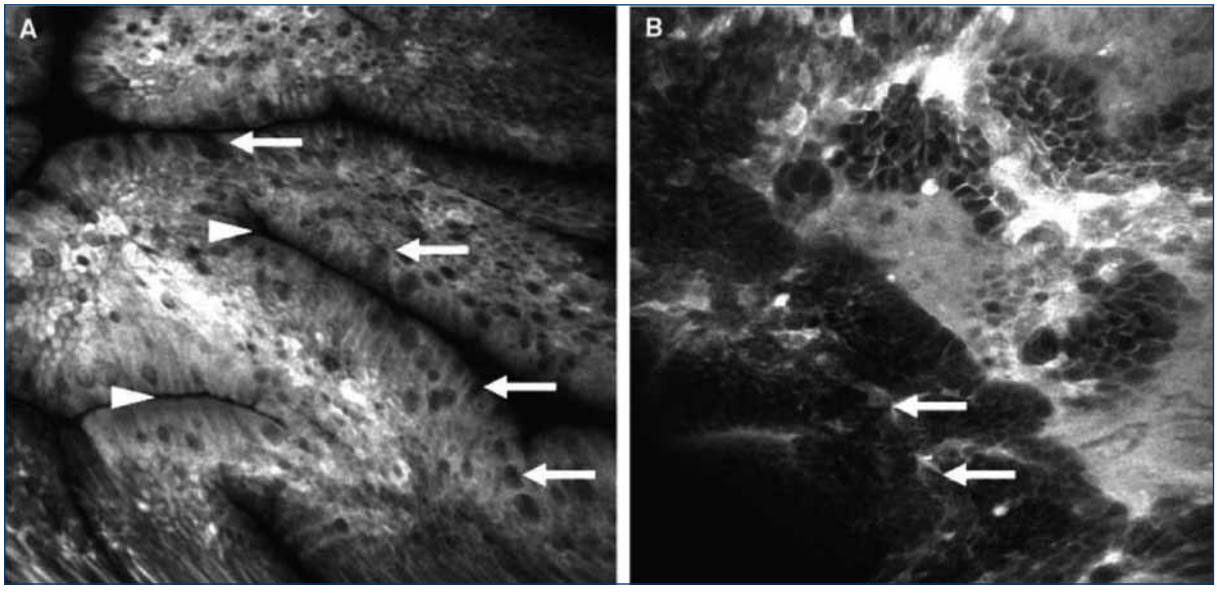


Figura 3. Esófago de Barrett. A. Mucosa sin displasia epitelial, con presencia de algunas células caliciformes (flechas), indicativo de metaplasia intestinal. B. Mucosa con displasia epitelial de alto grado o carcinoma in situ (Fuente: [7]).

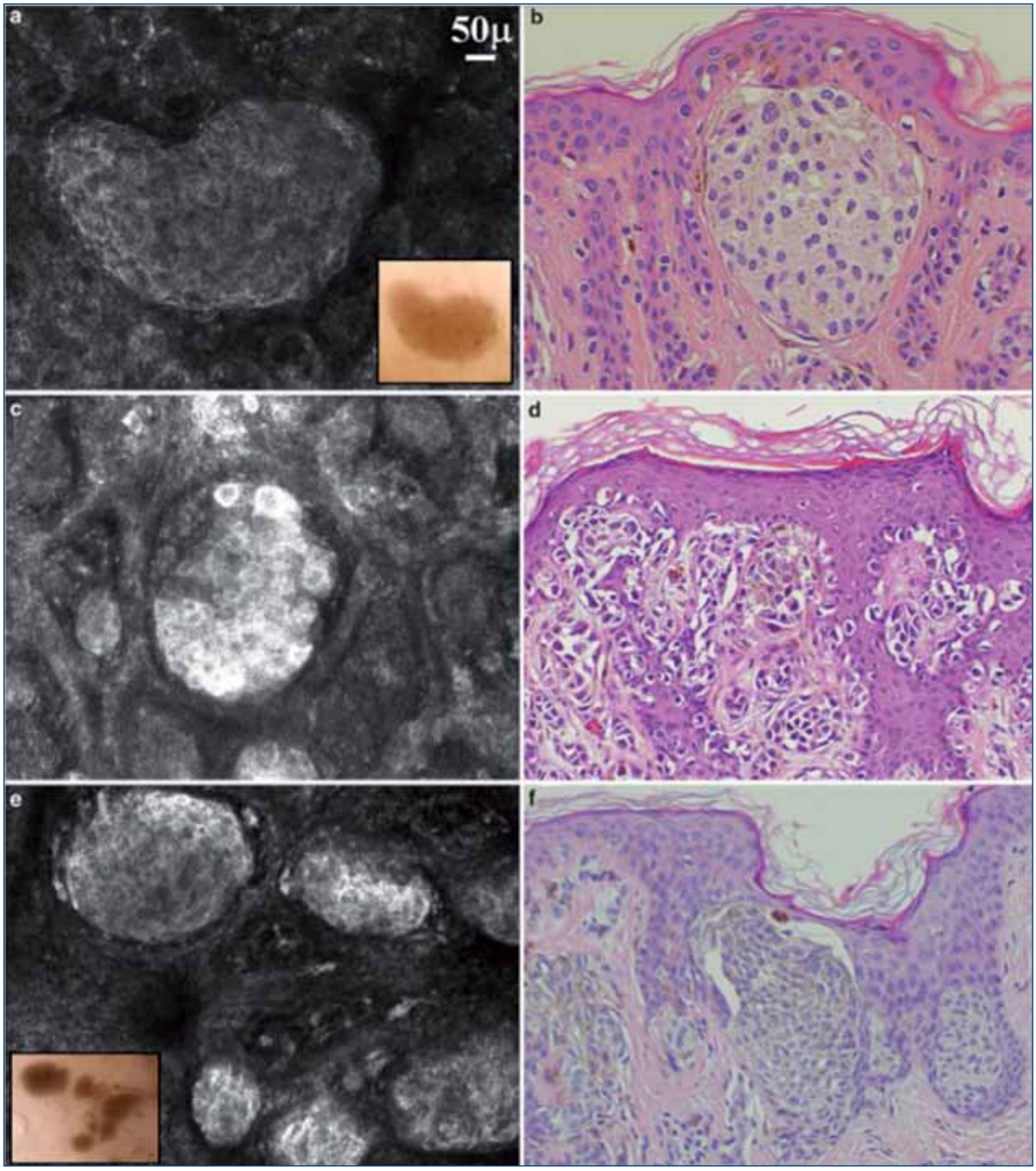


Figura 4. Microscopía confocal láser de reflectancia en lesiones melanocíticas de la piel (Fuente: [8]).

colonoscopio convencional, de forma que la fibra óptica con láser de estado sólido conectada al endoscopio emite una luz láser azul de 488 nm de longitud de onda de excitación. Un sistema de lentes en el escáner enfoca la luz reflejada sólo de la zona de interés y el campo microscópico escaneado origina una señal digital que se transforma en una imagen en tonos de grises en 2 dimensiones, equivalente a un área de 475x475 micrómetros. Durante el estudio endoscópico, se realizan 1,6 tomas/s (512x1024 píxeles) o 0,8 tomas/s (1024x1024 píxeles), aproximadamente, a un aumento de 1000x. Este sistema permite que el espesor de cada toma sea de 7 micrómetros y la resolución espacial es de 0,7 micras. En el eje z (profundidad), el sistema alcanza desde la superficie hasta 250 micras, es decir alcanza la capa mucosa, pero no la submucosa en el tracto gastrointestinal. En estudios endoscópicos

se usa fluoresceína sódica pues es raro que origine alergias. Este agente marca células y estructuras subcelulares (pero no núcleos), tejido conectivo y vasos. Otras alternativas de tinción que se están estudiando son la acriflavina tópica, que permite teñir núcleo, pero no hay un estudio profundo que permita descartar un posible efecto mutagénico, y el violeta de cresilo [7].

En dermatología, existen algunas alternativas a la biopsia, no invasivas y en tiempo real, para el estudio de cáncer cutáneo, como son la dermatoscopia, la epiluminiscencia digital, la ultrasonografía de alta frecuencia, la tomografía de coherencia óptica y la microscopía confocal de reflectancia. Esta última, es la única que proporciona información en un plano horizontal, no requiere teñir tejidos y permite alcanzar 1 micra de resolución, por lo está teniendo bastante éxito en dermatología [8] [9].

En conclusión, la microscopía en vivo proporciona datos adicionales a los obtenidos por métodos histológicos, como datos volumétricos y de tiempo o flujo. Su utilización debe ser contar con la interpretación de patólogos. No es posible realizar diagnósticos tisulares fiables si no son realizados por especialistas en anatomía patológica, independientemente del tipo de imagen (microscopio convencional, preparación digital o microscopia en vivo).

EL FUTURO EN PATOLOGÍA DIGITAL

Los escáneres de preparaciones se convertirán en un accesorio más del laboratorio del servicio de anatomía patológica y se acoplarán a teñidores e immunoteñidores. Además, los controles de calidad de técnicas convencionales e inmunohistoquímicas se realizarán automáticamente una vez realizada la técnica, cuando la preparación aún se encuentra dentro del "teñidor-escáner", de forma que si esa preparación no cumple los mínimos requisitos de calidad, no será entregada al patólogo o al citotécnico.

Es posible que la microscopía en vivo se adopte de forma generalizada dentro de 5 años, acercando más la especialidad de anatomía patológica al paciente, sobre todo en dermatología y en patología del aparato digestivo. Para ello, la solución adoptada en algunos centros es enviar la imagen de microscopía en vivo al servicio de anatomía patológica, para su interpretación en tiempo real y ayudar al endoscopista o al dermatólogo a seleccionar las zonas donde debe tomarse una biopsia, si es que ésta fuese necesaria. La toma de biopsia seguirá siendo necesaria durante muchos años, aunque su objetivo cada vez irá más orientada a la selección adecuada de tratamiento o evaluación pronóstica, además de ofrecer un diagnóstico morfológico lo más preciso posible.

