

No. 149 Octubre - Diciembre 2018

DOI: 10.29236/sistemas

ISSN 0120-5919

SISTEMAS

Tarifa Postal Reducida Servicios Postales Nacional S.A. No. 2015-186-4-72, vence 31 de Dic. 2018

Salud y TI



Calle 93 No. 13 - 32 of. 102
Bogotá, D.C.
www.acis.org.co

Síguenos en redes sociales



Fortaleciendo el conocimiento de TI

 /acis

 @acis_co

 /aciscolombia

 /aciscol

 /ACIScolombia

Calle 93 No. 13-32 | Oficina 102
Teléfonos: 6161407/09 - 3015530540
www.acis.org.co

En esta edición

Editorial

4

TIC al servicio de la salud

DOI: 10.29236/sistemas.n149a1

Diferentes miradas sobre la relación de la tecnología con el sector de la salud y todos sus actores.

Columnista Invitado

8

Salud y TI

DOI: 10.29236/sistemas.n149a2

La necesidad de la rehumanización de la medicina de la mano de la tecnología.

Entrevista

16

Isabelle Magnin: experta en procesamiento de imágenes

DOI: 10.29236/sistemas.n149a3

Directora de investigación del Instituto Nacional de Francia para la Salud y la Investigación en Medicina (INSERM). Condecorada con la medalla de la Legión de Honor en 2015, uno de los títulos más altos en ese país.

Entrevista

21

IMAGINE, computación visual aplicada a la salud

DOI: 10.29236/sistemas.n149a4

Continuidad y confianza, requisitos clave en el grupo de investigación de la universidad de Los Andes.

Investigación

28

Industria de la salud y TI

DOI: 10.29236/sistemas.n149a5

Adaptación y resumen del informe del Foro Económico Mundial, 2016

Cara y Sello

35

Lo humano y lo tecnológico en medicina

DOI: 10.29236/sistemas.n149a6

La tendencia de esta relación apunta a que el ser humano (paciente) sea el centro entre la prestación de servicios de salud y la innovación tecnológica. ¿Qué hay de la teoría a la práctica?

Uno

55

Seguridad y ciberseguridad en los dispositivos médicos

DOI: 10.29236/sistemas.n149a7

En el contexto de una convergencia tecnológica y de disciplinas científicas como la biología, la informática, la electrónica y la medicina, en las que se habilitan cada vez más nuevos sistemas ciberfísicos.

Dos

68

La medicina en el mundo técnico

DOI: 10.29236/sistemas.n149a8

Las nuevas tecnologías de la información y la transformación en su impacto dentro de la sociedad, influyen el mundo de la medicina y en forma particular a los médicos, pues influyen en la manera de ejercer su profesión.

Publicación de la Asociación Colombiana de
Ingenieros de Sistemas (ACIS)
Resolución No. 003983 del
Ministerio de Gobierno
Tarifa Postal Reducida Servicios Postales
Nacional S.A. No. 2015-186 4-72
ISSN 0120-5919
Apartado Aéreo No. 94334
Bogotá D.C., Colombia

Dirección General

Jeimy J. Cano Martínez

Consejo de Redacción

Francisco Rueda F.
Gabriela Sánchez A.
Manuel Dávila S.
Andrés Ricardo Almanza J.
Emir Hernando Pernet C.
Fabio Augusto González O.
Jorge Eliécer Camargo M.
María Mercedes Corral S.

Editor Técnico

Jeimy J. Cano Martínez

Editora

Sara Gallardo Mendoza

Junta Directiva ACIS

2018 - 2020

Presidente

Edgar José Ruiz Dorantes

Vicepresidente

Yezid Enrique Donoso Meisel

Secretario

Gloria Andrea Avelino Guáqueta
Ricardo Munévar Molano

Tesorero

José Libardo Borja Suárez

Vocales

María Mercedes Corral Strassman
Dalia Yasmidt Trujillo Penagos

Directora Ejecutiva

Beatriz E. Caicedo Ríoja

Diseño y diagramación

Bruce Garavito

Impresión

Javegraf

Los artículos que aparecen en esta edición no reflejan necesariamente el pensamiento de la Asociación. Se publican bajo la responsabilidad de los autores.

Octubre - Diciembre 2018

Calle 93 No.13 - 32 Of. 102
Teléfonos 616 1407 - 616 1409
A.A. 94334
Bogotá D.C.
www.acis.org.co

NASCO

NACIONAL DE COMPUTADORES S.A.

APOYA ESTA PUBLICACIÓN

TEL: 6 06 06 06- CR 15 No 72-73



Confía en 4-72,
el servicio de envíos
de Colombia

Línea de atención al cliente:
(57 - 1) 472 2000 en Bogotá
01 8000 111 210 a nivel Nacional

.....
www.4-72.com.co

¡Escríbanos!

Revista Sistemas

Diríjase a la editora de la revista:

Sara Gallardo M.

saragallardo@acis.org.co



Calle 93 No. 13-32 | Oficina 102

6161407/09 - 301530540

www.acis.org.co



TIC al servicio de la salud

DOI: 10.29236/sistemas.n149a1



Jeimy J. Cano M.

Diferentes miradas sobre la relación de la tecnología con el sector de la salud y todos sus actores.

El sector de la salud viene siendo afectado por una acelerada transformación digital, motivando cambios que impactan la cultura de sus diferentes actores, habida cuenta que las innovaciones tecnológicas involucran aún más al paciente en

un ejercicio preventivo, mientras el médico permanece atento a los patrones y condiciones que pueda generar la persona.

En consecuencia, la revista SISTEMAS de la Asociación Colombiana

de Ingenieros de Sistemas, ACIS, ha querido revisar en contexto los retos y oportunidades que la tecnología de información y comunicaciones proporciona al sector salud. Para ello, ha convocado diferentes profesionales especialistas, que desde su área de experiencia proponen reflexiones para seguirle la pista al ejercicio convergente entre salud y tecnología.

Por un lado, el doctor Gerardo Quintana, plantea la rehumanización de la medicina de la mano de la tecnología, como una apuesta de los profesionales de la salud para aliviar y conectar a sus usuarios, ofreciéndoles alternativas viables que mejoren las condiciones de los tratamientos, revisados y analizados desde la economía de la salud, disciplina que busca determinar la relación de cuánto vale una tecnología sanitaria y los beneficios que supone su aplicación, para concluir cuál tecnología es la más apropiada para un determinado sistema de salud, al compararla con un estándar o con la de uso tradicional.

De otra parte, este número presenta dos entrevistas con diferentes profesionales de centros de investigación en Francia y Colombia, alrededor de la aplicación de tecnologías de información en el sector de la salud. La primera a la doctora Isabelle Magnin, directora de investigación del Instituto Nacional para la Salud y la Investigación en Medicina (INSERM), especialista en procesamiento de imágenes y tra-

tamiento de señales, quien por más de 15 años ha participado en investigaciones sobre cáncer de seno en la mujer, la generación y comprensión de imágenes de órganos que se mueven, como el corazón, además de la modelización de este órgano y las arterias. Y, la segunda, al grupo IMAGINE, de la Universidad de los Andes que cumple 20 años de permanente innovación y reto en el procesamiento de imágenes, particularmente en la computación visual en el área de la salud.

Así mismo, la revista presenta un resumen de la investigación realizada por el Foro Económico Mundial sobre la transformación digital de los diferentes sectores de la sociedad, particularmente revisando lo relacionado con el sector salud, estudio que muestra diferentes tendencias y cambios en los modelos de atención, orientadas a repensar las prácticas médicas y, con especial énfasis, en el cuidado de los pacientes.

En este mismo tenor, se realizó el foro tradicional de la revista, que contó con la participación de destacados galenos, especialistas en diferentes áreas y vinculados con los retos de la incorporación de tecnologías de información, así como ingenieros con amplia experiencia en el sector de la salud, quienes coinciden en que, esta transformación digital de la prestación de servicios de salud repiensa el papel del paciente como fundamento del sistema, y abre posibilidades para moti-

var una práctica médica más preventiva y responsable desde la información misma que tienen las personas.

Finalmente, se presentan dos artículos de reflexión sobre temáticas conexas entre la tecnología y la salud. Un primer documento de mi autoría, advierte sobre los nuevos riesgos y retos de la convergencia tecnológica en el campo de la salud, y desarrolla una reflexión conceptual sobre los retos de seguridad y control en los dispositivos médicos, indicando algunas de las prácticas y estándares más relevantes para atender la inevitabilidad de la falla en el sector. Por su parte, el ingeniero Manuel Dávila, plantea un análisis de la profesión médica, desde la visión tecnológica

y filosófica, frente al peligro de que el uso de las tecnologías de información conduzca a que los médicos pierdan su esencia para volverse maquinistas y abandonen la relación psicosocial con sus pacientes.

A través de este contenido, la revista SISTEMAS da voz a los retos y desafíos de la convergencia entre tecnología y salud, para animar a todos los interesados a que busquen y propongan alternativas para continuar transformando un sector que, no sólo protege la condición saludable del ser humano, sino que es fuente de oportunidades para construir productos y servicios, en procura de resultados concretos en la atención médica digitalmente modificada. 🌐

Jeimy J. Cano M., Ph.D, CFE. *Profesor Asociado. Escuela de Administración, Universidad del Rosario. Ingeniero y Magíster en Ingeniería de Sistemas y Computación por la Universidad de Los Andes. Especialista en Derecho Disciplinario por la Universidad Externado de Colombia. Ph.D in Business Administration por Newport University, CA. USA. Ph.D en Educación por la Universidad Santo Tomás. Profesional certificado como Certified Fraud Examiner (CFE), por la Association of Certified Fraud Examiners, y como Certified Internal Control Auditor (CICA) por el Institute for Internal Controls. Director de la Revista Sistemas de la Asociación Colombiana de Ingenieros de Sistemas –ACIS–.*

Beneficios para ti

open english
junior

Hasta 69% de descuento

open english

Hasta 69% de descuento



TEATRO NACIONAL

Del 25% al 30% descuento

next_u

Hasta 69% de descuento



ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIEROS DE SISTEMAS

Calle 93 No. 13-32 | Oficina 102

6161407/09 - 301530540

www.acis.org.co

Salud y TI

DOI: 10.29236/sistemas.n149a2



La necesidad de la rehumanización de la medicina de la mano de la tecnología.

Gerardo Quintana L, MD, MSc

En la integración de la medicina, la tecnología y lo humano existen muchas miradas que en general apuntan a un desarrollo de gran velocidad y que aseguran una aplicación de estos tres elementos con favorables y prometedores resultados. Dentro de los desarrollos tecnológicos más relevantes, hoy contamos con medicamentos biológicos (MB), sintetizados en el laboratorio a través de organismos vivos, bajo

técnica de ADN recombinante (molécula de ADN artificial formada de manera deliberada *in vitro* por la unión de secuencias de ADN, provenientes de dos organismos distintos que normalmente no se encuentran juntos), y ya no es ficción pensar en una medicina de precisión con tratamientos personalizados, mínimos eventos adversos y efectividad cercanos al 100%. El dataísmo se convierte en pieza an-

gular en la toma de decisiones y el campo de la salud no es la excepción, a pesar de ser una ciencia tradicionalmente dependiente del experto humano.

Un campo de la ciencia que representa esta integración es la economía de la salud; disciplina que busca determinar la relación de cuánto vale una tecnología sanitaria y los beneficios que supone su aplicación para concluir cuál tecnología es la más apropiada para un determinado sistema de salud, al compararla con un estándar o con la de uso tradicional. Cuando esa tecnología sanitaria es un medicamento, se refiere a la farmacoeconomía, la cual combina la economía, la epidemiología, el análisis de decisiones y la bioestadística(1,2).

La farmacoeconomía se convierte en un apoyo fundamental para la toma de decisiones médicas en muchos ámbitos, tanto a nivel individual, en casos concretos de la práctica rutinaria, como también a gran escala para centros hospitalarios, secretarías de salud y entidades de orden nacional. Su gran aporte representa el apoyo a la toma de decisiones objetivas al dar cuenta de cifras puntuales en relación con los costos y beneficios de dos alternativas que se comparan, incluyendo relaciones de unidades médicas (días de estancia hospitalaria, reducción en cifras de tensión arterial, glucemia, entre otros), calidad de vida e índices de utilidad informados por lo pacientes, y has-

ta la mera comparación de costos vs costos (3).

La demanda cada vez más creciente de servicios en salud, el envejecimiento de la población, la mayor prevalencia de enfermedades crónicas, medicamentos más costosos y unos recursos financieros limitados, garantizan la gran aceptabilidad de las evaluaciones económicas de medicamentos y, a su vez, permiten velar por una medicina de alcance social y unas decisiones 'costo-conscientes'; aspectos todos relevantes que deberían ser parte de la formación de los profesionales de la salud, independientemente de su nivel o área de trabajo (4).

Principales estudios farmacoeconómicos (EFE)

1. Costo-enfermedad:

Los estudios de costo enfermedad (ECE) miden la carga económica o impacto de una enfermedad o enfermedades en la sociedad o en una parte de ella y hacen una estimación de la cantidad máxima que se podría ahorrar, si ésta se erradicara por completo. Los ECE han sido vitales en la definición de políticas de salud pública, priorización de la atención, programas de prevención, focalización de grupos, etc. Adicionalmente, los estudios del costo enfermedad proporcionan información importante para los estudios de costo efectividad y análisis de costo-beneficio (5,6).

2. Análisis de costo-efectividad (ACE):

Los resultados de un ACE se pueden presentar como la Razón de Costo Efectividad promedio (RCE), la cual corresponde a la relación entre el costo total derivado del uso de la alternativa terapéutica y su efectividad expresada en unidades médicas (ya comentadas). Se puede expresar como:

$$\text{RCE} = \text{Costo} / \text{Efectividad}$$

Esta razón se interpreta como el costo por unidad de efectividad. La información sobre la efectividad puede obtenerse de fuentes como revisiones sistemáticas de la literatura, ensayos clínicos aleatorizados o estudios observacionales, cuyos niveles de evidencia y grado de recomendación se encuentran bien documentados (7,8).

Al comparar un nuevo fármaco con un fármaco de uso estándar pueden presentarse los siguientes escenarios:

- A. El nuevo fármaco es más costoso y menos efectivo que el estándar.
- B. El nuevo fármaco es más costoso y más efectivo que el estándar.
- C. El nuevo fármaco es menos costoso y menos efectivo que el estándar.
- D. El nuevo fármaco es menos costoso y más efectivo que el estándar.

La decisión sobre cuál medicamento escoger es clara en las situaciones A y D; sin embargo, las situaciones B y C un juicio acerca de si el costo adicional justifica el beneficio adicional asociado con uno u otro medicamento, para lo cual se usa el concepto de razón

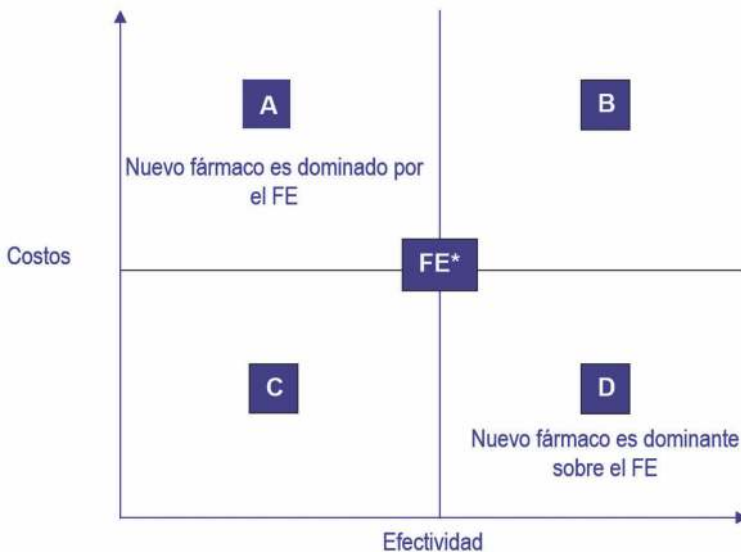


Figura 1. Comparación de tecnologías en un plano de CE.
*FE: Fármaco estándar

costo efectividad incremental (RCEI), que corresponde a la razón de las diferencias entre las dos alternativas en cuanto a costos totales de su aplicación y su efectividad (9). De esta forma, el numerador representa el costo incremental del nuevo medicamento comparado con el estándar y el denominador representa la efectividad incremental asociada con el fármaco nuevo.

Para este análisis las alternativas farmacológicas deben contar con un resultado específico de efectividad, que debe ser común entre todas las que se consideran bajo evaluación. El concepto de RCEI se interpreta como el costo adicional por unidad adicional de efectividad obtenido con una alternativa respecto a la otra (2,5).

La RCEI se emplea fundamentalmente de dos formas. En primer lugar, es posible ordenar las alternativas según este cociente y asignar el presupuesto hasta que éste se agote, dando prioridad a las alternativas con mejor eficiencia (10). En este enfoque es necesario que la medida de efectividad y la metodología para la construcción de la relación incremental sea la misma, toda vez que si los estudios emplean diferentes puntos de vista y los supuestos para el cálculo de los costos son diferentes, no es posible realizar el ordenamiento (11,12).

En segundo lugar, es posible emplear el valor absoluto de la RCEI para determinar si un tratamiento se debe adoptar o no. Este enfoque exige establecer un límite o umbral (λ) que indique la disposición a pagar de la sociedad por una alternativa farmacológica, de manera que, si la RCEI es inferior a este valor, el fármaco es considerado costo efectivo para esa sociedad. La definición del valor λ está sujeta a un gran debate y es un aspecto que requiere especial atención, dado su papel central en la aplicación del análisis de CE como herramienta en la toma de decisiones y desarrollo de políticas públicas (13). Debido a que el valor del umbral es desconocido, diversos estudios que emplean la metodología del valor λ construyen curvas de aceptabilidad (14), las cuales permiten conocer la probabilidad de que una tecnología se considere costo-efectiva para un rango de valores de λ .

1. Análisis de impacto del presupuesto:

El análisis de impacto del presupuesto (AIP) se utiliza para predecir y conocer la probable carga financiera (a favor o en contra) de introducir una nueva intervención o tecnología sanitaria (medicamentos) a un sistema de atención de salud y valorar si este sistema tiene la capacidad económica para cubrir la nueva tecnología (7,15).

$$RCEI = \frac{\text{Costo nuevo fármaco} - \text{Costo fármaco estándar}}{\text{Efectividad nuevo fármaco} - \text{Efectividad fármaco estándar}}$$

Los AIP complementan la información de los ACE, por lo tanto, las dos herramientas se deben emplear en la inclusión de una nueva tecnología sanitaria a un precio determinado para un sistema de salud específico, modificar los planes de servicios en salud, verificar a mediano y largo plazo el impacto (favorable) que significa la introducción de una tecnología sanitaria y, definir la cantidad a reembolsar, cuando el paciente necesite de la tecnología que no se encuentra en los planes de atención (2,8,15).

2. Modelización aplicada a los estudios farmacoeconómicos:

Las técnicas de modelización existentes se basan en los análisis de decisión, dividiéndose en árboles de decisión simples (recomendados en el caso de enfermedades agudas sin recaídas y períodos de administración cortos), modelos de Markov (aconsejables en el caso de enfermedades crónicas con posibles recaídas o recidivas, períodos de tratamiento largos), o modelos de simulación de eventos discretos (usados cuando existe una interrelación compleja entre los factores internos del modelo que no se pueden resolver con las otras técnicas). La información para el desarrollo de los modelos puede tener diferentes fuentes: ensayos clínicos, metaanálisis, bases de datos, estudios epidemiológicos, revisiones de historias clínicas, paneles de expertos, suposiciones que intentarán cubrir los datos desconocidos (2,5,16).

Las principales aplicaciones de los modelos pueden ser:

- 1) Efectuar EFE en situaciones en las que hay algún grado de incertidumbre, o información preliminar.
- 2) Extrapolar los resultados de los ensayos clínicos a situaciones reales de seguimiento de pacientes.
- 3) Interrelacionar variables intermedias de eficacia con variables finales de efectividad.
- 4) Comparar diferentes alternativas cuando no existen ensayos clínicos de comparación directa.
- 5) Relacionar datos de eficacia con datos de efectividad (práctica clínica diaria) (16).

La modelización es una herramienta de gran acogida en la actualidad por su rapidez, bajo costo y capacidad de generar información muy valiosa. Sin embargo, es susceptible de ser manipulada con el propósito de lograr objetivos fijados con anterioridad. Por esta situación, se deben realizar los modelos de manera transparente con información de calidad, justificada y soportada por publicaciones en revistas de calidad o por consensos en paneles de expertos respetados y prestigiosos (16).

Perspectivas para Colombia

Los MB se han constituido en alternativas terapéuticas de gran relevancia por su capacidad de producir mejorías clínicas significativas en muchas enfermedades como el cáncer, enfermedades autoinmunes y más recientemente, en diabetes y dislipidemias. Infortunada-

mente estos medicamentos son altamente costosos y muchos sistemas de salud no los incorporan dentro de su vademécum, limitando su acceso a los pacientes. Para el caso de la artritis reumatoide (AR), los MB se deben prescribir sólo después del fracaso de la terapia convencional. Sin embargo, ACE que ha evaluado la eficacia de los MB han demostrado mejoría de la enfermedad y la industria farmacéutica promueve el inicio temprano de la terapia biológica para la AR. Lamentablemente, el 30% de los pacientes con AR que son tratados con MB no responden y en general, el alto costo de los MB ha puesto en situación de riesgo el equilibrio financiero de algunos sistemas de salud en los países en desarrollo, a pesar que algunos ACE de la terapia biológica apoyan la utilización en la AR severa resistente a los convencionales. Por otro lado, dada la considerable variabilidad en las respuestas de los pacientes a estas terapias, es importante implementar la utilización de herramientas de salud y medicina personalizadas, como son la tipificación farmacogenética y la caracterización epigenética que permitan apoyar al especialista en la aplicación de soluciones o esquemas de manejo apropiados de esta problemática (17).

Colombia no ha estado alejada de esta problemática y varias cifras ponen de manifiesto la carga que representa y las soluciones que se han planteado. A pesar de ser un

país en vía de desarrollo, las cifras dan cuenta de un sobreuso de los MB, situación que ha puesto en alto riesgo, la financiación de sistema de salud colombiano. Algunas aseguradoras han reportado tasas de uso de tales medicamentos, hasta del 70% en ciertas zonas, cuando las cifras internacionales hablan de frecuencias del 17 al 20% (18). En general, la tasa a nivel nacional es de aproximadamente el 36% y esa práctica heterogénea promovió el desarrollo de la guía de práctica clínica basada en evidencia científica en artritis reumatoide (19) por parte del Ministerio de salud y Protección social. Ha sido este instrumento el que se promueve para que los clínicos hagan un “uso racional” de los MB y se han logrado reducciones importantes en la frecuencia de utilización.

Este ejercicio ha generado destacados indicadores clínicos, con la inclusión de decisiones costo-conscientes, que se incorporan en modelos de atención clínica centradas en el paciente, donde el primer beneficiado desde todo punto de vista es el mismo paciente en mediciones de efectividad clínica y calidad de vida y, por otra parte, el sistema de salud y aseguradoras, con reducciones sustanciales en el uso de recursos financieros ligados a reducciones de terapias altamente costosas. Este ha sido un escenario ideal para la implementación de EFE y a través de ellos, se han generado recomendaciones concretas y bien fundamentadas para la

racionalización del uso de tecnologías onerosas como lo son los MB en la AR, y que fueron expuestas en dicha guía de práctica clínica (19).

Como conclusión podemos comentar que la tecnología ha permitido grandes innovaciones en el campo de la salud y esto nos obliga a ser más responsables para utilizar eficientemente las nuevas tecnologías sanitarias. Esa eficiencia, incluye la preferencia manifiesta del paciente, la búsqueda de la mejor evidencia científica que permita incorporar EFE y la experticia del médico. Sólo de esta manera, podremos tomar verdaderas decisiones costo-conscientes para el beneficio del paciente y del sistema de salud, y a su vez, generar evidencia científica de calidad.

Referencias

- 1) Badía X, Rovira J. Evaluación económica de medicamentos. Un instrumento para la toma de decisión en la práctica clínica y la política sanitaria. Barcelona: Luzan 5, 1994:20-22.
- 2) Pinto D. Estudios de análisis económicos. En: Ruiz A, Morillo L. Epidemiología Clínica. 1ra ed. Bogotá D.C.: Editorial Médica Internacional; 2004;309-325.
- 3) Sacristán JA, Badía X, Rovira J. Farmacoeconomía: evaluación económica de medicamentos. Editores Médicos S.A. Madrid; 1995.
- 4) Stammen L, Stalmeijer R, Paternotte E, et al. Training Physicians to Provide High-Value, Cost-Conscious Care. A Systematic Review. JAMA.2015;314(22):23 84-2400. doi:10.1001/jama.2015.163 53
- 5) Evans C, Crawford B. Data Collections Methods in Prospective Economic Evaluations: How Accurate are the Results? Value in Health. 2000; 3(4): 277-286.
- 6) Segel JE. Cost-of-Illness Studies—A Primer. RTI International RTI-UNC Center of Excellence in Health Promotion Economics. Documento disponible: [http:// www.rti.org/pubs/coi_primer.pdf](http://www.rti.org/pubs/coi_primer.pdf); acceso el 02 Junio 2011.
- 7) Mendoza P. Evaluación económica en salud. Análisis de costos y análisis de costo-efectividad. Revista Médica del IPSS [revista en Internet] 1995. [acceso 2 de Mayo de 2011]; 4(1). Disponible en: <http://www.gerenciasalud.com/art07.htm>.
- 8) O'Sullivan A, Thompson D, Drummond M. Collection of Health-Economic Data Alongside Clinical Trials: Is There a Future for Piggyback Evaluations? Value in Health. 2005; 8(1): 67-79.
- 9) Khanna D, Wu H, Park G, et al. Association of tumor necrosis factor a polymorphism, but not the shared epitope, with increased radiographic progression in a seropositive rheumatoid arthritis inception cohort. Arthritis Rheum 2006; 54:11 05–1116
- 10) Petitti D. Advanced cost-effectiveness analysis En: Petitti D. Meta-analysis, decision analysis and cost-effectiveness analysis. 1ra ed. New York: Oxford University Press; 1994.
- 11) Mejía A. Evaluación económica de programas y servicios de salud. Rev Gerenc Polit Salud [revista en Internet] 2008. [acceso 2 de Mayo de 2010]; 7(15): 91-113. Disponible en: <http://www.javeriana.edu.co/biblos/revistas/salud/pdf-revista-15/estudios-3.pdf>