BIBLIOGRAFÍA

1. **Drets, M.E., 1978.** BANDSCAN-a computer program for on-line linear scanning of human banded chromosomes. Comput. Programs Biomed., 8: 283-294.
2. **Netten H, van Vliet L, Boddeke FR, de Jong P, Young IT.** A fast scanner for fluorescence microscopy using a 2-D CCD and time delayed integration. Bioimaging 1994: 2 (4): 184-192. Available at: http://homepage.tudelft.nl/e3q6n/publications/1994/BioIm94HNLVea/BioIm1994HNLVFBPJTY.pdf
3. **Ferreira R, Moon B, Humphries J, Sussman A, Saltz J, Miller R, Demarzo A** (1997) The virtual microscope. Proc AMIA Annu Fall Symp 449–453. Available in: ftp://ftp.cs.umd.edu/pub/hpsl/papers/papers-pdf/amia97.pdf
4. **Maristela L Onozato, Stephen Hammond, Mark Merren, Yukako Yagi.** Evaluation of a completely automated tissue-sectioning machine for paraffin blocks. Journal of Clinical Pathology 2013 Feb;66(2):151-4.
5. **Chun YS, Vauthey JN, Boonsirikamchai P, Maru DM, Kopetz S, Palavecino M, Curley SA, Abdalla EK, Kaur H, Charnsangavej C, Loyer EM.** Association of computed tomography morphologic criteria with pathologic response and survival in patients treated with bevacizumab for colorectal liver metastases. JAMA. 2009 Dec 2;302(21):2338-44.
6. **Liu L, Gardecki JA, Nadkarni SK, Toussaint JD, Yagi Y, Bouma BE, Tearney GJ.** Imaging the subcellular structure of human coronary atherosclerosis using micro-optical coherence tomography. Nat Med. 2011 Jul 10;17(8):1010-4.
7. **Goetz M, Kiesslich R.** Confocal endomicroscopy: In vivo diagnosis of neoplastic lesions of the gastrointestinal tract. Anticancer Research 2008; 28: 353-360.
8. **Pellacani G, Cesinaro AM, Seidenari S.** In vivo assessment of melanocytic nests in nevi and melanomas by reflectance confocal microscopy. Modern Pathology 2005; 18: 469–474.
9. **Hofmann-Wellenhof R. et al.** (eds). Reflectance Confocal Microscopy for Skin Diseases. Springer:2012.ISBN 978-3-642-21997-9.

Entornos Modulares Open-Source para el Soporte de Nuevos Servicios de m-Salud

Mario Pascual Carrasco, Santiago Pérez de la Cámara, José Luis García Pacheco, Roberto Álvarez Sánchez, José Alejandro Pozo Peralta

Unidad de Investigación en Telemedicina y e-Salud. Instituto de Salud "Carlos III"

El término m-Salud (m-Health, mobile Health) se refiere a la utilización de tecnologías y redes de comunicaciones inalámbricas como soporte de los servicios de salud (1). Específicamente, implica la utilización de todo tipo de dispositivos con capacidad de comunicación inalámbrica: teléfonos móviles, equipos de monitorización, asistentes personales digitales, GPS, etc.

INTRODUCCIÓN

Bajo el paraguas de la e-Salud, la m-Salud constituye actualmente la clave en la implementación de nuevos servicios ubicuos de provisión asistencial dirigidos a mejorar de la condición física, salud y bienestar, y la gestión de enfermedades. La encuesta global realizada en 2011 por Observatorio Global para la e-Salud (GOE) de la organización Mundial de la Salud (1) puso de manifiesto que de los 114 países consultados, en el 83% era actualmente ofertado al menos un servicio de m-Salud y en la mayor parte hasta seis. Actualmente, los países de renta alta son los que manifiestan mayor actividad en este campo: mayor en Europa y la menor en la región africana. No obstante, la m-Salud se consolida en los países de rentas medias-bajas como una estrategia complementaria de refuerzo a los sistemas sanitarios para alcanzar los objetivos de desarrollo del milenio, imponiéndose como paradigma de referencia para abordar los retos sanitarios de su población.

Este trabajo describe los elementos impulsores más relevantes de la m-Salud que habilitan la posibilidad de abordar despliegues sostenibles a mayor escala. El escalado requiere llevar a cabo planificaciones de sostenibilidad a largo plazo y, entre los factores determinantes, las plataformas tecnológicas de soporte a los servicios de m-Salud constituyen un elemento central. Se propone un modelo de arquitectura modular abierta y escalable, basada en componentes open-source y normas que, intrínsecamente, aporta beneficios no solamente en despliegues en producción sino en entornos de investigación e innovación, facilitando las traslaciones entre ambos y la sostenibilidad de las soluciones. Finalmente, se describe la plataforma PITES como ejemplificación de la arquitectura propuesta.

Factores de impulso en la m-Salud

Desde sus orígenes a finales de la década de los noventa, el desarrollo de la m-Salud está siendo impulsado fundamentalmente por cuatro factores que configuran sus condiciones de contorno: el desarrollo de las tecnologías de comunicaciones digitales inalámbricas; un escenario global dominado por las comunicaciones móviles; los avances en terminales inteligentes y el desarrollo de aplicaciones móviles; y los nuevos dispositivos de monitorización biomédica de uso personal/domiciliario.

- Desarrollo de las tecnologías de comunicaciones digitales inalámbricas

  Durante la última década, el desarrollo de las tecnologías de comunicaciones digitales inalámbricas ha sido extraordinario adquiriendo una gran diversidad en relación a alcance y capacidad de transmisión de información. Tecnologías de corto alcance como RFID, ISM, Zigbee, Bluetooth, UWB, orientadas fundamentalmente a interconexión de dispositivos, identificación y localización; o tecnologías como WIFI, LMDS, WIMAX, y las celulares digitales GSM/CDMA, 3G, 4G, orientadas a la interconexión de dispositivos a redes para comunicaciones a larga distancia, acceso a redes de datos multimedia, fundamentalmente Internet. Este desarrollo se está llevando a cabo en un marco progresivamente más normalizado y de convergencia tecnológica para la provisión de servicios sobre redes IP.
- Escenario global dominado por las comunicaciones móviles

  Las tecnologías de comunicaciones inalámbricas han calado y han sido adoptadas por la sociedad a todos los niveles a una velocidad igualmente extraordinaria. Según la GSM Association, la cobertura de señal inalámbrica se extiende al 85% de la población mundial, más allá del alcance de la

red eléctrica doméstica o del acceso a Internet fijo. Datos recientes (2), muestran que a finales de 2012 había 6.800 millones de subscriptores de telefonía móvil, cantidad equivalente al 96% de la población mundial, con una penetración del 128,2% en países desarrollados y del 89,4% en países en vías de desarrollo. Los países en vías de desarrollo suponen actualmente el mayor foco de crecimiento de mercado, acumulando el 76,6% del total de subscripciones, con 6 países en el grupo de 10 con más de 100 millones de subscriptores.

A estos dos primeros factores hay que añadir dos más de carácter reciente:

- Los avances en terminales inteligentes y el desarrollo de aplicaciones móviles (app)

  Los actuales terminales inteligentes (fundamentalmente tablets y smartphones), son dispositivos de uso personal, portables, conexión de datos permanente, acceso a Internet y servicios asociados, convergencia de múltiples canales de información (voz, texto, imagen, vídeo, Internet), integración nativa de sensores (GPS, acelerómetros, cámaras, etc.). Estas características hacen que el ciudadano/ consumidor/ paciente tenga "a priori" capacidad de acceso a servicios digitales multimedia y con un dispositivo propio con el que ya está familiarizado. La estimación actual es que los smartphones superarán a los terminales tradicionales en 2016 (tasa de crecimiento anual del 18%), mientras que los PC/notebook serán superados en 2014 por dispositivos tablet (tasa de crecimiento anual del 35%). El acceso a la web desde smartphone y tablet superará durante 2013 al acceso realizado desde PC/notebook.

  Gran parte del éxito de estos dispositivos es debido a la posibilidad de generar nuevas aplicaciones nativas (app) por potencialmente cualquier desarrollador de software y ponerlas a disposición de millones de consumidores en tiendas on-line a un coste muy reducido o de forma gratuita. El desarrollo de app constituye actualmente un nuevo mercado emergente que en 2012 generó más de 11.000 millones de euros; 1.200 millones de usuarios usaron apps con una tasa de crecimiento anual del 29,8%. Las plataformas dominantes actualmente en este campo, Android (68,8%) e IOS (18,8%), ponen a disposición de la comunidad de desarrolladores herramientas de desarrollo y de publicación, respectivamente Google Play y App Store, que acumulan conjuntamente más de 850.000 apps en categorías muy diversas (juegos, productividad, redes sociales, fotografía, música, etc.). Entre estas categorías, existe la referida a gestión de la salud, mejora de condición física y bienestar respecto a la que (según datos de 2012), App Store y Google Play ofertarían aproximadamente de 13.600 y 10.000 apps, respectivamente.

- Los nuevos dispositivos de monitorización biomédica de uso personal y domiciliario

  Otro factor de impulso lo están conformando la gran cantidad de dispositivos médicos de monitorización orientados al uso personal/ doméstico. Estos dispositivos con capacidades de monitorización de parámetros biomédicos (signos y señales vitales, biosensores), subjetivos (cuestionarios), actividad de la vida diaria, ambientales, son una pieza fundamental para el despliegue de nuevos servicios asistenciales de carácter preventivo o terapéutico, basados en la autogestión. Estos dispositivos, con cada vez más frecuencia, incorporan capacidades inalámbricas y ajustan sus funcionalidades a normas internacionales (por ejemplo, ISO/ IEEE 1073), y progresivamente, su implementación pone en consideración al ecosistema de la m-Salud, más allá del propio dispositivo.

Retos y factores de sostenibilidad en la m-Salud

Aunque se encuentra en una fase temprana de desarrollo, la potencia de los factores impulsores sitúa a la m-Salud en un punto de inflexión que la convierte en un componente clave en las nuevas estrategias de provisión ubicua de servicios de salud. Independientemente del nivel de desarrollo de un país, entre las personas que habían quedado al margen por la brecha digital, en el momento actual, miles de millones de ciudadanos tienen a su alcance una tecnología fiable con la que están familiarizados y que potencialmente les habilita para el acceso a servicios de m-Salud.

No obstante, la m-salud se enfrenta a diversas barreras entre las que destacarían: la escasa información correspondiente a las mejores prácticas/ iniciativas, lecciones aprendidas, evaluaciones, recomendaciones y análisis de coste-efectividad; la falta de soporte en el desarrollo estrategias de despliegue y evaluación de programas con indicadores precisos; y la carencia de guías relacionadas con aspectos de seguridad y privacidad de la información en comunicaciones móviles para la salud. Estos factores ocasionan: conflictos de prioridad en materia de salud (manifestado por el 53% de los estados, según encuesta GOE); y una retracción de iniciativas en el resto de componentes de la cadena de valor, especialmente proveedores de equipamiento, desarrolladores de soluciones/ aplicaciones, opera-

dores de plataformas y sanitarios. En ambos casos se dificulta el desarrollo y extensión de la m-salud; de hecho 2/3 partes de los programas de m-Salud están actualmente en fase piloto o con un soporte informal. La nueva etapa que debe afrontar la m-Salud implicaría aumentar el foco de sus acciones e incrementar la escala de las intervenciones. En ese escenario es en el que tanto las instituciones como los operadores y proveedores de servicios percibirían los elementos decisivos de incentivación y valor añadido.

En el ecosistema de la m-Salud, son señalados los siguientes componentes como la base para el establecimiento de programas escalables que posibiliten una sostenibilidad a largo plazo (3): el establecimiento de alianzas solventes que establezcan marcos de trabajo sólidos y con continuidad; la accesibilidad y usabilidad de los servicios de m-Salud (sensibilidad a colectivos culturales, étnicos, grupos demográficos para realizar aproximaciones adecuadas); la disponibilidad de marcos de financiación a largo plazo; la integración con las estrategias nacionales de salud; el establecimiento de objetivos medibles que permitan proporcionar evidencia de éxito; la colaboración con organizaciones de m-Salud, que posibilite compartir técnicas, aplicaciones, buenas prácticas. Actualmente, existe un importante número de iniciativas trabajando en estos sentidos con mayor o menor focalización, intensidad, soporte y visibilidad. A título de ejemplo, se señalan algunas de ellas:

- En el ámbito de la evidencia y buenas prácticas, el Centro de Programas de Comunicación de la Escuela de Salud Pública de la Universidad Johns Hopkins junto a la agencia pública estadounidense para el conocimiento en salud K4Health, están desarrollando una base de datos on-line que recogerá toda la evidencia disponible en materia de m-Salud (catalogo, categorización y clasificación de toda la literatura publicada sobre el uso de dispositivos móviles en salud).
- En el sentido regulador y de seguridad, a nivel europeo, cabe reseñar el plan de acción para la salud en línea 2012-2020 (4), que en un capítulo para la m-Salud señala cuestiones relativas a aspectos legales y jurídicos, específicamente el marco regulador y de calificación para las app a través de las directivas asociadas a los dispositivos médicos. Mediante estas normativas, se posibilita la calificación del stand-alone software como medical device (MEDDEV 2.1/6 January 2012) (5). También en este sentido, en julio de 2011, la Administración de Alimentos y Medicamentos de EEUU emitió un proyecto de orientación sobre la reglamentación de las aplicaciones médicas móviles (6).
- En relación a los aspectos de usabilidad, accesibilidad y buenas prácticas, la Comisión Europea ha anunciado la publicación de un Libro Verde en 2014 sobre las aplicaciones de m-Salud, la salud y el bienestar que prestará una atención particular a los aspectos de la calidad y la transparencia en el ámbito de las "apps". También, la Agencia de Calidad para la Salud de Andalucía ha elaborado una serie de recomendaciones (7) dirigidas a todos los colectivos (desarrolladores, profesionales sanitarios y ciudadanía), que pretenden fomentar el buen uso y desarrollo de las aplicaciones móviles de salud. Igualmente, es de esperar que contribuyan a mejorar la usabilidad y accesibilidad de las aplicaciones móviles, el proceso de maduración de HTML5 y la consolidación de normas W3C para interfaces estándar en dispositivos móviles.

  En el ámbito más tecnológico, hay dos elementos que pueden contribuir decisivamente a la escalabilidad de los programas de m-Salud, por su incidencia directa en la contención de costes de desarrollo y mantenimiento de las plataformas tecnológicas: la adopción de estándares de informática de la salud; y el uso de open-source y de arquitecturas abiertas; en ambos casos, recomendaciones del marco europeo de interoperabilidad (e-Europe 2005) y de la OMS para la e-Salud.
- Adopción de estándares de informática de la salud

  La adopción de estándares de informática de la salud constituye un proceso complejo a largo plazo, y un factor crucial para conseguir la escalabilidad e integración de las soluciones y la contención de costes. Las dinámicas actuales del mercado no penalizan el uso de sistemas no interoperables. Los motivos son diversos: desde una falta de orientación/guía y financiación para el uso y cumplimiento de estándares, hasta legítimos intereses de la competencia. Una reducción en el costo de la adopción y adaptación de estándares reduciría la falta de incentivos de mercado, por ejemplo, a través de la definición de guías de implementación, la prestación de asistencia técnica y recursos a nivel nacional e internacional para la selección y adaptación de normas. Al mismo tiempo, la implantación de procesos de certificación, junto a la exigencia de cumplimiento de estándares para obtener concesiones actuaría como factor disuasorio para la adopción de normas.
- Uso de open-source y de arquitecturas abiertas

  Uno de los elementos que favorecería la sosteni-

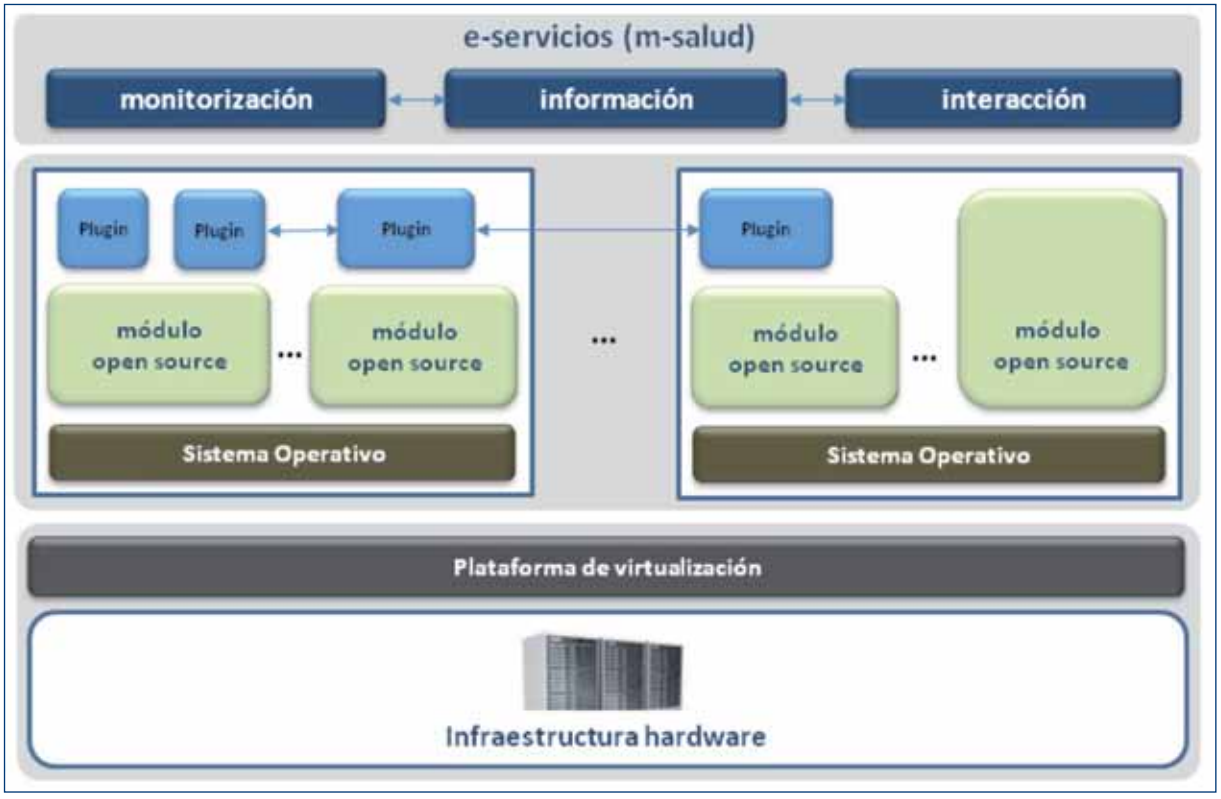
bilidad de los programas m-Salud es la capacidad para ser implementados y mantenidos de forma local o autónoma. Para muchas organizaciones, el software open-source constituye una herramienta para reducir costes (sin licencias progresivas, mayores posibilidades de reutilización, mejores y más directas posibilidades de adaptación de acuerdo a los contextos o condiciones locales, etc.), y disminuir la necesidad de consultores externos. Este hecho es especialmente relevante en los países en desarrollo, donde los desarrolladores de software están siendo formados en software open-source, lo que promociona la autosuficiencia, la innovación y se contempla como una oportunidad real de promoción económica en sus países.

Los desarrollos basados en open-source conllevan de forma intrínseca la implementación de arquitecturas abiertas y modulares, que posibilitan la integración y adaptación de componentes heterogéneos, distribuidos, aportando dinamismo y flexibilidad a las plataformas tecnológicas. Este tipo de arquitecturas abiertas, llevadas a un contexto de investigación colaborativa e innovación, permitirían la incorporación ágil de nuevas funcionalidades, la reutilización de componentes, la incorporación de oportunidades tecnológicas, convirtiendo a las plataformas tecnológicas en "hubs" para la provisión dinámica de servicios fácilmente acoplables/desacoplables. En el mismo sentido, la implementación open-source de los estándares favorecería su uso extendido y adopción.

ENTORNOS MODULARES OPEN-SOURCE

Denominamos entorno modular open-source a una infraestructura software (open-source), soportada en entornos virtualizados, constituida por un ecosistema servicios abiertos y distribuidos de bajo acoplamiento y alta cohesión, integrados mediante plugins específicos y reutilizables, cuyo conjunto conforma un catálogo de funcionalidades bien definidas sobre las que se apoyan los e-servicios. Los entornos modulares permiten la adopción de metodologías de desarrollo de software Lean/Agile altamente eficaces para obtener desarrollos, despliegues y resultados tempranos y abordar cambios de una forma más rápida y menos costosa.

La Figura 1 representa la arquitectura de una plataforma basada en entornos modulares open-source. En la arquitectura se establecen tres niveles: nivel de infraestructura telemática; nivel de entorno modular open-source; y nivel de e-servicios.



Arquitectura del entorno modular open-source

Nivel de infraestructura telemática

El nivel de infraestructura de la plataforma se compone de: infraestructura hardware; y capa de virtualización. Es deseable que la infraestructura hardware proporcione soporte para desplegar de manera solvente entornos virtualizados y sea dimensionada y provista a tal efecto; escalabilidad, robustez, seguridad, mantenibililidad y alta disponibilidad, son parámetros a tener en cuenta en su configuración. La capa de virtualización es el elemento que posibilita el desacoplamiento entre el nivel modular y la infraestructura hardware, proporcionando un primer componente de escalabilidad y flexibilidad, y posibilitando el encapsulamiento y distribución de funcionalidades en máquinas virtuales.