- 12) Adam T, Evans D, Koopmanschap M. Cost-Effectiveness Analysis: Can we Reduce Variability in Costing Methods? International Journal of Technology Assessment in Health Care. 2003; 19 (2): 407-20.
- 13) Gafni A, Birch S. Incremental Cost-Effectiveness Ratios (ICERs): The Silence of the Lambda. Social Science & Medicine. 2006; 62: 2091-100.
- 14) Fenwick E, O'Brien B, Briggs A. Cost Effectiveness Acceptability Curves-Facts, Fallacies and Frequently asked Questions. Health Economics. 2004; 13(5): 405-415.
- 15) Pharmaceutical Budget Impact Analyses for Submission to Public Drug Plans in Canada. Budget Impact Analysis Guidelines. Documento disponible en: <http://www.pmprb-cepmb.gc.ca/cmfiles/bia-may0738lvv-5282007-5906.pdf>; acceso 01 Junio 2011
- 16) Buxton MJ, Drummond MF, Van Hout BA, Prince RL, Sheldon TA, Szucs T, et al. Modelling in economic evaluation: an unavoidable fact of life. Health Econ 1997; 6:217-227.
- 17) Goekoop-Ruiterman YP, de Vries-Bouwstra JK, Allart CF, van Zeban D, Kerstens PJ, Hazes JM, et al. Clinical and radiographic outcomes of four different treatment strategies in patients with early rheumatoid arthritis (the BeSt study): a randomized, controlled trial. Arthritis Rheum 2005; 52:3381-90
- 18) Michaud K, Messer J, Choi HK, Wolfe F. Direct medical costs and their predictors in patients with rheumatoid arthritis: a three-year study of 7,527 patients. Arthritis Rheum. 2003 Oct;48 (10):2750-62.
- 19) http://gpc.minsalud.gov.co/gpc_sites/Repositorio/Conv_563/GPC_art_reumatoide/gpc_art_reumatoide_completa.aspx 🌐

Gerardo Quintana L, MD, MSc. Médico cirujano, reumatólogo y epidemiólogo clínico, Universidad Nacional de Colombia. Médico Internista, Fundación Universitaria en Ciencias de la Salud. Ingeniero de Sistemas, Universidad Nacional de Colombia Abierta y a Distancia. Profesor titular, Facultad de Medicina, Universidad Nacional de Colombia. Editor Revista Colombiana de Reumatología. Líder de investigación, Grupo Reumavance y Centro de Cuidado Clínico en Artritis (C3-AR), Fundación Santa Fe de Bogotá.

Isabelle Magnin: experta en procesamiento de imágenes

DOI: 10.29236/sistemas.n149a3

Directora de investigación del Instituto Nacional de Francia para la Salud y la Investigación en Medicina (INSERM). Condecorada con la medalla de la Legión de Honor en 2015, uno de los títulos más altos en ese país.

Manuel Dávila S.

Isabelle Magnin es ingeniera, obtuvo una primera tesis de doctorado en procesamiento de imágenes y tratamiento de señales para el tema nuclear. Durante 15 años trabajó en cáncer de seno en la mujer, en la generación y comprensión de imágenes de órganos que se mueven, como el corazón, además de la modelización de este órgano y las arterias.

Hoy en día está focalizada en las imágenes generadas por ciclotrón,

contraste de fase para entender cómo está constituido el músculo cardíaco, a una resolución de tres micrones. El equipo Ciclotrón tiene 300 metros de diámetro para generar una serie de rayos, con otras propiedades de frecuencia. Ha sido directora de varios laboratorios -en la actualidad de uno con más de 200 personas- y gestora de un laboratorio en China.

Su amplio recorrido dentro de la actividad científica que registra ade-

más, 280 publicaciones y una patente, lo combina con su otra pasión, la pintura.

Manuel Dávila Sguerra: *Los pacientes de hoy tienen acceso a mucha información abierta sobre sus dolencias y enfermedades. ¿Cómo analiza usted el riesgo debido a esta apertura de la información en internet?*

Isabelle Magnin: Para mí lo primero es que los pacientes pueden tener una mala interpretación de lo que leen en Internet y la consecuencia puede ser una automedicación errónea. En los supermercados hay medicamentos libres, cosa que antes no sucedía.

MDS: *Con relación al paciente se habla de autogestión para el manejo de las enfermedades; en otras palabras, la conciencia que debe despertar ese paciente sobre las condiciones que rodean su estado de salud y la manera más adecuada de protegerla. ¿Los programas de salud deberán contemplar ese nuevo perfil? ¿Existen estrategias en esa dirección?*

IM: En Francia este concepto no existe. El sistema de salud toma a cargo el paciente y éste, por su parte, se deja tratar sin preguntar. En casos muy particulares se le invita a hacer terapias con psicólogos para que se sienta mejor consigo mismo, acompañado, para que sea consciente de que está enfermo, pero no para que sea consciente de su enfermedad; además para que

él asuma que tiene un rol muy importante en su cura.



MDS: *Hoy se habla de ubicar al paciente como protagonista en el centro del círculo conformado por los distintos actores, entre médicos, cuidadores, asesores, aseguradores y proveedores de tecnología. ¿Cómo maneja esto el sistema francés?*

IM: En Francia el sistema de seguridad social es gratis para los usuarios, los recursos financieros vienen de los impuestos del pueblo y está dividido en dos partes: los hospitales con toda la tecnología y especialistas y la medicina de familia en pequeños consultorios distribuidos en los barrios y en los pueblos. El sistema de salud es de muy alta calidad, incluso vienen personas de fuera de Francia para ser trata-

das. En términos financieros, existe un complemento por el que se puede pagar para tener algunos privilegios con algunos especialistas.

MDS: Tecnología y medicina van de la mano. ¿Cómo describe usted esa unión? ¿Algún comentario sobre humanización de la tecnología médica?

IM: La tecnología permite en algunos casos un confort muy importante para el paciente y le evita muchas molestias. Es posible evitar cirugías si podemos ver detalles en las imágenes médicas. La microcirugía se hace con micro robots controlados a distancia para que la intervención se menos invasiva.

Las imágenes médicas son utilizadas para observar, extraer información, medir con rayos X o ultrasonido (ondas de baja frecuencia). Pero también es utilizada para tratar enfermedades. En algunos casos es utilizada como radioterapia, por ejemplo, la radiación para tratar células cancerosas o las ondas sonoras de alta frecuencia para romper cálculos renales.

El sistema de salud en Francia es muy bueno, pero la evaluación en ese sistema no es tan buena. Hoy en día se trabaja en un mecanismo para evaluar cuántos pacientes fueron curados en lugar de cuantos exámenes fueron realizados.

Existen proyectos para acceder desde cualquier lugar del mundo al historial médico de todas las perso-

nas (la línea de la vida) para asegurar el confort y la calidad de salud a largo plazo para cada individuo. El trabajo principal es definir quién tiene acceso a esa información y garantizar la seguridad de las bases de datos.

MDS: Los sistemas de salud se basan en el número de pacientes atendidos, ¿el uso de la tecnología y sus nuevos desarrollos podrían contribuir en una atención eficiente y sobre todo digna?

IM: Sí y no. En el primer caso, la tecnología hace que ciertas intervenciones sean más confortables para el paciente, menos invasivas, más rápidas, pero también ocurre que el médico puede pasar mucho tiempo introduciendo los datos en el computador y la idea es que destine más tiempo auscultando al paciente

MDS: El médico antiguo palpaba al paciente, lo tocaba, ¿hay un peligro de que el médico pierda su esencia y se vuelva maquinista con las tecnologías?

IM: No creo que el médico no vaya a tocar un paciente. Esto depende del tipo de consulta; en la ciudad, cuando un paciente consulta sobre una gripa, por ejemplo, los médicos están apoyados en la tecnología y esto agiliza el servicio y no existe mucho contacto del médico con el paciente. El médico de familia seguirá existiendo, auscultando al paciente, es más allegado a la familia, lo que no sucede en los hospitales, en donde los médicos se ocupan

más de lo técnico. Otro de los proyectos que existe en Francia es reagrupar o crear más vínculos entre los médicos de familia y los del hospital; se trata de generar mayor comunicación entre esas dos comunidades que están muy separadas.

MDS: *¿ Cree usted que los sistemas de salud apuntan más a la cobertura que a la calidad del servicio?*

IM: El sistema está bien armado, pero en términos financieros las cosas no van bien, porque no se evalúan como debería hacerse. En resumen, en lo relacionado con salud, sí, en torno a la evaluación y finanzas no, de ahí los nuevos proyectos que existen en esas dos direcciones.

MDS: *Desde su experiencia ¿ cómo observa al sector de la salud en términos de la globalización?*

IM: Infortunadamente, en Francia y en el mundo existe una salud en dos o tres velocidades. Hay personas que tienen dinero y toman un avión para venir a Lyon en busca de tratamiento en el hospital de la ciudad, ese es un problema. En lo positivo los países son más sensibles sobre el tema de la salud; y, gracias a la tecnología y a la informática, el mundo puede recuperar mayor cantidad de información valiosa para tratar casos típicos, como sucedió con el ébola.

Otro aspecto interesante que se está desarrollando es acercar el es-

pecialista al enfermo a través de la tecnología. Puede que el experto esté a miles de kilómetros de distancia, y al otro lado exista un médico o una enfermera y uno de ellos ausculta con los equipos; la información importante y los datos recuperados son transferidos en tiempo real, a donde está el experto para formular un diagnóstico. Y, más lejos aún, ese experto puede teledirigir las herramientas a distancia para examinar en distintas direcciones, y formular un diagnóstico mucho más certero.

Uno de los problemas que existe es que no se sabe todavía en el aspecto financiero, quién va a pagar a quién. Si al experto que está a kilómetros de distancia o a la persona que está manipulando los equipos. Eso es necesario precisar y resolver.

MDS: *Dentro de ese contexto de no saber a quién se le va a pagar, la información de los pacientes está circulando por el mundo. ¿ Cómo proteger el derecho a la privacidad sobre el estado de salud y los diagnósticos de los pacientes?*

IM: Soy muy consciente del problema, es muy serio. Es necesario trabajar en los algoritmos de codificación y en encriptar los datos y que a las bases de datos tengan acceso solamente los médicos y los pacientes, mediante autenticaciones seguras. Esta es una nueva reflexión no resuelta y ocupa distintos espacios de discusión en Francia.

Un caso muy concreto es encriptar o borrar los datos del nombre del paciente y sus enfermedades, pero no es suficiente. Si, por ejemplo, se hace un escáner en 3D, en éste se puede ver con exactitud la persona que está detrás de dicha imagen; es posible reconstruir la superficie de la cara y saber de quién se trata, quién es el paciente. El problema va mucho más lejos que borrar el nombre de la persona en el archivo. Las reflexiones apuntan a cómo acceder a una parte de la información,

pero no a la información completa para evitar que otras personas la reconstruyan. Por ejemplo, si se trata de un escáner del corazón, que la información sólo permita ver este órgano y no otros. Esta reflexión se hace en todos los niveles aquí en Francia, desde el punto de vista informático, legal, matemático y médico. Son temas que están sobre la mesa de discusión y a los que se les está dando mucha importancia. 🌐

Manuel Dávila Sguerra. Ingeniero de Sistemas de la universidad de Los Andes; Maestría Cum Laude en Filosofía, Universidad Javeriana, exdecano Facultad de Ingeniería Uniminuto; coordinador académico de la Asociación Colombiana de Ingenieros de Sistemas; columnista de Computerworld, eltiempo.com sobre Linux y el software libre; 150 artículos publicados. Autor de la plataforma e-Genesis- para la generación automática de software, mención especial en el Premio Colombiano de Informática 2006; autor de los textos en el curso virtual sobre Software libre desarrollado para el Distrito de Bogotá 2006; escogido entre los 25 IT Manager del año 2008 por la revista IT-Manager; conferencista en la presentación de la ley del Software Libre en el Congreso de la República de Colombia; miembro fundador de la Asociación de industriales del software Indusoft, hoy llamada Fedesoft; de la Asociación Colombiana de Ingenieros de sistemas –Acis–; gestor y expresidente de la red de Decanos y Directores de Ingeniería de sistemas –REDIS–. Autor de los libros: “GNU/Linux y el software libre”, “Software libre una visión”, “Notas hacia un Ecosistema Inteligente” y “Sociedad Transformada”.

IMAGINE, computación visual aplicada a la salud

DOI: 10.29236/sistemas.n149a4

Continuidad y confianza, requisitos clave en el grupo de investigación de la universidad de Los Andes.

Sara Gallardo M.

El grupo de investigación de la universidad de Los Andes, bautizado deliberadamente con el nombre de IMAGINE, celebra sus 20 años escudriñando diversos caminos, uno de ellos el de la computación visual al servicio de la salud.

Seis profesores, seis estudiantes doctorales, 20 estudiantes de maestría y 20 de pregrado enfocan sus sueños en la investigación aplicada, liderados por José Tiberio Hernández Peñaloza, su coordinador.

En el área de la salud, la profesora asociada Marcela Hernández Hoyos está centrada en el procesamiento de imágenes médicas, en particular vasculares y pulmonares. Sus focos de investigación también apuntan a aspectos estelares de coyuntura.

Por su parte, John Alexis Guerra Gómez, profesor asistente, se dedica al análisis de datos y visualización de información, herramientas clave en cualquiera de los



De izquierda a derecha José Tiberio Hernández Peñalosa, Marcela Hernández Hoyos y John Alexis Guerra Gómez

espacios por donde transita el grupo de investigadores.