Nivel de entorno modular open-source

El objetivo de la capa modular es establecer un sustrato de servicios reutilizables, distribuidos y compartidos que ofrezcan funcionalidades bien definidas como soporte directo, indirecto o complemento de las requeridas por los e-servicios de tal forma que, operativamente, éstos constituyen una prolongación directa o adaptación de la capa modular.

Los dos componentes principales del entorno modular son: los módulos open-source, como bloques individuales de funcionalidades bien definidas e interfaces abiertos; y los plugins, que actúan como vínculo entre los módulos open-source y/o como extensión o adaptación de funcionalidades hacia los e-servicios. Frecuentemente, los módulos open-source se componen recursivamente de otros módulos e incorporan internamente, forma "nativa", plugins de conexión que pueden estar accesibles a nivel de configuración. En otras ocasiones, es necesario llevar a cabo específicamente el desarrollo de nuevos plugins para enlazar operativamente los módulos y para la adaptación a los requerimientos funcionales del nivel de los e-servicios. Como soporte a los módulos están los sistemas operativos de las respectivas máquinas virtuales desplegadas en la plataforma.

Las categorías de módulos open-source disponibles actualmente son muy diversas, con funcionalidades más o menos específicas, y no excluyentes (un módulo software puede solapar varias). Cabe señalar las siguientes categorías: gestores de contenidos (documentación y multimedia); servicios de directorio (gestión de usuarios, accesos); herramientas de workflow (gestión de flujos de trabajo); herramientas colaborativas (que permiten el traspaso de información entre los usuarios de una forma eficaz); herramientas de interacción síncrona/asíncrona (foros, chat, videconferencia, videollamada, correo electrónico, otras mensajerías); servidores de streaming; gestores de bases de datos; servidores web y de aplicaciones; herramientas de seguridad (anonimización, confidencialidad, criptografía, etc.); sistemas de encuestas; seguridad y monitorización funcional/operativa; gestores de estudios clínicos (cuadernos de recogidas de datos, roles, etc.).

Los criterios establecidos para determinar si un software es válido para formar parte de la capa modular son los siguientes: licencia open-source o disposición de interfaces abiertas y bien definidas (en este último caso actuará como soporte indirecto de los e-servicios); bajo acoplamiento (dependencia mínima de terceras partes); máxima cohesión (funcionalidad concreta y perfectamente definida); escalabilidad vertical (eficiencia en uso de recursos hardware) y horizontal (eficiencia en la instanciación múltiple); calidad contrastada (nivel de uso relevante, actualidad y estabilidad declarada, alta competencia en su ámbito funcional, soporte de comunidades, documentación adecuada, perspectiva estable). Estos criterios de selección son simultáneamente requerimientos de diseño cuando es necesario llevar a nuevos desarrollos.

Nivel e-servicios

El nivel superior se ubican los e-servicios de m-salud, que se construyen sobre el sustrato o red de servicios que establece el nivel modular. Operativamente, los e-servicios constituyen una prolongación directa, indirecta, complemento o adaptación (en la mayor parte de las ocasiones) de los componentes de la capa modular.

Estos e-servicios combinan funcionalidades categorizadas en tres ámbitos: monitorización; información; e interacción. La monitorización se refiere a recabar información objetiva o subjetiva del paciente o su entorno (biomédica, sintomatología, actividad, ubicación, ambiental, etc.). La funcionalidad de (gestión de) información se refiere a la explotación de la información en sentido amplio; información de carácter clínico, contextual, educativo, etc. La interacción se refiere al soporte de las acciones recíprocas entre los actores participantes en el proceso asistencial (pacientes, profesionales de la salud, cuidadores, otras plataformas); fundamentalmente, la interacción se dirige a proporcionar "feedback" (motivación, consejo, aviso, soporte, etc.) y habilitar mecanismos para los encuentros virtuales (en tiempo real o no) entre pacientes y

profesionales de la salud. La extensión e intensidad con las que los e-servicios abarcan estas funcionalidades depende de los tipos de aplicación y de los contextos en los que vayan a ser desplegados.
Como consideración final, hay que señalar que no es una opción quedar al margen de otras plataformas, servicios o dispositivos propietarios, heredados o de terceras partes, que no cumplan con los requerimientos de sistema abierto o de interoperabilidad en base a normas. En esas situaciones, es necesario (de manera convenida con el propietario o fabricante) abordar el desarrollo de "middleware" específico que adapte operativa y funcionalmente dichos sistemas a la plataforma, a nivel del entorno modular (caso deseable) o a nivel del propio e-servicio.

CASO PRÁCTICO: PLATAFORMA TECNOLÓGICA PITES

La plataforma tecnológica PITES es una infraestructura pública cuya finalidad es dar soporte a la investigación colaborativa e innovación tecnológica en el ámbito de los servicios de telemedicina móvil personal dirigidos a la atención a pacientes crónicos y dependientes. La plataforma PITES soporta el despliegue de aplicaciones, servicios y herramientas TIC basadas en estándares abiertos, seguros, accesibles e interoperables.
A nivel de infraestructura telemática, PITES se compone de una red integrada en el Instituto de Salud Carlos III, accesible desde Internet (RedIRIS), compuesta por servidores IBM xSeries, red SAN/NAS redundada (IBM N3600/EXN1000) y sistema de librería backup (IBM System Storage TS3200 Tape Library). La capa de virtualización se implementa a través de Citrix XenServer. Se despliegan máquinas virtuales con sistema operativo LINUX (SUSE, CentOS, Ubuntu).
La capa de módulos open-source está compuesta por: liferay, alfresco (gestor de contenidos y herramientas colaborativas); BigBlueButton (videoconferencia); IVVR-VXI*-i6Net, Asterisk (videollamada y voz interactiva); openfire (servicio de chat); openOffice, imageMagick, xuggler (tratamiento multimedia); openLDAP (Servicios de directorio); mySQL, postgreSQL (gestores de bases de datos); Apache, Tomcat, Axis2 (Servidores web y de aplicaciones); LimeSurvey (sistemas de encuestas); openclinica (gestores de estudios experimentales); Nagios/Cacti (seguridad y monitorización funcional/operativa); OpenSSL, CrypTool (herramientas de seguridad).
Módulos propios desarrollados son: servicio demográfico (gestión de información demográfica en estudios clínicos); servidor de arquetipos ISO/UNE 13606; servicio de aleatorización (para randomización centralizada en estudios experimentales); servicio de extractos ISO/UNE 13606, servicios de anonimización (para información clínica en extractos ISO/UNE 13606); servicio de mensajería (envío de SMS, correo-electrónico, mensajes de voz).
En relación a la vinculación de módulos se han desarrollado plugins de enlace liferay-bigbluebutton (videoconferencia y trabajo colaborativo), liferay-IVVR-VXI* (videollamada), y se está trabajando en el enlace liferay-limeSurbey (encuestas), liferay-openclinica (gestión de EAC), aparte de los enlaces con los módulos de desarrollo propio. Se han adaptado los plugin nativos para enlace de liferay-openfire y liferay-openLDAP.
A nivel de e-servicios, en el marco de proyectos de investigación y de estudios experimentales, la plataforma PITES soporta actualmente varias intervenciones de m-Salud, en el ámbito de la rehabilitación cardiaca, diabetes, EPOC y hospitalización domiciliaria, entre otros, en los que la autogestión es el soporte principal de la acción terapéutica.

CONCLUSIONES

La m-Salud se encuentra actualmente en un punto de inflexión en el que los elementos impulsores no son exclusivamente tecnológicos, sino promovidos desde la misma sociedad. Existen barreras y retos en múltiples ámbitos que se deben superar para conseguir incrementar la escala de las intervenciones, entre ellas, conseguir sostenibilidades a largo plazo. Una de las variables de sostenibilidad la constituyen las plataformas tecnológicas de soporte a los e-servicios. En este sentido, la utilización de open-source y arquitecturas abiertas e interoperables como base de desarrollo e implementación, puede contribuir decisivamente al objetivo de sostenibilidad, aparte de constituir un factor estratégico de innovación.
Basado en estas premisas, se ha descrito un entorno modular open-source que posibilita la constitución de sustratos funcionales adaptables sobre los que pueden ser acoplados los e-servicios, aportando flexibilidad, adaptabilidad, posibilidad de reutilización y contención de costes, no solo en entornos de investigación e innovación, sino también de producción, posibilitando implantaciones progresivas.

Agradecimientos

DGPY1301-08 (2008-2013), Fondos FEDER Tecnológicos, Nodo Central Plataforma en Red para el Desarrollo de la Telemedicina en España. FISPI09-90110 (2010-2013), Plataforma de innovación en nuevos servicios de telemedicina y e-salud para pacientes crónicos y dependientes –PITES. FISPI12/00508 (2013-2015). PITES-ISA: Plataforma de innovación en nuevos servicios de Telemedicina y e-Salud: Definición, diseño y desarrollo de herramientas para interoperabilidad, seguridad del paciente y ayuda a la decisión.

REFERENCIAS

(1) Global Observatory for eHealth (WHO). mHealth: new horizons for health through mobile technologies: second global survey on eHealth (2011). ISBN 978 92 4 156425 0

(2) Global mobile statistics 2013, MobiThinking. URL: http://mobithinking.com/mobile-marketing-tools/latest-mobile-stats (visitado: 2013-06-04).

(3) Vital Wave Consulting. mHealth for Development: The Opportunity of Mobile Technology for Healthcare in the Developing World. Washington, D.C. and Berkshire, UK: UN Foundation-Vodafone Foundation Partnership, 2009

(4) European Commission. eHealth Action Plan 2012-2020 – Innovative healthcare for the 21st century. URL: http://ec.europa.eu/health/ehealth/docs/com_2012_736_es.pdf (visitado: 2013-06-04).

(5) Council DIRECTIVE 93/42/EEC concerning medical devices. URL: http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1993L0042:20071011:en:PDF (visitado: 2013-06-05)

(6) Draft Guidance for Industry and Food and Drug Administration Staff - MobileMedical Applications URL: http://www.fda.gov/medicaldevices/deviceregulationandguidance/guidancedocuments/ucm263280.htm (visitado: 2013-06-09)

(7) Estrategia de calidad y seguridad en aplicaciones médicas de salud. URL: http://www.juntadeandalucia.es/agenciadecalidadsanitaria/calidadappsalud/ (visitado: 2013-06-06)

GE Healthcare

GE presenta Centricity* PACS con Universal Viewer

Donde todo se suma



Centricity PACS con Universal Viewer proporcionan una solución de imagen médica totalmente innovadora e intuitiva que conjuga herramientas de visualización avanzada, incluyendo mamografía, que complementa la historia clínica del paciente con la historia en imagen, superando los silos tradicionales para facilitar un mejor diagnóstico en un entorno colaborativo.

Todo ello en un escritorio unificado, sencillo e intuitivo para proporcionar una solución web diseñada para complementar Centricity PACS y consolidar archivos clínicos independientemente de su fabricante: Universal Viewer, donde la imagen se suma.

Contáctenos en el teléfono 91.663.25.00 o E-mail universal.viewer@ge.com

GE imagination at work

*GE, the GE Monogram, Centricity and imagination at work are trademarks of General Electric Company.
©2013 General Electric Company - All rights reserved.

Apps Sanitarias: Conocimiento y Servicios en el Móvil

Julio Mayol Martínez
Unidad de Innovación, Hospital Clínico San Carlos, Universidad Complutense de Madrid

Lsapps sanitarias son una potente herramientapara transformar el sistema sanitario mediante el avance de la m-Health, pero se están expandiendo en un marco desestructurado, centrado en el usuario y con controles muy limitados.La imparable proliferación de apps hace difícil realizar un balance entre innovación/regulación.Por todo ello, todavía es imposible conocer cual va a ser el impacto real de esta tecnología en los distintos modelos sanitarios.

INTRODUCCION

Martin Cooper, ejecutivo de Motorola, fue la primera persona en realizar una llamada con un teléfono móvil el 3 de Abril de 1973. En 1983, IBM y BellSouth lanzaron el primer smartphone (teléfono inteligente) bajo la marca "Simon", con pantalla táctil que permitía usar correo electrónico y enviar fax.Sin embargo, el gran salto al consumo masivo ocurre en 2007, con el lanzamiento del iPhone de Apple (1). Desde entonces, los smartphones, junto a las tabletas, se han convertido en algo más que una extensión de la telefonía móvil;han sido la tecnología que más profunda y rápidamente ha cambiado la cultura global en los comienzos del siglo XXI.

No cabe duda de que el smartphonepuede convertirse en el centro de prestación ubicua de serviciosde salud(2) del futuro (salud móvil, m-Health). Y Klasnia y cols(3) han propuestocuatro motivosque favorecen ese posicionamiento del dispositivo inteligente en el mercado sanitario:

1. La amplia aceptación social de los dispositivos
2. Ser terminales de ordenador ultraportátiles que acompañan siempre al ciudadano
3. El apego de losusuarios al terminal
4. La capacidad de los terminales de "sensorizar" y utilizar la información personal que almacenan.

El objetivo último de la explotación sanitaria de los dispositivos móviles sería utilizar su tecnología(4) para crear un modelo que coloque al paciente, definitivamente, en el centro de un sistema integrado de salud. el cual deberíaofrecer una verdadera continuidad de la asistencia. La visión es que la m-Healthse desarrolle para proporcionar una mejor atención sanitaria, con menor variabilidad de la práctica y más coordinada, a la vez que se incrementa la eficiencia, la accesibilidad y la conveniencia de la prestación. Todo ello serviría para pasar de la medicina aguda a la promoción de la salud, la prevención de la enfermedad, la integración sociosanitaria y los autocuidados.

Ante el reto de la m-Health, la FDA (5) y la CE (6) han propuesto marcos regulatorios y de aplicación para las soluciones disponibles y futuras. Sin embargo, estos organismos no han podido evitar la disrupción de sus modelos y del mercado por parte de creadores, desarrolladores y usuarios de los smartphones. Frente a las soluciones móviles comercializadas por grandes compañías de tecnología biomédica, han proliferado soluciones desarrolladas de manera autónoma por profesionales sanitarios o por pequeñas start-ups, y comercializadas a través de las plataformas iTunes o Google Play directamente al usuario en forma de apps de salud. Este artículo pretende revisar, de manera general, el panorama actual de las apps sanitarias y de la mHealth.

M-HEALTH Y APPS MEDICAS

Desde su introducción, los smartphones han evolucionado no sólo como terminal de acceso ubicuo a internet, editor de textos y documentos o dispositivo de mensajería instantánea. Ahora pueden leer códigos transformándolos en información, pueden interaccionar mediante el lenguaje natural con los usuarios, contestar preguntas o accionar los mandos de la luz a distancia. Para ello ha sido necesario la explosión de las aplicaciones móviles (apps), definidas como una herramienta de software pensada para desarrollar una función específica en una plataforma móvil concreta: smartphone, tablet, tv, PC. Estas apps pueden requerir de sensores adicio-



Figura 1. Aplicación para educación de pacientes KidsBeatingAsthma desarrollada por el Servicio de Pediatría del Hospital Clínico de Madrid y Medianet (disponible de manera gratuita en iTunes y Google Play)

Tabla I. Criterios de exclusión de apps médicas según la FDA

1. Copias electrónicas de libros de texto médicos, de soportes de formación o de material de referencia para entrenamiento o formación continuada.
2. Apps para grabar, monitorizar, evaluar o tomar decisiones sobre el estado de salud (salud y bienestar) sin intención de tratar o curar ninguna enfermedad.
3. Apps para gestión y administración de servicios.
4. Apps que sirven de ayuda a los usuarios pero sin indicación médica específica (grabación de audio, dictado…).
5. Apps de historia clínica electrónica o de sistema de información médica personal.

nales conectados al smartphone o pueden utilizar los elementos ya disponibles en el terminal.

Dentro de la globalidad de aplicaciones móviles, para la FDA (5) una app médica es aquella que cumple la definición de "dispositivo" médico según la sección 201(h) de la Federal Food, Drug, and CosmeticAct (FD&C Act), y que bien se utiliza como un accesorio de un dispositivo médico regulado o transforma una plataforma móvil en un dispositivo médico regulado. Sin embargo, la FDA (5) excluye como apps médicas las que figuran en la Tabla I. En mi opinión, y por sus implicaciones para el funcionamiento de los sistemas de salud y en el autocuidado por parte de los pacientes, habría que considerar lasappsde salud desde una perspectivamás amplia, la sanitaria. Una app sanitaria es aquella herramienta de software diseñada para funcionar en plataformas móviles y que está pensada para prestar un servicio relacionado con la asistencia, docencia, investigación o gestión sanitaria, tanto a profesionales sanitarios como a pacientes ((Figura 1 y Tabla II).

Para entender las dimensiones y el progreso de este mercado basta con mencionar que en 2012 se

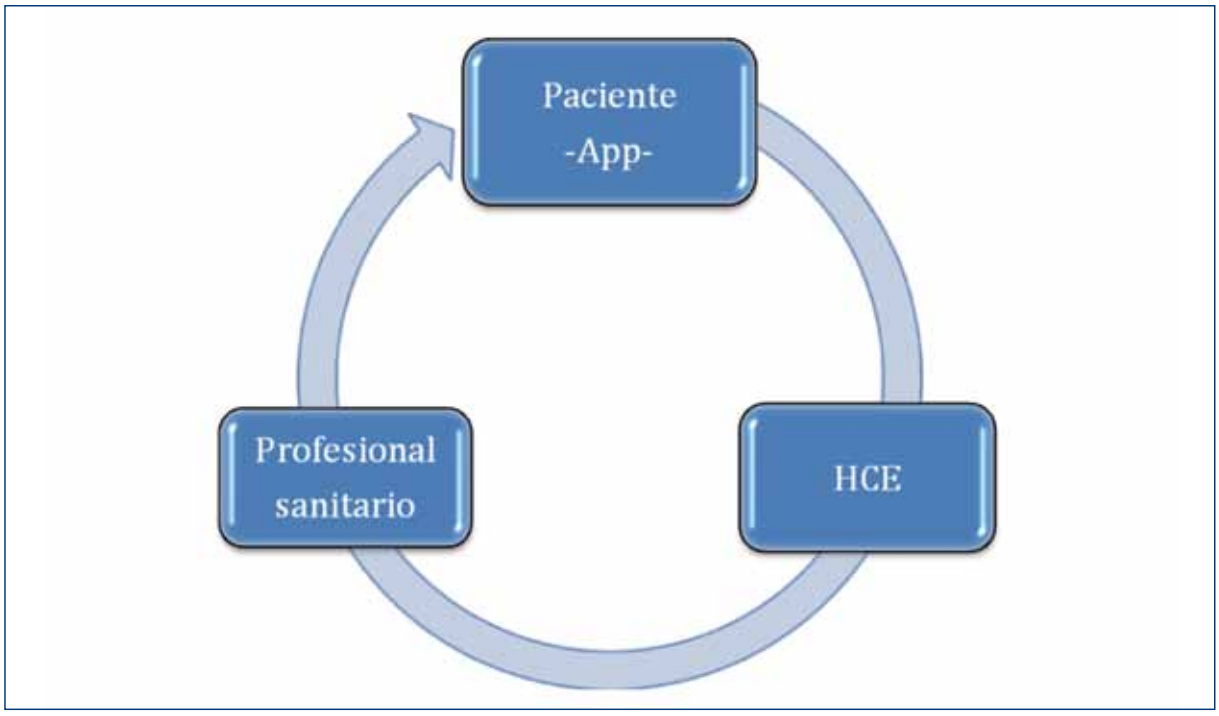


Figura 2. Esquema del marco propuesto para la mHealth HCE: Historia clínica electrónica

estimaba que se producían 1.400.000 descargas de apps diarias. Por volumen de negocio, en ese mismo año los norteamericanos se gastaron $8.000 millones en apps de pago (7) y el mercado europeo alcanzó los 1.600 millones de €. Sólo en el ámbito sanitario, se estima que hay más de 15.000 apps (8) en las distintas plataformas (iTunes, Google Play…). De manera global, estas apps se pueden clasificar en 2 grandes áreas según el tipo de función que desarrollan: soporte del sistema de salud (gestión de información y conocimiento para profesionales y pacientes) y prestación ubicua de servicios sanitarios (Tabla II).

EL MODELO DE USO Y LOS RIESGOS

Aunque no hay un marco de uso universalmente aceptado, existen propuestas muy elementales (Figura 2) para el modelo de prestación de servicios sanitarios en mHealth basadasen el libre acceso del ciudadano a las apps,desde sus dispositivos móviles.