El laboratorio Colivrí nos alojó en sus instalaciones físicas para la triple entrevista, con el deseo de ahondar por los difíciles y prolongados senderos de análisis que atraviesan, para llegar a la luz de resultados prácticos.

Revista Sistemas: ¿A qué se dedica el grupo de investigación IMAGINE que usted dirige?

José Tiberio Hernández P.: Hacemos honor a nuestro nombre, buscamos ser un grupo de frontera en computación visual y robótica interactiva, con investigación e innovación de impacto. Nuestros sectores foco de aplicación son: salud, sistemas urbanos sostenibles, entrenamiento y entretenimiento, con el

usuario como epicentro de nuestros estudios, siempre buscando apoyar los procesos de toma de decisiones. En esa dirección unimos esfuerzos con expertos de otras disciplinas. En este 2018 celebramos los veinte años de creación y estamos clasificados como A1 en la categoría más alta por Colciencias. Contamos con este espacio, denominado Colivrí, un colaboratorio para la visualización, la robótica interactiva, la realidad virtual y la analítica visual, entre otros asuntos similares.

Un ejemplo interesante es Braviz, una plataforma de analítica visual de datos de cerebro humano, de grupos de sujetos. En este proyecto, las imágenes médicas, su procesamiento y la integración de datos heterogéneos, forman parte

integral de la plataforma de alto rendimiento. Ponemos al servicio de la investigación distintos saberes, para que médicos, neurofisiólogos, psicólogos, economistas y expertos de otras disciplinas puedan mirar el desempeño del cerebro en la vida, a través de mejores herramientas para un ejercicio profesional más expedito.

RS: *El espectro de la salud, de la medicina es muy amplio. ¿Han cifrado sus estudios en temas específicos ¿cuáles?*

JTHP: Podemos centrarlos en tres frentes: Procesamiento y análisis de imágenes médicas en cerebro, vascular y pulmones, siempre centrados en la ayuda a la toma de decisiones por parte del experto. En este frente contamos con una patente recientemente otorgada en Colombia, Japón, Estados Unidos y Europa. El segundo, es ambientes de entrenamiento apoyados en realidad mixta y realidad virtual. Por ejemplo, en el entrenamiento de estudiantes de medicina, de cirugía ortopédica para que trabajen con realidad aumentada en la reducción de fracturas. El tercero es el de analítica visual de datos en el contexto del sistema de salud. Por ejemplo, los datos de operación de un hospital que ayuda a poner en evidencia asuntos que pueden mejorar la eficiencia y el impacto.

RS: *¿IMAGINE se da a conocer entre los médicos? Y, de ser así ¿cómo es su acogida?*

JTHP: En ese aspecto de darse a

conocer no somos muy buenos. Como es natural, estamos en los espacios de carácter científico, publicamos artículos en congresos y revistas internacionales del mejor nivel posible. En el país contamos con excelentes socios en el Hospital San Ignacio, la Fundación Santa Fe, Hospital San José y la Fundación Canguro, con quienes adelantamos proyectos de investigación de manera colaborativa.

RS: *En ese contexto de las relaciones ¿cómo están ubicados?, ¿cómo los ven?*

JTHP: A nivel nacional estamos entre los primeros (top) de nuestra disciplina; a nivel internacional, hacemos presencia en espacios de primer nivel... de vez en cuando 'salimos en la foto'. Somos tal vez el grupo nacional más grande, aunque todos somos muy pequeños. Los avatares de ciencia y tecnología en este país no son fáciles.

RS: *Y con entidades similares de carácter académico, ¿cómo es la relación?*

JTHP: Trabajamos con la Universidad Nacional, Javeriana, Universidad Industrial de Santander (UIS), Universidad del Norte en proyectos específicos. A nivel internacional, con INSA-Lyon, Kaiserslautern, Iowa, en proyectos conjuntos.

RS: *¿Cómo se financian? ¿Cuentan con recursos del Estado?*

JTHP: Con los escasos recursos buscamos espacios para adelantar

investigaciones que nos permitan avanzar, alrededor de distintas problemáticas. La relación universidad-empresa-gobierno existe por fuera del país, aquí existe la universidad y a veces la empresa. El compromiso es entre una pertinencia científica internacional y de aplicación con socios estratégicos. Actualmente nuestras fuentes de financiación son magras: proyectos internacionales, esfuerzo institucional interno, cooperación con algunas empresas, y con intermitencia, fondos de las agencias gubernamentales como Mintic, Colciencias, o Icetex. En esta dimensión necesitamos ser innovadores, y buscar esquemas sostenibles en donde los actores asuman con responsabilidad sus roles.

RS: *¿Los proyectos de investigación adelantados por ustedes han generado resultados prácticos?, ¿tienen ejemplos qué mostrar?*

JTHP: Hay seis empresas nacientes de computación visual, entre ellas Imaginex, Imagineópolis, Umbra, Datatrafic, Diagnos, para citar algunas. Empresas de videojuegos que han salido de aquí de talla internacional. Es un mercado que no existe y en Uniandes el criterio es, lo que no existe yo me lo invento. Podemos hablar de al menos 200 nuevos puestos de trabajo de alta calidad, creados con base en estas empresas.

No solo las firmas nuevas, también está la contribución y crecimiento

de compañías existentes. Aquí podemos mencionar ImexHS, creada hace siete años, que ha diseñado, construido e implementado con éxito internacional un servicio web de soporte integral a centros de radiología. Allí fue contratado hace dos años, nuestro egresado del doctorado Diego Angulo, quien está liderando la actividad de I+D+i en esa compañía y la colaboración con nuestro grupo. Esta iniciativa ha generado innovación y crecimiento que se manifiesta en el éxito internacional de las propuestas de avanzada que están haciendo al mercado mundial. Otro egresado, Juan Sebastián Torres, ha venido construyendo Diagnos, una empresa focalizada en servicios de radiología que ha venido posicionándose en el mercado. Ellos están haciendo país, creando empleo y valor, gracias al entusiasmo de profesores y estudiantes y, muy esporádicamente con apoyo del Estado. Cuando no hay constancia en tales apoyos es muy difícil lograr resultados de alto nivel.

RS: *Y el Ministerio de las Tecnologías de Información y Comunicaciones (Mintic) ¿tiene relación con ustedes? ¿Cómo lo ven?*

JTHP: Mintic ha complementado muy bien lo que lamentablemente dejó de hacer Colciencias, a pesar de que no es su misión; ha buscado dinamizar el sector con investigación mucho más aplicada, sobre Internet de las cosas y Analytics. Deberíamos trabajar en forma mancomunada, además de buscar la ma-

nera de vender lo que se hace en el país y no comprar únicamente lo que se hace en el exterior.

Sobre imágenes biomédicas

RS: ¿Cuál es su rol en IMAGINE, en particular sobre temas de salud?

Marcela Hernández Hoyos: Llevo 15 años de investigaciones después de terminar un doctorado en ingeniería biomédica. Trabajo principalmente en procesamiento de imágenes biomédicas, es lo que más gusta. Así mismo, en astrofísica, en detectar explosiones de estrellas en el universo.

En la línea de la biomedicina lo que hacemos es tomar las imágenes que salen de los dispositivos médicos (escáner, tomografía axial computarizada, TAC, ecografías, resonancias, entre otras) en formato numérico que el computador puede leer y, con base en esa imagen, desarrollamos el software que las analiza como si fuera un documento; dependiendo del proyecto elegido se realiza la búsqueda elegida.

RS: ¿En cuál proyecto específico está trabajando actualmente?

MHH: Trabajo en tres grandes y ambiciosos proyectos. Uno de ellos con el software que hemos desarrollado que permite cuantificar el tejido adiposo subcutal y visceral para prevenir eventos cardiovasculares. En la práctica, el paciente con o sin sobrepeso consulta el mé-

dico y éste le ordena un TAC de la región abdominal. Esas imágenes se leen y se busca un corte tridimensional para determinar e identificar las áreas de grasa. Con esta lectura el médico puede analizar la situación del paciente y producir un diagnóstico, además de calcular si existe algún asunto grave que atender.

Los médicos llegan con muchas necesidades representadas en una 'lluvia de ideas' que debemos priorizar. Para los tres proyectos se ha decidido con el médico en qué trabajar, considerando la dificultad del problema y la necesidad de una solución rápida en un caso masivo como la obesidad.

RS: ¿Cómo se entrelazan los lenguajes del ingeniero de sistemas y del médico?

MHH: El problema no es el lenguaje, en eso nos entrenamos para contribuir con el médico, desde la perspectiva del ingeniero. El lío es contar con el tiempo de los médicos. Muchos son unos apasionados por el tema, pero desde luego, hay otros a los que no les interesa.

Los médicos expresan sus necesidades y éstas dan origen a los proyectos de investigación, en eso basamos su puesta en marcha.

RS: ¿Cuánto tiempo les ha tomado la investigación sobre tejido adiposo para determinar el riesgo a tratar?

MHH: Venimos trabajando desde el

año 2008, completamos diez años perfeccionando nuestra propuesta en un trabajo conjunto con Médicos e Ingenieros de Colombia y Francia, en un proceso continuado y complejo. Nuestro método que segmenta y cuantifica de manera automática los tejidos corporales, ya recibió una patente de invención en Europa, Japón y Estados Unidos, se llama CAVAT (Computed Assisted Visceral Adipose Tissue), por sus siglas en inglés. El equipo, que tengo el privilegio de conformar, cuenta también con Luis Felipe Uriza, del departamento de Radiología del HUSI (Hospital Universitario San Ignacio), el estudiante Ricardo Antonio Mendoza de Ingeniería de Sistemas y Computación de Uniandes y el doctor Philippe Douek, director de radiología del Hospital Cardiológico de Lyon, en Francia.

RS: ¿Han realizado ejercicios en la práctica con pacientes?

MHH: Sobre la obesidad trabajamos inicialmente con 50 pacientes, no necesariamente obesos. Requerimos de cuatro médicos radiólogos que pintaran a mano, como si estuvieran utilizando una brocha de Paint. Una vez obtuvimos esos primeros resultados, se usó en 503 pacientes en el Hospital San Ignacio y demostramos que sí funciona.

Los médicos epidemiólogos estudiaron la relación entre grasa visceral y subcutánea con el perímetro abdominal para determinar el diagnóstico.

RS: ¿Esta herramienta de diagnóstico ya la tienen los médicos en funcionamiento?

MHH: Estamos en una fase de transferencia tecnológica, todavía no la tienen los médicos. Vamos a comenzar el estudio de mercado para su posterior comercialización, que contempla trabajar con los líderes de opinión. En esa dirección contamos con la endocrinóloga Martine Laville de Lyon y los médicos radiólogos Luis Felipe Uriza del hospital San Ignacio y Philippe Douek, del hospital Cardiológico de Lyon.

RS: ¿Cuál es la posibilidad de acceso de los pacientes a esta clase de estudios para el diagnóstico? ¿Son comunes?

MHH: Los costos son del TAC y como se trata de un solo corte, esto los reduce considerablemente. En países como Colombia y Francia debe pasar por un reconocimiento de la seguridad social, si se piensa en masa. Las empresas aseguradoras podrían contemplarlo en sus servicios.

Sobre análisis de datos y visualización de información

Revista Sistemas: ¿En qué consiste su trabajo?

John Alexis Guerra Gómez: Creo interfaces interactivas visuales que le permiten a los expertos explorar sus propios datos, extraer información de utilidad para ellos en la solución de sus necesidades específicas.

RS: ¿Podría describir un caso de estudio concreto?

JAGG: Encontrar doctores cometiendo fraude mediante el diagnóstico de medicamentos de manera sistemática. En los Estados Unidos se adelantó una investigación en torno a pacientes que estuvieran recibiendo muchos medicamentos, altamente adictivos. Gracias a nuestras propuestas de sistemas interactivos de visualización de datos de doctores, diagnósticos y farmacias, fue posible identificar conjuntos de situaciones en donde se mostraban evidencias de acciones sistemáticas plausibles de fraude.

RS: ¿Cuál es el punto de partida para iniciar el proyecto de investigación? ¿Cómo lo determinan?

JAGG: Con base en las necesidades puntuales del usuario, se reco-

pila la información, se procesa y se crea el algoritmo para analizar y obtener los resultados específicos. Esto nos permite de manera ágil, proponer ambientes altamente interactivos, de propósito específico, para que el usuario-experto pueda explorar, indagar, comparar, y gracias a esto, encontrar “insights” que apoyen su toma de decisiones. Podemos citar ejemplos como el análisis de clusters de senadores, de acuerdo con el comportamiento de las votaciones de congreso, que se analizan con expertos de ciencia política; análisis con expertos en bioinformática de resultados de exploraciones de comparación de secuencias, o el análisis de rehospitalizaciones y sus relaciones con los servicios de un hospital de alta complejidad, que se hace con expertos en salud hospitalaria. 🌐

Sara Gallardo M. Periodista comunicadora, universidad Jorge Tadeo Lozano. Ha sido directora de las revistas Uno y Cero, Gestión empresarial y Acuc Noticias. Editora de Aló Computadores del diario El Tiempo. Redactora en las revistas Cambio 16, Cambio y Clase Empresarial. Coautora del libro “Lo que cuesta el abuso del poder”. Ha sido corresponsal de la revista Infochannel de México; de los diarios La Prensa de Panamá y La Prensa Gráfica de El Salvador y corresponsal de la revista IN de Lanchile e investigadora en publicaciones culturales. Se ha desempeñado también como gerente de Comunicaciones y Servicio al Comensal en Inmaculada Guadalupe y amigos en Cía. S.A. (Andrés Carne de Res) y editora de Alfaomega Colombiana S.A.; es editora de esta revista.

Industria de la salud y TI

DOI: 10.29236/sistemas.n149a5

Adaptación y resumen del informe del Foro Económico Mundial, 2016

Jeimy J. Cano M.

Los líderes de la mayoría de industrias coinciden en el rápido cambio del papel de la tecnología digital que, de impulsor de la eficiencia operacional, hoy es un facilitador fundamental de la innovación y el sector de la salud no es ajeno a este panorama.

La digitalización es la causa de transformaciones a gran escala y de amplio alcance en múltiples negocios, generando oportunidades sin precedentes para la creación y captura de valor, pero también una

fuerza importante de riesgo. De ahí que los líderes de todos los sectores estén lidiando con las implicaciones estratégicas de tales transformaciones para sus organizaciones, los ecosistemas de la industria y la sociedad.

Tales implicaciones van en aumento en términos económicos y sociales y generan serios interrogantes sobre el impacto más amplio de la transformación digital. “El Foro Económico Mundial está comprometido en ayudar a los líderes a en-

tender estas implicaciones para dar forma a mejores oportunidades para los negocios y la sociedad”.

En 2016, su iniciativa Transformación Digital de Industrial (DTI) se centró en el impacto de la transformación digital en 10 industrias. El informe fue preparado en colaboración con Accenture y la participación de más de 200 expertos de empresas, gobierno y academia, sumados a 100 socios de la industria para sentar las bases del proyecto.

Tendencias en salud

La introducción de servicios digitales será uno de los factores más importantes en la transformación de la atención médica en la próxima década.

Las barreras reguladoras, los obstáculos económicos y las dificultades para acceder a la digitalización efectiva de datos de los pacientes, incidirán en la puesta en marcha de servicios pioneros.

Aunque el servicio de salud mundial ha mejorado en las últimas décadas, el modelo actual para brindar atención médica está siendo impactado negativamente y en forma lenta por el envejecimiento de la población y mayores restricciones al gasto público. Esto significa reinventar el modelo de atención y repensar las estructuras funcionales del reto de la prevención, sobre el diagnóstico y el tratamiento.

La asistencia médica deberá transformarse y la función digital desempeñará un papel de vital importancia.

El servicio de salud se centrará en el usuario de la salud, en otras palabras, el paciente, quien tendrá mucha responsabilidad en la gestión de su atención médica y la de sus familias, para lo cual el fundamento del modelo deberá estar articulado por los resultados de la atención y no por el volumen de pacientes.

El tipo de atención estará basado en “diagnosticar y tratar” para “prevenir y gestionar”¹.

La tendencia será por **pacientes ambulatorios, como medio óptimo de atención, apoyado en atención** virtual, lo cual ampliará el acceso en áreas rurales y descentralizará la atención para aumentar no sólo la cobertura, sino la calidad del servicio.

La nueva estructura de salud disminuirá su disponibilidad de más camas y se cifrará en el desarrollo de servicios para mejorar el acceso, la calidad de atención y ofrecer menores costos.

La llegada de la atención médica centrada en el paciente permitirá poner mayor énfasis en la prevención y el acceso, utilizando medios digitales, lo que necesariamente requiere inversión y compromiso por parte de los ejecutivos y gobier-

nos para abrir nuevas oportunidades en la salud de los ciudadanos.

Lo digital en atención médica para la próxima década

1) La atención inteligente mejorará los resultados del paciente y reducirá el costo de la atención médica mediante el uso de medicamentos de precisión. Robótica e impresión médica.

2) La atención en cualquier lugar hará que la atención médica se acerque más al hogar, a través de los avances en el hogar conectado y virtual. Atención, que también ayudará a ampliar el acceso, especialmente en las economías maduras.

3) El cuidado empoderado, a través del desarrollo de "servicios de vida", permitirá a los ciudadanos tomar un papel más activo gestionando su propio bienestar y asistencia sanitaria.

4) Las empresas inteligentes de salud proporcionarán soluciones basadas en datos que permitan a los trabajadores de la salud y sus empresas maximizar su eficiencia, para que la salud del paciente sea monitoreada de manera más efectiva en tiempo real.

Lo digital está apoyando y acelerando el cambio sistémico hacia la atención médica basada en el valor. Componentes de hardware altamente conectados, junto con

sensores inteligentes y dispositivos, ayudan a los prestadores de servicios y proveedores.

Tendencias tecnológicas

"En los próximos cinco años, lo digital afectará a la salud más que a cualquier otra industria", según Sumeet Aggarwal, director general de Fortis Healthcare.

El uso de nuevas tecnologías en tratamientos médicos ha significado disminución de muertes en enfermedades como el VIH/SIDA y ciertas formas de cáncer.

Entre 2001 y 2016 los costos de estudio del genoma humano han pasado de un millón de dólares a mil dólares, por las mejoras en técnicas de estudio de los genes, las terapias genéticas y el desarrollo de tratamientos personalizados.

Los avances en robótica e impresión 3D proporcionan datos en forma más expedita y disminuirán los costos en almacenamiento de datos a escala.

El Big Data ha generado el descubrimiento de nuevos fármacos y estudios de población a gran escala, como el Biobank del Reino Unido.

Adopción de tecnología digital

A pesar de los importantes avances científicos, es evidente la necesidad de mayores esfuerzos en la industria de la salud, encaminados a

desarrollar nuevas tecnologías e introducir más innovación digital.

Una encuesta reciente entre prestadores de servicios de salud mostró la importancia que ellos le dan a la tecnología digital en la atención médica y la necesidad de innovar en tal dirección². También señalan que existe una gran brecha entre el presente y el futuro en el que quisieran estar.

Más del 90% de los encuestados evidenció su deseo de cambiar sus inversiones en tecnología y encontrar mejores formas para aprovechar el Big Data. Solamente un reducido grupo de ellos había actualizado sus capacidades de tecnología y análisis.

Los ciudadanos creen firmemente en la importancia de que sus proveedores de servicios de salud ofrezcan plataformas electrónicas, que aún no están disponibles.

El deseo de los pacientes por acceder a unos servicios digitales de salud no siempre se ha visto acompañado por la acción de la industria, tal vez influenciados por las dos terceras partes de médicos estadounidenses reacios a permitir que los pacientes accedan a sus propios registros de salud³.

La investigación encargada por Accenture en 2013 encontró que sólo el 37 por ciento de las organizaciones de atención médica permite a las personas reservar o can-

celar citas en línea; el 21 por ciento proporcionó un servicio en línea para acceder a las recetas; y, sólo el 23 por ciento de los proveedores de atención médica ofreció acceso electrónico a los registros médicos⁴.

Beneficios de la digitalización en la salud

Son varias las razones por las que el sector de la salud no se ha beneficiado de la digitalización, como sí ha sucedido en otras industrias. Una de ellas, la baja inversión en tecnologías de la información (TI), representada entre un 3 y 4% de los ingresos invertidos en esa área⁵.

Aunque los datos se capturan a un ritmo acelerado, se estandarizan y promueven la interoperabilidad, esta experiencia no ha sido la mejor. Existen barreras para acceder y compartir los datos, tales como las regulaciones de privacidad y sensibilidad de los datos. Así mismo, la prestación del servicio continúa dependiendo de expertos en una atención médica altamente calificada. En otras palabras, la cultura y tradición de la industria han dificultado la automatización.

Creación de valor en asistencia de salud

Señalan los expertos dentro del estudio que “la cadena de valor de la industria será sacudida por la tecnología digital”. Los líderes gubernamentales y empresariales en la

industria de la salud tienen un apetito por la innovación, pero la comprensión del significado de ese valor es menos clara y se convierte en un fuerte obstáculo.

Este estudio evalúa la capacidad de la transformación digital para crear valor en las partes interesadas, entre ellas los gobiernos, las empresas, los profesionales de la salud y los pacientes. Mientras los grupos de interés no tengan claridad de aquellas cosas que cambian y crean mayores beneficios en la gestión de la salud, no habrá espacio para concretar y desplegar las iniciativas que transformen este sector.

Beneficios de la tecnología digital

Es probable que la transformación signifique una mejora en el acceso a la atención médica, la calidad y la asequibilidad.

Para los jugadores de la industria, la digitalización puede agregar valor a través de la generación mejorada de ingresos, la eficiencia del capital, la optimización de costos y la productividad.

La innovación digital puede liberar a los profesionales de la salud de ciertos aspectos de su oficio para permitirles estudiar y analizar casos de vanguardia.

Por último, y quizás lo más importante, los pacientes pueden bene-

ficiarse de las iniciativas digitales, a través de mejores resultados y mejores experiencias.

Ecosistemas de salud

El reciente progreso hacia la digitalización en la atención médica ha generado oportunidades para que nuevos participantes ingresen a la industria.

Como en muchos otros sectores, la adopción digital está comenzando a desdibujar los límites tradicionales de la industria. La salud no es una excepción, con un diluvio de jugadores no tradicionales y tradicionales que ahora compiten de lado y lado.

Farmacéutica y las empresas de tecnología médica están extendiendo "más allá de la píldora" para estar mucho más sintonizadas con los servicios de salud y, en oportunidades compiten entre ellos. Un ejemplo es Fresenius Medical Care y DaVita Healthcare Partners, dedicados a cubrir el segmento de diálisis, ahora expandiendo su presencia para ofrecer servicios clínicos complementarios, en competencia con los prestados por proveedores de servicios tradicionales.

Otros ejemplos contemplan empresas de tecnología de consumo tradicional como Samsung, Google y Apple, que utilizan su conexión diferenciada con el consumidor para crear nuevas ofertas que vuelvan a imaginar el status quo de la salud.

En 2014, Fortune 500 incluía 14 empresas de salud tradicionales, con 24 nuevos participantes con raíces en las telecomunicaciones, usuarios, finanzas, tecnología o industrias minoristas. De hecho, más de la mitad de los CEO de atención médica anticipan que sus empresas tendrán que diversificarse en nuevos sectores dentro de los próximos tres años, y el 29% de ellos ya había llevado a sus empresas hacia nuevas industrias. Esta expansión puede conducir a la creación de nuevos ecosistemas que incorporan los servicios de proveedores de servicios de salud heredados, no relacionados con la salud, entre ellos fabricantes de dispositivos y, en algunos casos, startups de empresas de salud digital.

La salud digital que había registrado a nivel mundial 14 mil millones de dólares en fondos e inversiones durante los últimos seis años, llegó a casi 5 mil millones de dólares en 2014.

Los nuevos participantes pueden encontrar nichos rentables al llenar los vacíos tecnológicos o brindar nuevas experiencias al paciente.

En el corto y largo plazo, se espera que el impacto disruptivo de las nuevas empresas en las ganancias de la industria predominante sea relativamente silencioso.

Reflexiones finales

A manera de conclusión, el informe en el que participaron actores de

gobierno, empresa y academia, refleja aspectos clave que describen la industria en el sector de la salud y la tecnología.

En esa dirección, sobre las tendencias indica que la introducción de los servicios digitales incidirá de manera muy fuerte en la transformación de la atención médica, en la próxima década.

Así mismo, el estudio enfatiza en el incremento del número de participantes nuevos en la industria, jugadores tradicionales y no tradicionales que entran a competir como prestadores de servicios y proveedores de equipos.

El informe también se refiere a los efectos de la transformación en el acceso y la calidad de los servicios a prestar. Advierte que la tecnología ofrecida a los médicos, les proporcionará más tiempo para el análisis y estudio de casos de vanguardia.

Así mismo, la investigación se detiene a mostrar cómo la transformación digital dará lugar a la creación de valor entre gobiernos, empresas, profesionales de la salud y los pacientes. Eso sí, en el marco de una conciencia clara por parte de los dirigentes formuladores de las políticas para el sector.

El análisis también apunta a la innovación, frente a la necesidad de entender su alcance. No basta el apetito de innovar, si no hay una

comprensión profunda de su significado, y vaticina que tal carencia podría convertirse en un fuerte obstáculo.

En consecuencia, la transformación digital –de acuerdo con este informe–, será protagonista en todas direcciones dentro del sector de la salud.

Referencias

- 1 Christensen, Clay, *The Innovator's Prescription: A Disruptive Solution for Health Care*, McGraw-Hill, 2008.
- 2 “CEO Survey Healthcare Insights”, PwC, 2014, <http://www.pwc.com/gx/en/ceo-survey/2013/industry/healthcare.jhtml>. 21 Munro, Dan, “New Poll Shows Two-Thirds of Doctors Reluctant to Share Health Data With Patients”, *Forbes*, June 8.
- 3 Munro, Dan, “New Poll Shows Two-Thirds of Doctors Reluctant to Share Health Data With Patients”, *Forbes*, June 8, 2015, <http://www.forbes.com/sites/danmunro/2015/06/08/two%E2%80%92thirds-of-doctors-are-reluctant-to-sharehealth-data-with-patients/>.
- 4 “The Virtual Waiting Room”, Accenture, 2013, https://www.accenture.com/t20150523T040537__w__/_usen/_acmedia/Accenture/Conversion-Assets/DotCom/Documents/Global/PDF/Industries_11/Accenture-Virtual-WaitingRoom-Infographic.pdf.
- 5 “IT Key Metrics Data 2015: Key Industry Measures: Healthcare Providers Analysis: Multiyear”, Gartner, December 15, 2014. 