El modelo se inicia por la elección de la aplicación móvil por parte del usuario/paciente. Sin embargo, el gran número de apps, muchas de ellas generadas por usuarios, hace muy difícil elegir con criterio y seguridad la mejor aplicación en cada caso, tanto para profesionales (prescriptor) como

Tabla II. Clasificación de las apps sanitarias

1. Apoyo del sistema sanitario

- Gestión de información y conocimiento entre profesionales
- Gestión de información y conocimiento para pacientes
- Estrategias sociales
  - a. Influencia entre pares
  - b. Apoyo social de familiares y amigos
  - c. Modelado entre pares
- Acceso a la información en salud
  - a. Acceso a documentación y autogestión de carpeta de salud (p.e. Kaiser Permanente)
  - b. Mensajes informativos
  - c. Alertas y recordatorios
- Entretenimiento y educación de pacientes
  - a. Gamificación

2. Prestación ubicua de servicios sanitarios

- Telecuidadosproporcionados por profesionales
- Autocuidados
- Telemonitorizaciónpor profesionales
- Automonitorización
- Soporte al diagnóstico por profesionales
- Auto-diagnóstico.

para pacientes.

Actualmente, no existen certificaciones universalmente aceptadas y por ello las formas más comunes de revisión y categorización de las appssanitarias son (9)::

1. Revisiones independientes: imedicalapps o pcworld
2. Generadas por el usuario: en las plataformas iTunes, Google Play.
3. Guías de bibliotecas de instituciones académicas/sanitarias.
4. Publicaciones basadas en el modelo peer-review en internet: como Medical appjournalhttp://medicalappjournal.com/medicalblog/

Continuando con el modelo, bien sea un diagnóstico, la telemonitorización o una consulta de salud, los dispositivos móvilesse conectaríana los sistemas de información del sistema sanitario, que incorporaría y procesaría los datos transmitidos(historia clínica electrónica). El SI trasladaría las necesidades del paciente al profesional que las respondería en un determinado marco temporal (Figura 2).Este marco es el resultado de una mera adición de la tecnología móvil a la asistencia sanitaria actual, con serios inconvenientes a distintos niveles:

1. Proliferación de appssin control de calidad, que pueden ser adquiridas en las plataformas directamente por los usuarios.
2. Desconocimiento de la oferta por el usuario, que haga que no sepa qué apps elegir entre la enorme oferta de las mismas.
3. Desconocimiento de la oferta por el prescriptor (profesional sanitario).
4. Confidencialidad de la información personal
5. Validez científica y técnica de los contenidos:
   a. Informativos
   b. Diagnóstico (p.e. algoritmos...).
6. Deterioro de la comunicación con el profesional
7. Interoperabilidad e integración de la información en la historia (convencional o historia clínica electrónica).
8. Incentivación de la demanda inducida por la oferta.

RESULTADOS DE LA M-HEALTH Y APPS

A pesar de los beneficios propuestos de la m-Health y del imparable desarrollo de la misma, la evaluación de los resultados generados por su uso no es abundante, debido a su heterogeneidad y al rápido ciclo de recambio debido al crecimiento exponencial de la tecnología.

El estudio más amplio y metodológicamente riguroso disponible fuepublicado en PLOS en 2010 por Free y cols (10). En este estudio, los autores revisaron la literatura y encontraron 42 estudios que investigaban el impacto de las tecnologías móviles en la prestación de servicios sanitarios, divididas en dos grupos: diseñadas para profesionales sanitarios (n=32) y de comunicación directa entre el sistema sanitario y los pacientes (n=10; p.e. recordatorios de citas, notificación de resultados, etc…). Los efectos sobre el soporte a los prestadores de servicios sanitarios mediante m-Health son ambiguos. En ensayos clínicos se ha demostrado que existenpequeños beneficios en cuanto a tecnología de apoyo a diagnóstico y tratamiento.

Para intervenciones del sistema sanitario, los mensajes de texto de recuerdo ofrecieron beneficios modestos en las visitas en consulta (10). Por ello se recomienda utilizar losmensajes de texto para recordar visitas a los pacientes. En un caso, un trabajo de calidad metodológica consiguió demostrar los beneficios en adherencia al tratamiento de la malaria (11).

En cuanto a apps dedicadas al apoyo al diagnóstico, las que más atención han recibido son las de dermatología y, en particular, las desarrolladas para el melanoma. Por ello, han sido las primeras en ser evaluadas. Así,en un trabajo de un grupo de la Universidad de Pittsburgh publicado en JAMA Dermatology(12) en Enero 2013 se investigaron los resultados de 4 apps de diagnóstico de melanoma para smartphones y encontraron gran variabilidad entre las mismas, con una sensibilidad entre el 6.8% y 98.1%, especificidad entre el 30.4% y el 93.7% valor predictivo positivo entre 33.3% y 42.1%; y valor predictivo negativo entre 65.4% y 97.0%. Y de las cuatro, la que ofrecía mejor sensibilidad para el diagnóstico de melanoma era aquella que capturaba la imagen y la enviaba a un dermatólogo, mientras que la más baja era para las que utilizaban algoritmos de análisis de imagen.

En otras áreas de apoyo al diagnóstico o de autodiagnóstico se carece de estudios que permitan conocer los resultados de las apps y el modelo de utilización en el sistema sanitario a largo plazo.

BIBLIOGRAFIA

1. **Technorati:** a briefhistory of Smartphone http://technorati.com/technology/article/a-brief-history-of-smartphone-infographic/
2. **Smith A.** Americans and theircellphones. Wash-

ington, DC: Pew Internet & American Life Project; 2011. Aug 15, [2013-04-10]. webcitehttp://pewinternet.org/Reports/2011/Cell-Phones.aspx

3. **Klasnja P, Pratt W**. Healthcare in thepocket: mappingthespace of mobile-phonehealthinterventions. J Biomed Inform. 2012 Feb;45(1):184–98. doi: 10.1016/j.jbi.2011.08.017. http://europepmc.org/abstract/MED/21925288
4. **Riley WT, Rivera DE, Atienza AA, Nilsen W, Allison SM, Mermelstein R.** Healthbehaviormodels in theage of mobileinterventions: are ourtheories up tothetask? TranslBehavMed. 2011 Mar 1;1(1):53–71. doi: 10.1007/s13142-011-0021-7. http://europepmc.org/abstract/MED/21796270
5. **FDA:** Medical Apps http://www.fda.gov/medicaldevices/deviceregulationandguidance/guidancedocuments/ucm263280.htm
6. **GSMA.** mHealth and the EU regulatoryframeworkfor medical deviceshttp://www.gsma.com/connectedliving/wp-content/uploads/2012/03/mHealth_Regulatory_medicaldevices_10_12.pdf
7. **Techcrunchhttp:**//techcrunch.com/2013/01/22/report-market-for-paid-apps-hits-8b-in-2012-while-average-revenue-per-app-drops-27/
8. **Fiordelli M, Diviani N, Schulz PJ.** MappingmHealthResearch: A Decade of Evolution.JMed Internet Res. 2013 May; 15(5): e95.
9. **Reiswig J.** Apps: findingthebest. J MedLibrAssoc. 2011 October; 99(4): 326–327.
10. **Free C, Phillips G, Watson L, Galli L, Felix L, et al.** (2013) TheEffectiveness of Mobile-Health Technologies toImproveHealthCareServiceDeliveryProcesses: A SystematicReview and Meta-Analysis. PLoSMed 10(1): e1001363. doi:10.1371/journal.pmed.1001363
11. **Zurovac D, Sudoi RK, Akhwale WS, Ndiritu M, Hamer DH, et al.** (2011) Theeffect of mobilephonetext-messageremindersonKenyanhealthworkers' adherenceto malaria treatmentguidelines: a clusterrandomised trial. Lancet 378: 795–803. doi: 10.1016/S0140-6736(11)60783-6.
12. **Wolf J, Moreau J, Akilov O, Patton T et al.** DiagnosticInaccuracy of Smartphone Applicationsfor Melanoma Detection. JAMA Dermatology. January 16, 2013; E1-E4.



Concepto de Redes de Salud Inteligentes

Javier Martín Martínez
T-Systems Iberia

Las soluciones en el ámbito de la salud que ayudan a simplificar los procesos, reducir costes y mejorar la calidad del servicio en los centros de salud son, posiblemente, el sueño de cualquier administración en el terreno de la Sanidad, uno de los más importantes para la sociedad. Es aquí donde entra en juego el concepto de las redes de salud inteligentes, cada vez más necesarias dado que, si se mantiene la tendencia actual, la población española seguirá envejeciendo hasta 2020, lo que significará que aumentará considerablemente el número de personas mayores con achaques y también el número de enfermos crónicos. A esto se le suma que España tiene una esperanza de vida mucho más alta, con 81,8 años, en comparación con otros países europeos; de hecho, ocupa el tercer puesto de la media de la OCDE, solo superado por Suiza y Suecia.

La sanidad española se enmarca dentro de un modelo en el que convive un sistema sanitario público con otro privado, siendo el público mucho más utilizado por la ciudadanía. Sin embargo, debido a la crisis actual, los recortes también han llegado a este ámbito, afectando tanto al personal sanitario como a los recursos de los centros hospitalarios, lo que repercute irremediablemente en el servicio ofrecido a los usuarios.

La forma de entender hasta ahora la medicina está basada en el contacto directo entre profesional sanitario y paciente. Para ello, aún continúa siendo necesario seguir procesos rutinarios cuando queremos visitar a nuestro médico, como pedir cita con antelación, disponer de una fecha razonable que nos convenga, acudir físicamente al centro de salud para realizar la consulta, hacer cola de espera, etc. Sin embargo, todo este panorama está sufriendo un proceso de transformación gracias a la creciente penetración de las tecnologías de la información y de la comunicación en este ámbito a través de soluciones innovadoras, acordes a la situación actual y previsora para dar respuesta a las circunstancias de un futuro casi inmediato.

Las nuevas herramientas están permitiéndonos, poco a poco, universalizar los servicios sanitarios de manera que se pueda acceder a ellos con independencia de la situación geográfica del ciudadano, ya que para esto contamos con la asistencia telefónica, con los kioscos de información al ciudadano, la comunicación médico-paciente a través del correo electrónico o el acceso a la información vía web, todo ello englobado bajo un concepto que todos conocemos y, sin embargo, no terminamos de ver al cien por cien implantado en nuestro país, aunque sí es cierto que se están dando pasos firmes hacia él. Hablamos de la Telemedicina.