Jeimy J. Cano M., Ph.D, CFE. Profesor Asociado. Escuela de Administración, Universidad del Rosario. Ingeniero y Magíster en Ingeniería de Sistemas y Computación por la Universidad de Los Andes. Especialista en Derecho Disciplinario por la Universidad Externado de Colombia. Ph.D in Business Administration por Newport University, CA. USA. Ph.D en Educación por la Universidad Santo Tomás. Profesional certificado como Certified Fraud Examiner (CFE), por la Association of Certified Fraud Examiners, y como Certified Internal Control Auditor (CICA) por el Institute for Internal Controls. Director de la Revista *Sistemas de la Asociación Colombiana de Ingenieros de Sistemas –ACIS–*.

Lo humano y lo tecnológico en medicina

DOI: 10.29236/sistemas.n149a6

La tendencia de esta relación apunta a que el ser humano (paciente) sea el centro entre la prestación de servicios de salud y la innovación tecnológica. ¿Qué hay de la teoría a la práctica?

Sara Gallardo M.

Aunque muchos analistas en materia de salud muestran como tendencia la ubicación del ser humano –paciente y su entorno–, en el centro del círculo conformado por servicios de salud e innovación tecnológica, falta mucho camino por recorrer para esa anhelada realidad.

La situación ideal apunta a una interacción entre todos los actores, con el paciente como protagonista y a su alrededor médicos, cuidadores, asesores, educadores, asegu-

radadores y proveedores de tecnología. En otras palabras, una relación humana que se sirva de los desarrollos tecnológicos.

En ese camino es imprescindible tener en cuenta el nuevo perfil del paciente, generado en buena parte por la tecnología y el acceso a información con la que antes no contaba. De ahí que el médico sentado en su 'trono' de conocimiento y afeerrado a su lenguaje especializado esté mandado a recoger. No obs-

tante, en la práctica esa distancia persiste.

En Colombia el sistema de salud pública está muy lejos de contemplar tales parámetros para ofrecer calidad en los servicios, a pesar de ser un derecho constitucional del ciudadano. Los esfuerzos están más orientados a la cobertura, como lo muestran las cifras del Ministerio de Salud y Protección Social -94.36% a agosto de 2018-.

Un paciente para aspirar a un servicio digno y apoyado en nuevos equipos, producto de los avances tecnológicos, debe disponer de una medicina prepagada a la que, por sus costos, sólo puede acceder un número reducido de la población.

Para analizar tales aspectos y la relación entre lo humano y lo tecnológico en medicina, fue convocado un selecto grupo de profesionales

pertenecientes al sector de la salud en el país.

A la reunión asistieron Javier González Rodríguez, médico, cirujano y profesor asociado de la Universidad del Rosario; Alonso Verdugo Medina, médico, industry cloud solution architect- healthcare, en Microsoft-Latin America; Henry Mauricio Gallardo Lozano, médico, especializado en administración de salud y director general de la Fundación Santa Fe de Bogotá; Wilson Villarreal Cantillo, médico, neurocirujano de la Clínica San Rafael y Leonardo Flórez Valencia, profesor asociado e investigador de la Facultad de Ingeniería de la Pontificia Universidad Javeriana.

El director de la revista, Jeimy J. Cano Martínez, abrió el debate y expresó que existen grandes desafíos desde el punto de vista del paciente, los proveedores y, sobre



todo, en términos de seguridad. “En ese contexto la confianza entre médico y paciente también debe orientarse hacia lo que hoy se denomina como la confianza digital, ejercicio de doble vía que mejorará mucho el servicio de salud”, agregó para comenzar la ronda de interrogantes.

Jeimy J. Cano M.



*¿Cómo ha cambiado la práctica médica al incorporar ahora elementos digitalmente modificados como parte del mejoramiento de la salud de las personas?
¿Habrá menos anfiteatros y más simuladores?*

Wilson Villarreal C.

Compenetrados en este tema y su relación con la práctica médica, nosotros sí estamos en contacto permanente con la tecnología. Jamás hemos podido estar aislados de ésta y sus avances que progresan continuamente y nos ayudan a re-

solver los problemas en medicina, en dar un diagnóstico cada vez más concreto y sumamos a ello los cambios progresivos en los equipos de laboratorio y de patología con sus microscopios que nos han permitido conocer una célula normal y de ahí poder detectar las anomalías en una célula patológica o enferma. De hecho, las diferentes especializaciones de la medicina y el trabajo interdisciplinario son un conjunto de interacción que permite análisis de problemas e inducen al desarrollo tecnológico.

Dentro de mi campo siempre hemos necesitado los estudios paraclínicos, entre ellos, los estudios radiológicos, que se pudieron modificar por el conocimiento de los médicos aportados a la ingeniería, encaminados a identificar las estructuras del cuerpo humano. La escanografía nos llevó al avance en el tratamiento de las enfermedades neurológicas, en una forma impresionante. Observar en una imagen el cerebro, desde su forma simple y complementarla con herramientas posteriores como la resonancia magnética para identificar diferentes patologías tales como tumores, lesiones en los vasos, además de ubicar el sitio más exacto para una intervención quirúrgica, son fundamentales para resolver problemas y planear el manejo quirúrgico de un paciente, se trata de estudios que se complementan entre sí. En la docencia, los estudiantes reciben una información de imágenes radiológicas con valor más real de

las estructuras orgánicas para permitir al médico generar un diagnóstico y planeamiento terapéutico con mayor acierto y seguridad al paciente. Aunque la tecnología ha tenido grandes avances, no pensamos en la posibilidad de que los anfiteatros estén condenados a desaparecer, los elementos allí analizados siguen siendo un patrón muy importante para hacer comparaciones con los simuladores disponibles.

Alonso Verdugo M.



Como introducción a mi respuesta traigo a colación “El rompecabezas de la ingeniería”, libro del autor mexicano Daniel Reséndiz Núñez, quien en su introducción advierte sobre el parecido entre esta profesión y la medicina, toda vez que no son un fin en sí mismas, a diferencia de otras disciplinas. Las personas buscan un médico para tratar algún problema de salud, somos un

medio; al ingeniero lo buscan por fallas tecnológicas de los equipos. Las dos profesiones cuentan con una serie de herramientas suministradas en la formación, cuyo objetivo es interpretar un problema y formular un diagnóstico, seguido de un plan de corrección y su posterior evaluación de su ejecución, aprender y mejorar lo realizado. Cada situación es única, el médico no tiene dos pacientes iguales, tampoco dos computadores son iguales, siempre hay un desafío adicional. La pregunta permite analizar cómo enseñamos para que las personas evalúen y diagnostiquen bien y lo más desafiante, recomienden bien, tener la capacidad de visualizar la evolución. En medicina tenemos acceso a tecnologías increíbles, entre ellas secuenciadores de genoma, máquinas como la tomografía, ecografías, PET scan que permite observar cuánto oxígeno consume una célula. Pero, muchas veces adolecemos de la posibilidad de obtener una vista integral alrededor del caso del paciente y ahí se registra el desafío, porque la informática —el uso digitalizado de la información para soportar la toma de decisiones—, en la salud, su uso y madurez, son bajos, comparativamente con otras industrias como el entretenimiento, banca, retail. En consecuencia, es necesario trabajar de manera interdisciplinaria. Los simuladores, por ejemplo, son una herramienta muy útil, siempre acompañados con el conocimiento suministrado por los médicos docentes. No obstante, hay mucho

por desarrollar, como lo señala un artículo (Flemming Bjerrum, Ann Sofia Skou Thomsen, Leizl Joy Nayahangan & Lars Konge (2018) Surgical simulation: Current practices and future perspectives for technical skills training, *Medical Teacher*, 40:7, 668-675, DOI: 10.1080/0142159X.2018.147275), que se refiere a aspectos como el arte, la habilidad y un buen maestro no reemplazable. Y como colofón recorro a comparar con la aviación. Hoy, aunque la automatización es amplia, siempre existe un factor humano. En medicina sucede lo mismo, el factor humano es clave y ni la inteligencia artificial lo puede ignorar. Es necesario avanzar en la velocidad y la precisión para la toma de decisiones. Hoy existen médicos más digitales.

Javier González R.



Siempre advierto a mis alumnos que la medicina es una antes y otra

después de la tecnología. Las primeras aproximaciones de la medicina a la tecnología fue la lente, que nos permitió acercarnos al macro mundo del cosmos con el telescopio y también al micromundo a través del microscopio, lo que los antiguos médicos epidemiólogos denominaban las miasmas, descritas como las “inmundicias” que llevaban las enfermedades de paciente a paciente hasta producir las epidemias. Luego nos damos cuenta que se trataba de gérmenes y bacterias que podíamos controlar, hasta cuando aparece la penicilina, en la era de la antibacterioterapia. Hoy en día, si no fuera por la alianza entre la ingeniería y sus desarrollos en tecnociencia, aplicados a la medicina, ésta no hubiera tenido el avance actual. Basta citar las herramientas que soportan un diagnóstico, las intervenciones de neurocirugía y otros escenarios para esta afirmación. Antes, por ejemplo, un urólogo entraba a cirugía con un margen de incertidumbre, lo que hoy en día no se registra con el apoyo de la tecnología en diagnóstico y procedimiento quirúrgico. En cuanto al punto de si la tecnología hará cambiar la forma de atender a los pacientes, un ejemplo de comparación en la actualidad es el mappamundi digital, puesto que sucede lo mismo con la anatomía humana. Un google map muestra la generalidad y ubicación de lugares en el mundo; en la medicina, aunque los simuladores suministran información clave para el diagnóstico, no posibilitan la precisión en el detalle

que permite el estudio del cuerpo humano en el anfiteatro. El apoyo de la tecnología a la medicina es innegable y son muchos los ejemplos que se pueden citar sobre el uso de los simuladores actuales. Han contribuido hasta en las expectativas de vida del ser humano. Es tal el avance que hoy casi no usamos el fonendoscopio, quizás para un diagnóstico de entrada, pero no como antes. La necesidad actual de certidumbre es tan alta, que sin la tecnología no la obtendríamos, además los abogados nos tienen en la mira.

Leonardo Flórez V.



Desde mi perspectiva como ingeniero de sistemas, el mejor procesador lo tenemos sobre los hombros. Pero, también es cierto que la tecnología ha ayudado mucho en la formación de los médicos, teniendo en cuenta que las nuevas generaciones de estos profesionales son

nativos digitales. ¿Por qué no aprovechar las habilidades de la generación de médicos de la década de los años 80 para jugar Nintendo o Atari, en procura de que todos los equipos de intervención tengan controles similares para avanzar mucho más rápido? El cuerpo humano es un sistema hipercomplejo, matemáticamente se puede emular como un sistema caótico, sin querer significar que se trata de un caos completo, sino en la forma como podemos controlar, por ejemplo, el camino de una arteria. El médico puede saber por dónde va, pero hasta no ver una imagen o abrir la caja torácica, no tiene la certeza para saberlo. Y obtener una tecnología para ese tipo de precisiones es muy difícil, además por todas las variables involucradas, aquellas que no se pueden ver en forma directa. ¿Cuál es el flujo, la densidad de los materiales, la composición de la sangre? En ingeniería se pueden simular fluidos, y los más difíciles son los ríos y la sangre. Esto es muy complicado y, en mi concepto, la visión de anfiteatro nunca podrá ser reemplazada por un simulador, toda vez que la tecnología no podrá llegar allá. Para esos problemas hipercomplejos, se empieza a hablar de una máquina, pero si ésta hubiera comenzado a resolverlos en el momento del Big Bang, en este momento no iría por la mitad su solución. Así que el procesador humano que es el cerebro, nunca podrá ser reemplazado, gracias a la intuición y a esa formación artesanal existente en todas las

profesiones, provenientes de nuestros maestros. Los simuladores no sólo se pueden usar en la formación de un médico, sino en su práctica profesional para poder planear una intervención quirúrgica o algo más de seguimiento clínico, pero siempre existirá el caos, ese algo indeterminado y unas variaciones en el tratamiento que, sin el conocimiento y la astucia del médico, los sistemas no son capaces de solucionar. Es decir, la tecnología ayuda a que el médico pueda tomar decisiones en forma más rápida, tal y como sucede en cualquier disciplina del conocimiento humano, basta citar las posibilidades en el entrenamiento en que el usuario recibe la información sobre las nuevas series de su gusto; lo mismo debería suceder en la medicina, para que los seres humanos pasen más tiempo haciendo lo que verdaderamente importa y la tecnología sea un apoyo para tomar decisiones más rápidas, en torno a la formación artesanal. Son decisiones que contemplan los aspectos subjetivos, la intuición del experto que las toma.

Henry Mauricio Gallardo L.

Más allá del interrogante, creo que lo que se ha cambiado es toda la práctica de salud, desde la prevención hasta la rehabilitación y su seguimiento. Y le cambió la vida por completo a los pacientes, a las familias de los pacientes, a los cuidadores de los pacientes, a los médicos, a las enfermeras, a las terapeutas, a los químicos farmacéu-

ticos, a los ingenieros que trabajan en el gremio y a cuanto profesional vinculado a la salud. Un paciente hoy interactúa en forma muy distinta en el servicio de salud con el médico, desde cómo pedir una cita y programarla hasta cómo encontrar un especialista, este proceso es muy distinto. La forma como se hace el diagnóstico es más veloz, más precisa, más soportado en datos. El médico ahora puede llevar las imágenes diagnósticas en el celular sin ninguna dificultad y planear su cirugía para el día siguiente. Y la precisión en el diagnóstico crece cada vez más, soportada en tecnologías más sofisticadas; van cayendo las antiguas y aparecen unas que claramente vencen a las anteriores. El acceso a evidencia para tomar mejores decisiones por parte de los médicos, es contundente. Ahora se enciende un computador y mediante tres clics se logra obtener toda la evidencia disponible y eso hace que los planes de



tratamiento sean más personales, más individuales y más seguros. Tales tratamientos están soportados en insumos, robots y medicamentos, entre otras alternativas, que proporcionan mayor velocidad en el manejo de los pacientes y, por lo tanto, mayor precisión en las técnicas quirúrgicas que claramente son diferentes a las existentes hasta hace pocos años. Solamente el tema de robots cambió el panorama. Basta mencionar otros desarrollos como Watson y sus efectos de cambio. Vale la pena también considerar el seguimiento; todos tienen relojes que marcan números raros, pero que además pueden medir frecuencias cardíacas y otro cúmulo de asuntos, de tal manera que el seguimiento de un paciente crónico es más expedito, eso sí el costo de ese reloj es mucho más alto que el de los tradicionales. Un reloj digital permite hacer seguimiento sobre aspectos inimaginados, como que una persona en su cotidianidad pueda evaluar su condición de salud en caso de condiciones crónicas. Y ahí no para el avance. Sobre una población que aparentemente está sana, se puede explorar para predecir qué va a suceder con tales personas, de acuerdo con su ubicación geográfica, su familia, sus antecedentes, sobre sus posibilidades de riesgo y toda esa data está disponible para predecir salud.

Sí creo que la salud y la práctica médica están cambiando de manera radical y estamos frente a una

revolución brutalmente grande que no sabemos a dónde llegará. Creo que ustedes tienen razón cuando señalan que el arte nunca va a terminar, pero tengo dudas de la existencia de anfiteatros a futuro, porque ya contamos con tejidos a partir de colágeno producido y simular un procedimiento tan sencillo en salud como coger una vena, no tiene precedentes. ¿Para qué tener anfiteatros o practicar con seres vivos? Y ahí surgirán discusiones éticas muy complejas, aparecerán cuestionamientos sobre qué tanto esos simuladores sí simulan lo que se requiere y qué tanto ayudan. No sería tan tajante en decir que no van a existir anfiteatros, aunque ya hay facultades de medicina en el mundo que no los tienen, tal y como los conoció la generación de los años 80 y 90. Y están lanzados a hacer simulación a fondo, con serias implicaciones en la formación médica futura. Parte del paradigma que tenemos en salud es que la experiencia y la exposición a esa medicina y a esa forma tradicional de aprender es fundamental y se necesita. Y, posiblemente ese paradigma también esté en entredicho. La forma de aprender en medicina y salud en general será muy distinta a futuro. Y la forma de hacer investigación en humanos, quién sabe si se realizará de la misma manera.

Wilson Villarreal C.

En el entorno del personal médico que se está especializando vemos cómo en el entrenamiento, el verdadero “anfiteatro” que le aporta el

conocimiento no es la estructura inmóvil vista en este escenario como tal, sino la experiencia del instructor cirujano en el paciente vivo. De hecho, también es posible acceder a simuladores para experimentar los riesgos más frecuentes como la rotura de un aneurisma o un vaso sanguíneo, entre otros ejemplos de situaciones complicadas que se presentan en una sala de cirugía, para adquirir la habilidad de corrección de las mismas. Se tiene la experiencia en el paciente vivo y la posibilidad de utilizar un simulador, esto lleva a no utilizar el anfiteatro. Son pocos los trabajos de investigación con base en medicina legal.

Jeimy J. Cano M.

Aunque en el desarrollo de la primera pregunta fueron abordados aspectos de la segunda, la formulo: en este diálogo convergente entre medicina y tecnología, ¿cómo han cambiado las estrategias de prevención y cuidado de los pacientes? ¿Tienen comentarios adicionales a los ya planteados?

Javier González R.

Lo que sí será necesario es modificar la forma en la educación de los médicos. Se requiere analizar los datos y para eso es imprescindible enseñar al respecto. Contemplar la información basada en evidencia para predecir el enfoque de riesgos, por ejemplo, es clave, de ahí que los médicos deben salir muy bien formados en analítica de información, algo que aprenden quie-

nes estudian epidemiología o un poco de economía, el resto no. Es necesario que los médicos, desde la base, aprendan análisis de datos y que entiendan la importancia de todos los aspectos inherentes para complementar la formación.

Henry Mauricio Gallardo L.

Los pacientes hoy son profundamente autónomos gracias a la tecnología y es necesario reflexionar sobre cómo empatar la oferta de educación médica, incluidas las disciplinas relacionadas, con esa autonomía del paciente, toda vez que ese nuevo panorama producirá un cambio radical en el contrato social entre los pacientes y los profesionales de la salud. Hace 50 años un paciente no tenía acceso a la información y llegaba a un sitio en medio de personas expertas y en ese ambiente perdía por completo su autonomía, debido a la falta de conocimiento sobre la ciencia que ellas manejan. Hoy, la situación es otra: los pacientes llegan después de haber investigado a fondo por Internet, abordan al médico con preguntas prearmadas y cuando se trata de pacientes crónicos, saben más de su condición clínica que muchos de los profesionales al otro lado de la mesa. Esa interacción va a cambiar de manera radical, un paciente que encuentra en Google el último tratamiento para el dolor de cabeza, llega donde cualquier médico y le dice: -Doctor y ¿no será que este medicamento que lanzaron ayer me sirve? De ahí surgen muchas inquietudes a tener en

cuenta, sobre cómo se les va a responder y a dar una explicación eficiente e inteligente a los pacientes y a sus familias, que indagan y obtienen una avalancha de información en torno a la salud.

Alonso Verdugo M.

En los últimos 15 años, la medicina viene enfrentando un desafío global en su sostenibilidad. Hoy el paciente no sigue las órdenes de su médico, como lo hacía veinte años atrás, porque está informado y eso da lugar a una disciplina basada en la evidencia; entran a funcionar los protocolos y las guías de manejo para hacer más seguro el ejercicio médico.

Hace un par de años y por primera vez en Estados Unidos se publicó como tercera causa de muerte el error médico, entendido no como iatrogenia, es decir, que por la impericia profesional se comete un error y la persona queda afectada (https://www.bbc.com/mundo/noticias/2016/05/160504_salud_errores_medicos_tercera_causa_muerte_eeuu_il). Se trataba del error médico en su diagnóstico, basado en la información disponible a través de una tecnológica hecha solamente con base en los datos generales encontrados. Empezaron a medirse los costos para concluir que la medicina no puede continuar siendo de evento, como es el caso de una fractura, la postura de un yeso y la posterior recuperación. Hoy se habla de promoción y prevención, en pago por desempeño, en

mirar la calidad del egreso y la evaluación del médico sobre indicadores efectivos. Esto exige que sea profundamente interdisciplinaria, para mirar al paciente de manera integral con su ambiente para proceder a la mejor opción terapéutica, de recuperación y evitar eventos catastróficos. En ese contexto, sin tecnología no es posible realizarlo. (<https://www.ahrq.gov/professional/s/prevention-chronic-care/improve/coordination/caremanagement/index.html>)

Una aseguradora ecuatoriana encontró un perfil sobre los millenials, en el sentido de que son profundamente proactivos en el tema de salud, tienen un chip diferente. Son también proactivos buscando bienestar, cuidando a la familia y este grupo asegurador logró identificar un perfil de mujer joven obsesionada con la salud en torno a su círculo familiar y lo utilizan como factor para hacer control y prevención. En Chile encontraron al hp (hombre pequeño), niño digital, y como en pacientes con enfermedades crónicas su interacción con el mundo digital es pobre, la estrategia del Ministerio de Salud es llegar a través del hombre pequeño con la información sobre los programas de control y prevención. Colombia tiene experiencias hermosas, por ejemplo, Compensar tiene un proceso de gestión de paciente crónico y uso de información para ser proactivo en diabetes, publicado en el diario Portafolio, en el cual por cada US\$40 invertidos anualmen-

te, ahorran hasta US\$100 en eventos de alto impacto (<https://www.portafolio.co/negocios/empresas/compensar-monto-sistema-ahorra-plata-afiliado-34124>). En otras palabras, uso de información para poner en práctica la medicina preventiva.

Jeimy J. Cano M.

El fundamento actual del sistema de salud se basa en el número de pacientes atendidos y se espera que evolucione hacia la eficacia en el tratamiento recomendado. En este contexto, ¿la tecnología posibilita esta evolución?

Henry Mauricio Gallardo L.

El tema de volúmenes en salud es algo absolutamente preocupante, viene de pensar mucho en la plata y no en la gente. Y con esa introducción explico qué debería pasar. Lo que deberíamos producir en salud es valor, entendido como el mejor desenlace clínico posible para el paciente, con la mejor experiencia desde la perspectiva de su necesidad, sus angustias y sus expectativas. Y eso debería suceder a un costo razonable. Las fórmulas que se han probado, en donde lo importante es manejar el costo y olvidarse de los desenlaces clínicos no son fórmulas adecuadas. Supongamos que somos capaces de lograr los mejores desenlaces clínicos en trasplantes hepáticos, para citar un ejemplo, con una experiencia tremendamente positiva para el paciente y su familia y el costo fuera

lógico. Esos tres elementos de esa fórmula, todos son influenciados por tecnología. Y en ese sentido, mejor diagnóstico, mejor interacción del paciente, mejor comunicación del equipo con el paciente, mejor tecnología, mejor momento quirúrgico, entre otros aspectos, puede producir hoy que un paciente de trasplante hepático regrese a su casa al quinto día del procedimiento, o antes, y que pueda volver a trabajar al cabo de muy pocos días adicionales. El costo de hacer un trasplante hepático antes era imposible de predecir, hoy es perfectamente predecible. Organizar los modelos logísticos razonablemente sencillos es posible en pacientes de tales características, en una forma por completo ordenada. Y la respuesta a si la tecnología posibilita esa evolución, es afirmativa. Y la evolución debe orientarse hacia aspectos masivos que busquen menores costos y determinen mejores resultados en salud.

Leonardo Flórez V.

Completamente de acuerdo con lo expuesto por el doctor Gallardo. Y pensando en la tecnología que mejore el costo para el paciente, no el costo económico, existen dos áreas de moda en las que se empieza a trabajar en la medicina. Una es el Big Data, el análisis de grandes volúmenes de datos apoyado por la inteligencia artificial. Esta última no es un robot que vendrá a esclavizarnos, sino apoyos tecnológicos para contribuir en la búsqueda de patrones, los cuales pueden

ayudar a los médicos a tomar mejores decisiones en un contexto de mejor planeación, dentro de ese sistema caótico que no solamente es el paciente, sino también su familia, su trabajo, sus interacciones y demás. Más allá de la tecnología, del mejor medicamento que viajará hasta las células, se debe más bien pensar en qué hacer con esos grandes volúmenes de datos. Big Data y la inteligencia artificial están remontando la curva de adopción, se están recuperando. Otra es la realidad virtual, no sólo como entrenamiento, sino como navegación en esos grandes volúmenes de datos, en procura de ser capaces de visualizar datos en cinco o veinte dimensiones para la toma de decisiones.

Alonso Verdugo M.

En los grandes volúmenes de información uno de los desafíos presentes es la dificultad en el ser humano frente a la interpretación. En tal sentido, agrupar y presentar la información es un gran desafío. Sobre realidad virtual los avances son impresionantes. Mi hija, estudiante de Ingeniería Biomédica, estuvo trabajando un tema de interacción de niños con autismo, utilizando computación cognitiva para reconocer emociones y empleando un gato robot poder ayudar en la terapia. Son hechos que están sucediendo en ese ambiente.

Wilson Villarreal C.

En mi caso veo que hay mucha eficacia en el resultado final al tener a

la mano los continuos avances tecnológicos en equipos médicos diagnósticos y terapéuticos para el manejo de los pacientes. Años atrás, aproximadamente 15 años antes, los procedimientos quirúrgicos cerebrales se realizaban en tiempos promedios de 5 a 18 horas; para una estructura muy profunda en el cerebro como “fosa posterior” que se relaciona con el tallo cerebral o el cerebelo, por ejemplo, era tormentoso pensar en el tiempo que se necesitaba y los riesgos altos en seguridad del paciente que podrían ser muy graves, necesitando hospitalizaciones largas en una unidad de cuidados intensivos que generan costos muy altos. En la actualidad, los tiempos de una intervención son más cortos, aproximadamente dos horas y muy rara vez cinco horas, con equipos muy avanzados tecnológicamente y salas de cirugía inteligentes que nos permiten monitorizar paso a paso



todo el curso del procedimiento, como resección total de un tumor por imágenes radiológicas y por resonancia y registros eléctricos que le indican al cirujano las áreas o zonas de importante función neurológica que se deben respetar y no tocar, todo ello nos ayuda a tener resultados óptimos al final de una cirugía, con mucha posibilidad de buen funcionamiento neurológico en corto tiempo después de una cirugía, y poder agilizar o reducir el tiempo de hospitalización de los pacientes con notoria disminución del costo en el tratamiento de este tipo de enfermedades neurológicas.

Javier González R.