Estamos viviendo un buen progreso en las diferentes áreas que conforman el complicado entramado de la Salud, sin embargo, todavía hablamos de un mercado joven. Lo importante es que ya se está marcando una tendencia hacia el futuro; tanto que, hoy en día, la medicina y la asistencia sanitaria juegan un papel importante en el sector de la salud a medio plazo.

Las tendencias demográficas están creando un mercado que seguirá creciendo en los próximos años

El paulatino envejecimiento de la población por la caída de la natalidad, el incremento de la inmigración y el aumento de la esperanza de vida en nuestro país debido a los avances médicos de las últimas décadas son tres de las razones de los cambios demográficos más importantes del siglo actual y del anterior.

Lo que producen todos estos cambios son descompensaciones en el sistema de pensiones, un sistema sanitario desequilibrado, una necesaria atención a la creciente dependencia, un aumento de los enfermos crónicos y un largo etcétera.

Para que la gestión de estos cambios se produzca de la manera más acorde y fácil posible, todos las transformaciones que se producen en el ámbito de la salud deben ir acompañadas de una mayor

apuesta e incorporación de las TIC a todos los procesos, aplicados a las distintas formas de ofrecer servicios sanitarios, ya que pueden ayudar a mejora la calidad de vida y el bienestar de las personas.

Una buena gestión y mantenimiento tecnológico de los sistemas sanitarios contribuye, significantemente, a reducir los desequilibrios y las desigualdades en cuanto al acceso a los servicios sanitarios de los ciudadanos, a nivelar la relación coste-beneficio, mejorar los tiempos de atención y de respuesta, optimizar la eficiencia de los sistemas y la eficacia de los servicios o mejorar la productividad de los profesionales, a la vez que favorecer su desarrollo y crecimiento. Por tanto, la meta no es sólo conseguir unos sistemas sanitarios más integrados, sino más interconectados e interrelacionados.

Podemos decir también que el sector salud tiene unas características que lo diferencia de otros sectores, las cuales hay que tener en cuenta a la hora de desarrollar estrategias para promover y fomentar la introducción de las nuevas tecnologías. En una época como la actual, donde los sistemas sanitarios están totalmente congestionados y donde muchas veces colapsamos las salas de espera para hacer simples consultas que podríamos hacer por cualquier otra vía, el empleo de sistemas alternativos como la Telemedicina puede ser la clave para conseguir todos los beneficios de los que hablábamos anteriormente.

Dos de las aplicaciones que más fuerza están cogiendo en este terreno de la medicina telemática es la Teleasistencia, traducida en el Hospital Virtual y la Salud Digital. El hospital virtual es algo tan revolucionario como trasladar los recursos hospitalarios y de atención primaria y especializada hasta el domicilio de los pacientes, contando con las herramientas precisas que permitan un desempeño asistencial adecuado a las necesidades del paciente, siempre con el máximo grado de calidad. Por su parte, la salud digital es aquel que acerca a casa del paciente todos los servicios que es posible ofertar gracias a las nuevas tecnologías de forma que se mejore la calidad asistencial por su mejor control y reduzca en gran manera trámites administrativos y burocráticos.

Un ejemplo sería todas aquellas actividades asistenciales que se realizan de forma presencial en las que, en realidad, la presencia del paciente no aporta ningún tipo de valor clínico. Pero también hay que afirmar que la telemedicina no puede ser un sustituto de la relación personal entre el médico y el paciente desde el principio, siendo importante que primero se conozcan personalmente las personas involucradas y luego, en una segunda fase, optar por la forma de relación más acorde a la situación y a las necesidades del ciudadano.

En este contexto, los dispositivos móviles como Smartphones y tabletas son herramientas clave en situaciones donde la movilidad es un hecho y no sólo alivian la carga de trabajo de los médicos y el personal de atención médica. También pueden hacer que los flujos de trabajo del hospital sean más eficientes y, al mismo tiempo, ayudar a mejorar la atención que ofrecen las clínicas.

Datos en la pantalla con tan sólo un clic
Los médicos tienen acceso inmediato a la historia clínica del paciente gracias a la tarjeta sanitaria electrónica. Es posible incluso ver los datos importantes desde una tableta, de fácil manejo y transporte. Puede mostrar datos del paciente como imágenes de radiografías, resultados de análisis o progreso del tratamiento.

Ahorro de tiempo gracias a la Teleconferencia
En las reuniones virtuales con otros profesionales sanitarios es posible hablar de casos de pacientes determinados, pero también trabajar de forma conjunta sobre investigaciones, por ejemplo. La seguridad está garantizada por una red privada virtual (VPN) que permite a los médicos participar en los debates con independencia de donde se encuentren.

Multimedia accesible para el paciente
Los pacientes cuentan con un dispositivo inteligente en su habitación que pueden utilizar para ver la tele, hacer llamadas, navegar por Internet e incluso pedir comida. Cuando el médico le visite en una de sus rondas, el terminal actúa como monitor en el que médico y paciente pueden mirar juntos los resultados o discutir sobre el tratamiento.

Telemedicina como modelo de seguimiento
Cuando el paciente recibe el alta, los médicos controlan sus datos vitales a distancia por medio de la telemedicina para que los pacientes no tengan que ir al hospital para hacerse chequeos rutinarios. En su lugar, se toman lecturas de los datos en casa y los transmiten de forma segura a su médico a través de dispositivos inteligentes.

La Clínica Universidad de Navarra pone la Historia Clínica Electrónica al Alcance de los Pacientes con InterSystems Ensemble

InterSystems Iberia

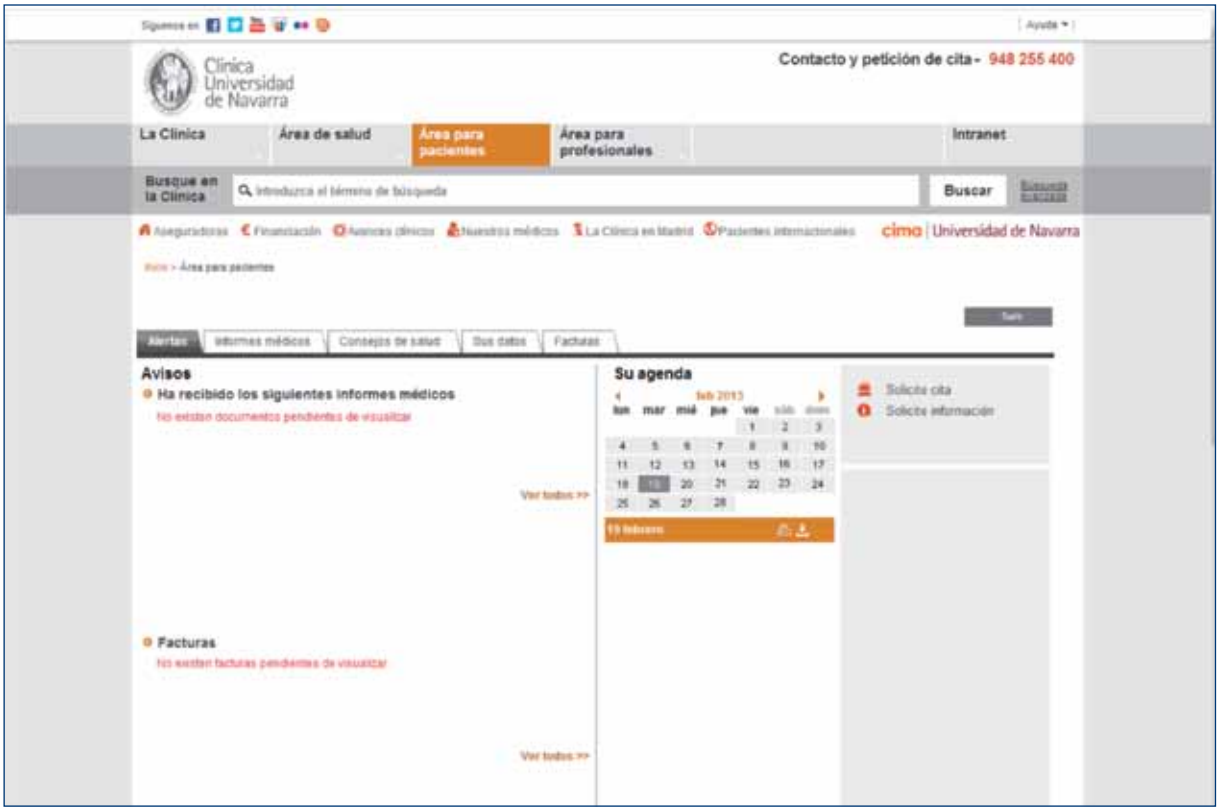
La Clínica Universidad de Navarra ha elegido InterSystems Ensemble® como plataforma de integración para poner al alcance de sus pacientes el acceso a la Historia Clínica Electrónica. El proyecto ya está disponible para todas las especialidades

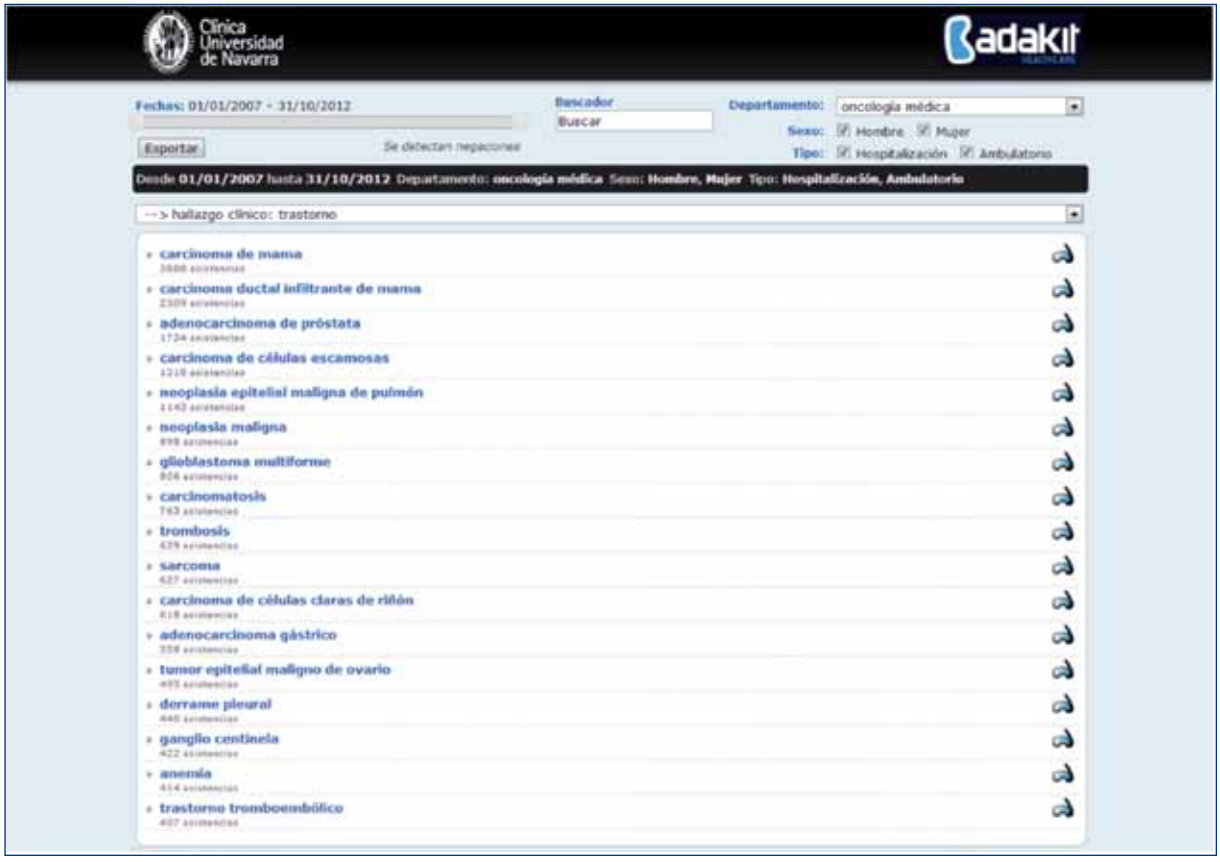
Ensemble, plataforma de integración y desarrollo rápido de aplicaciones cubre, así, las dos grandes vertientes que caracterizan los proyectos TI que está realizando Clínica Universidad de Navarra: una primera vertiente se centra en la relación de la organización con el mundo exterior a través del "Área de paciente", en su web www.cun.es; la segunda vertiente se centra en la integración de dispositivos médicos y sistemas de imagen.

Según explica Jesús Redrado, Director de Sistemas de Información de Clínica Universidad de Navarra, "*nuestros proyectos requerían, en primer lugar, un bus de integración. El primer resultado ha sido el área del paciente, donde hemos utilizado Ensemble para encapsular los sistemas actuales y proporcionar servicio. Lo principal es contar con una arquitectura segura para que nuestros sistemas puedan ser vistos desde el exterior por los pacientes sin ningún riesgo para su privacidad*".

Del soporte papel al acceso seguro a datos críticos

Con anterioridad, la comunicación con el paciente se gestionaba de forma tradicional, en soporte papel. Ahora, los pacientes que deseen acceder al área deben solicitar el alta como usuarios, en la clínica y personalmente, para recibir sus credenciales. El Área de pacientes contiene toda la información sobre los hechos médicos y permite realizar consultas con los médicos con quienes el usuario tiene





trato, mediante una comunicación fiable y segura. La respuesta del médico, realizada siempre desde los sistemas de la organización, llega al área encriptada y se suma a la del paciente concreto.

La Clínica Universidad de Navarra, cuyo nivel de tecnología es alto, ya disponía de sistemas de información. Gracias a ello no ha sido necesario realizar desarrollos adicionales para contar con el Área de pacientes. Su sistema ya gestionaba los informes médicos, los tratamientos o la facturación, entre otros procesos.

Según Redrado "*lo que ha sucedido es que estos procesos se han hecho más visibles a través del proyecto y hemos descubierto, y resuelto, inconvenientes que no se detectaban antes. Por ejemplo, ahora que los datos están visibles para cada paciente es más sencillo detectar y enmendar errores*".

El sistema está ya disponible para todas las especialidades de la Clínica. Respecto al paciente, las siguientes fases del proyecto contemplan la inclusión de consejos de salud, relativos a la preparación de las visitas médicas o su seguimiento. Por ejemplo, las indicaciones que se dan en un proceso de rehabilitación, generalmente en soporte papel, estarán disponibles para el paciente en su área, al igual que la información relevante para realizar un buen seguimiento por parte de los enfermos crónicos.

Integración con el Sistema de Almacenamiento de Imágenes

Clínica Universidad de Navarra trabaja, también, en la integración de la HCE con el PACS (Sistema de Almacenamiento de Imágenes). El objetivo es que cualquier paciente que se realice pruebas por imágenes en otros centros pueda incorporarlas a su Historia Clínica. Para ello sólo es necesario que aporte las pruebas en CD o DVD (en formato DICOM) y estas son añadidas y relacionadas con la HCE del paciente mediante un aplicativo desarrollado sobre Ensemble.

El médico es quien añade y completa el episodio con la información aportada por el paciente, lo que supone un importante ahorro en la realización de pruebas médicas por imagen (eliminación de la duplicación de pruebas) y se dispone de la información completa en la historia.

Una segunda vía de este proceso de integración abordado por la organización es la posibilidad que tienen los pacientes de solicitar sus imágenes diagnósticas, para aportarlas como información para otros centros ajenos a la Clínica. Estas imágenes guardan la calidad diagnóstica, y su acceso y descarga se realiza con el soporte de la plataforma Ensemble. Adicionalmente esta información puede estar disponible para realizar tareas de investigación de

determinadas afecciones, sin que sea necesario que los investigadores dispongan de los datos personales de los pacientes, asegurando su confidencialidad.

Integración de dispositivos médicos

Actualmente, Clínica Universidad de Navarra también utiliza la plataforma Ensemble como bus de integración entre el HIS (*Hospital Information System*) y las aplicaciones departamentales. Igualmente, los dispositivos médicos, que cada vez son más utilizados por los profesionales del sector, se integran con la plataforma, generalmente utilizando mensajería HL7. Entre otros, la organización ya ha integrado sus Sistemas Automáticos de Dispensación de Medicamentos, del área de Farmacia, y está en proceso de incorporar la monitorización de todos los dispositivos del área de análisis clínicos.

Análisis de datos no estructurados

Uno de los proyectos innovadores en que la Clínica Universidad de Navarra está invirtiendo, es la implementación de una solución de importación, transformación y normalización de la información clínica, en formato no estructurado, con funcionalidades para convertir la información en anónima, su búsqueda y análisis, y etiquetado con SNOMED. Éste permite encontrar correlaciones y valores estadísticos, que ayudan a la toma de decisión clínica y de gestión.

Para este proyecto la Clínica utiliza las tecnologías DeepSee e iKnow, incluidas en Ensemble. DeepSee proporciona Análisis Activo de la información y puede integrarse con aplicaciones transaccionales, para dotar de capacidades de inteligencia de negocio embebido en tiempo real. iKnow es una tecnología de análisis de texto genérica completamente integrada con DeepSee, independiente del dominio, multi-propósito y multi-lenguaje, proactiva y sin necesidad de conocimiento previo de los textos analizados. iKnow facilita a las aplicaciones extraer conocimiento de información no estructurada basada en texto libre identificando grupos de palabras con sentido ("entidades") en sentencias, utilizando semántica y un modelo de lenguaje predefinido. Las entidades y su contexto son la base para realizar consultas a través del texto, cálculo de relevancia y realización de resúmenes o matching contra conocimiento existente, entre otras posibilidades.

Agenda'13

III FORO PARA LA GOBERNANZA DE LAS TIC EN SALUD
10 y 11 de octubre
OVIEDO

X REUNIÓN DEL FORO DE TELEMEDICINA
19 y 20 de noviembre
TOLEDO

II REUNIÓN PLATAFORMA TECNOLÓGICA PARA LA INNOVACIÓN EN SALUD CON LAS TIC
20 y 21 de noviembre
TOLEDO



Radiology
without boundaries

Agfa HealthCare's Regional Health portfolio provides radiologists and clinicians with seamless access to the patient's entire radiology history, irrespective of the originating radiology department, making medical images available across all clinical disciplines as part of the patient's comprehensive medical record. Moreover, our solutions enable sharing of longitudinal imaging record by connecting 3rd party RIS/PACS systems across all facilities via federated and centralized approaches utilizing state of the art industry standards and techniques allowing an 'acquire anywhere –report from anywhere' workflow.

Insight. Delivered.

Learn about Agfa HealthCare at
www.agfahealthcare.com

AGFA HealthCare



MÁSTER EN DIRECCIÓN DE SISTEMAS Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES PARA LA SALUD

El objetivo del máster es la especialización de profesionales en la gestión directiva de las TIC en Salud en el ámbito público, privado y de las empresas proveedoras de soluciones tecnológicas, y la revisión de casuisticas que se producen en el ambito de las TIC de la salud, con la presentación de casos de exito que ayuden a su resolución.

DIRIGIDO A:

* Directivos de las Administraciones autonómicas y estatales en el área de Salud
* Directivos de organizaciones privadas seguradoras o proveedoras de servicios de salud
* Responsables de informática, comunicaciones y sistemas de información (CIOs) de Hospitales y otras organizaciones públicas y privadas proveedoras de servicios sanitarios y sociales
* Gestores de TIC en empresas de aseguramiento sanitario
* Gestores de proyectos de TIC para la salud en empresas consultoras
* Directivos y profesionales de empresas tecnológicas proveedoras de herramientas, servicios y soluciones TIC en Salud
* En general profesionales que deseen desarrollar su carrera en la Dirección TIC para la Salud

PROGRAMA

A1: Marco de Referencia y Bases de las TIC en Sanidad

A2: Gestión Directiva de las TIC en Salud

A3: Las TIC en el Sistema Sanitario

A4: Tecnologías y Soluciones TIC en Salud

Comienzo: noviembre de 2013

Duración: 2 años académicos

Carga Lectiva: 60 ECT´s (1500horas)

Metodología: Presencial y Virtual. Las clases presenciales suponen 2 días al mes (preferiblemente jueves y viernes) incluyendo las visitas y asistencia a Congresos y Jornadas Técnicas

Institución Docente: Escuela Nacional de Sanidad (ENS) Instituto de Salud Carlos III (c/ Monforte de Lemos 1, Pabellón 8) Madrid

EQUIPO DOCENTE

Estará formado por profesionales de reconocido prestigio en el sector sanitario y tecnológico, tanto del sector público como del privado y de entidades generadoras de innovación.

Para más información e inscripción consultar www.seis.es y a través de masterdstics@seis.es

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE INFORMÁTICA DE LA SALUD

MINISTERIO DE ECONOMÍA Y COMPETITIVIDAD

Instituto de Salud Carlos III

ENS Escuela Nacional de Sanidad