Los volúmenes de pacientes podrían reducirse en cuanto a enfermos, si manejáramos más la gente sana. En las EPS, por ejemplo, cuando un paciente accede a la consulta por un cuadro gripal y por primera vez, el médico recoge información sobre su entorno familiar, sus condiciones de salud. ¿Por qué con esa información no se advierten los riesgos a los que puede estar expuesto y se espera a que transcurran 20 años, cuando la enfermedad ya es un hecho? ¿De qué sirve la información? Habría menos volúmenes de enfermos, si existirían más volúmenes de sanos trabajando. Lo más acertado sería poner en práctica procesos de prevención y educación. Una buena gestión de la enfermedad no debería estar basada en el número de pacientes atendidos, sino en el número de pacientes con niveles nor-

males de glicemia, con base en actividades de una dieta sana y otros mecanismos preventivos. Esos son los desenlaces ideales, sin dejar de atender a los enfermos. La medicina dejaría de reportar datos negativos, de consulta externa, de morbilidad y mortalidad y se enfocaría en información más positiva, sobre pacientes con indicadores normalizados y controlados. Propender por desenlaces obtenidos con la nueva tecnología, lo que ayudaría totalmente en el enfoque de contratación, de pago de servicios médicos; en otras palabras, estaríamos pagando más salud. Se trata de una perspectiva mucho más interesante.

Jeimy J Cano M.

¿Son conscientes los médicos que ahora manejan más información sensible a través de medios digitales? ¿Cómo son sus prácticas en el manejo de la información en contexto digital?

Javier González R.

La conciencia sobre el riesgo al que se puede ver enfrentado un paciente con aparatos digitales, tales como el marcapasos o un stent controlados electrónicamente, de cara a un hackeo, la adquirí hasta hace poco tiempo. En consecuencia, mi opinión es que no existe conciencia al respecto, de ahí que no sean asuntos tratados en las facultades de medicina, quizás en posgrado. Los cardiólogos que instalan marcapasos, los neurocirujanos que instalan válvulas en el ce-

rebro deberían tener conciencia al respecto, informando al paciente sobre los requerimientos en torno a su cuidado y mantenimiento.

Alonso Verdugo M.

Como médicos nos ocupamos de la privacidad en las historias clínicas y actuamos casi como los sacerdotes con un secreto de confesión. Pero creo que más de uno de nosotros, durante los turnos que hemos tenido, en las caminatas por los pasillos de la clínica o del hospital, vamos hablando sobre aspectos de sus contenidos y hasta ahí llegó tal privacidad. La conciencia es parcial, con los temas de digitalización, el acceso y disponibilidad de la información para darle un mal uso es un tema bandera. En Estados Unidos hay ejemplos de un par de secuestros de información en hospitales, por hacktivistas (<https://www.cnbc.com/2016/02/16/the-hospital-held-hostage-by-hackers.html>), la maldad es evidente. El año pasado un hospital en Boston fue multado por 1.5 millones de dólares (<https://www.medscape.com/viewarticle/771348>), debido a que un médico dejó su portátil entre el carro y se lo robaron, en ese país esos asuntos son distintos, las autoridades le preguntaron si su disco estaba encriptado y como la respuesta fue negativa, vino la sanción. Quienes hemos tenido la oportunidad de trabajar en compañías que manejan temas de tecnología en gran escala, los temas de seguridad los tenemos muy claros. Pero, en medicina falta educación en el manejo

de la información confidencial que se lleva en los equipos móviles y que puede estar expuesta, no existe esa conciencia. Con relación a la nube, es necesario entender cómo se hace y cómo se ejerce la protección. Nos toca evitar, ser más conscientes, las herramientas las hay. Los aviones hoy en día tienen monitoreo en tiempo real encriptado, con todas las medidas de seguridad. En sistemas sucede lo mismo, y en un futuro se referirán a la salud de un paciente en tiempo real. La capacidad existe, se trata de tomar la iniciativa para ir construyendo los espacios de seguridad.

Henry Mauricio Gallardo L.

Mi respuesta no será muy benevolente con los ingenieros. Creo firmemente que a los sistemas de información les falta salud, son muy vulnerables, no sabemos qué hay detrás de ellos, no son transparentes y, por lo tanto, la conciencia sobre qué tan expuesta está la información no solamente entre los médicos, sino en los ciudadanos en general, no es clara. De ahí que surja un tema de confianza, el público confía en que pone sus datos en una plataforma, en una red que no será vulnerada, regla básica en la vida. Y los sistemas de información no son lo suficientemente saludables para impedir esa vulnerabilidad. Así que el asunto de cuidar la información no corresponde sólo a los profesionales de la salud. Desde los tiempos de las historias clínicas en papel se sabía sobre la necesidad de esa protección, en

esa época se les ponían llave y candados, hoy usamos *passwords* y claves sofisticadas, pero necesitamos que los sistemas de información sean saludables y, si no lo son, deben tener reglas y criterios que exijan su idoneidad. Me disculpo por la rudeza con los colegas ingenieros, pero en mi opinión es necesario profundizar en tales asuntos. ¿Hay sistemas de información que están siendo vendidos y que son más vulnerables que otros? Me imagino que sí. ¿Quién regula y quien toma las decisiones sobre cuáles sistemas usar? Existen rankings de médicos y me gustaría ver los rankings de los sistemas de información, quiero saber qué tan saludables son, además si cualquier ingeniero puede ofrecer, vender o imponer un sistema de información en salud, cuando éticamente en salud necesitamos es cuidar a fondo la seguridad del paciente. Otro punto para debatir es ¿la información finalmente de quién es? De los pacientes. En ese sentido, ¿qué tanto ayudan esos sistemas a salvaguardar esa información?

Jeimy J. Cano M.

En seguridad se parte de un principio fundamental que se llama la inevitabilidad de la falla. De hecho, la ecuación de este servidor para seguridad es (1-la inseguridad), pues lo que finalmente se gestiona es el nivel de riesgo. En la medida en que se tiene mayor gestión sobre el dispositivo, la red o cualquier componente, mejor será el entendimiento del margen de riesgo

aceptado. Tener un ranking de soluciones informáticas implicaría hacer una evaluación de todas las casas de software basada en una métrica específica (con sus sesgos implícitos), con múltiples componentes, los cuales harían poco práctico el ejercicio. De manera que la respuesta en ese sentido no es un ranking, sino una adecuada gestión y compromiso ejecutivo, lo que implica tener un nivel de paranoia bien administrado, esto es, un ejercicio de control y manejo de riesgo consistente y consciente en la organización. Ese es el reto detrás de los sistemas de información.

Alonso Verdugo M.

En las empresas proveedoras de tecnología en las que he trabajado, los temas de seguridad son muy críticos. No hay un 100% de invulnerabilidad. En diferentes industrias se han creado procesos que garantizan la calidad, es decir mitigar los errores o defectos de producción, por ejemplo six sigma, (<http://asq.org/learn-about-quality/six-sigma/overview/overview.html>); el siguiente paso es si son implementados y su éxito. Las plantas nucleares y sistemas de trenes, tienen altos niveles de calidad y seguridad, lo opuesto a ellos son servicios como lanzamiento en bungee jumping (<https://www.acsh.org/news/2016/08/19/bungee-jumping-and-the-art-of-risk-assessment>). Ahora bien y como dato curioso, asistir como paciente a un servicio de urgencias tiene un riesgo cercano al de saltar en bungee

jumping. Tenemos en salud un margen amplio de mejora. Existen unas normativas mucho más fuertes en unos países que en otros frente a seguridad y privacidad; en este momento la europea reúne los más altos niveles. Lo siguiente que uno mira es lo regulatorio por industria y sus procesos de gestión, los cuales también son debidamente regulados, y auditados. En conclusión, seguridad y privacidad en salud es la suma de regulaciones, certificados y documentación, alrededor de un ecosistema con muchos actores.

Jeimy J. Cano M.

Destinar notables inversiones en proyectos de tecnología para temas de seguridad y control en compañías grandes no garantiza que, una vez implementados, una persona no extraiga y comprometa la información de estas empresas. El problema de la seguridad está en

las prácticas de la gente. Por tanto, la tecnología es un apoyo, un medio, un habilitador. En consecuencia, si el ejercicio de cultura de protección de la información entre la gente no se realiza, cualquier evento puede ocurrir.

Jeimy J. Cano M.

Con la convergencia tecnológica acelerada que vivimos, marcapasos, impresiones 3D de huesos y órganos, medicinas biotecnológicas, ¿cómo ha cambiado la relación entre proveedor, prestador del servicio y paciente? ¿Hay más responsabilidades? ¿Cuál es su visión en el contexto colombiano?

Leonardo Flórez V.

Mi opinión no será como ingeniero porque no trabajo como proveedor en prestación de servicio, pero sí he sufrido como paciente. Hoy en día somos pacientes más informa-



La salud en Colombia fue objeto de debate.

dos, llegamos al médico después de haber investigado en Google para obtener información de personas que ni siquiera conocemos. De ahí que el paciente tenga el deber de ser responsablemente informado, no puede creer en todo lo que encuentra en Internet, porque es posible malinterpretarla. A mis estudiantes les pongo un ejercicio: busquen en Google que dicen los médicos sobre si es mejor bañarse con agua fría o caliente. Y encuentran cualquier cantidad de opiniones, y ni qué decir cuando a un hijo le mandan cierto examen y uno está preocupado por enterarse sobre el asunto e indaga en la red y aparecen conceptos tan diversos como que se trata de un mito o una leyenda. Los prestadores del servicio y los proveedores deben ser conscientes de esa multiplicidad de opiniones para que exista un equilibrio entre la información que obtiene el paciente y lo que el médico opina.

Henry Mauricio Gallardo L.

Esta pregunta es muy difícil porque esa cadena proveedor paciente, ya no es tan lineal. Los proveedores llegan a los pacientes, los pacientes no necesariamente van a los prestadores y éstos en su relación con los proveedores, tampoco tienen toda la información sobre sus calidades y eficiencias, lo que genera unos grados de gran incertidumbre. A pesar de que la tecnología sigue evolucionando, hay que mantener unos criterios orientadores fundamentales relacionados con la ética y con el para qué de la

tecnología y de los proveedores. Y ese para qué se cifra en más y mejor salud para pacientes y familias. Cuando ese para qué se pierde en esas relaciones, este asunto se enreda.

Así que tecnologías con lanzamientos veloces sin suficiente evidencia, no se valen; prestadores que prefieren una tecnología sobre otra, sin la justificación adecuada, no se valen; pacientes que acceden directamente a una tecnología porque salió promocionada con mala información, tampoco se vale. Cuando uno analiza los “no se valen”, vuelve a las bases de los criterios orientadores del “para qué” y de la ética fundamental de lo que creamos los seres humanos como innovación que, en teoría, les sirve a ellos, pero a veces no. En resumen, no es que la tecnología cambie las responsabilidades, sino que debe arraigar los principios orientados al cumplimiento de más y mejor salud para los pacientes. Frente a lo que sucede en el contexto colombiano, el diseño de nuestro sistema de salud actual tiene algunos asuntos delicados sobre cómo se comporta la relación entre paciente, prestadores y aseguradores. Aquí se ha permitido una integración de los aseguradores hacia prestadores y hacia los vendedores de tecnología que me parece absolutamente preocupante. Porque por menor costo se puede sacrificar el desenlace clínico de un individuo y, desde mi perspectiva, eso no es correcto, desde la perspectiva de

otros eso sí se vale, porque privilegian el costo sobre la calidad.

Wilson Villarreal C.

En nuestro sistema de salud muchos pacientes no pueden obtener tratamientos basados en tecnologías muy avanzadas por razones de costo y las dificultades que se presentan en el proceso de autorización de los mismos. El médico que solicita un procedimiento con insumos de alto costo justifica la necesidad de su realización en formatos específicos que obligan las EPS, algunos con formatos no POS (Plan Obligatorio de Salud) y otros de riguroso diligenciamiento que son sometidos a largos procesos, de manera que el prestador de servicio no lo puede decidir en una forma tan sencilla. Algunos procedimientos no son autorizados, restando el valor dado por el médico especialista y exigen el concepto de otro especialista que exponga sus razones para no permitir que se realice tal procedimiento. En algunos procedimientos autorizados, con frecuencia no le dan el visto bueno a los controles de consultas que debe realizar el especialista en el paciente para monitorizar los elementos de alto costo implantados, y los envían a controles a otros centros que no manejan esta situación específica y de alta complejidad. Es necesario considerar los parámetros de la EPS.

Los médicos quisiéramos prestar un mejor servicio, pero ¿cómo hacerlo, si el prestador del servicio no

le puede dar al paciente una consulta semanal, ni mensual? A eso nos enfrentamos. El médico procura prestar el servicio considerando también el presupuesto para que no se vea afectado el sistema.

Javier González R.

El uso de la tecnología y la relación proveedor paciente, desde luego cambian, requieren más controles. Cuando se realizan estudios de evaluación económica y se comparan dos tecnologías médicas de intervención, no se comparan solamente los desenlaces positivos, sino también los negativos. Se analizan los medicamentos formulados, teniendo en cuenta los efectos que pueden producir en el paciente. En algunos casos se realizan análisis al respecto. Al hacer la evaluación económica se mide la eficacia en el logro del objetivo para la cual está propuesta la intervención, si hay medicamento o no, además de los controles que se requieren para su monitoreo y es un costo que se suma al uso de esa tecnología. Y, con mayor razón, si hay eventos adversos. Por ejemplo, la necesidad de una resonancia o exámenes similares. Uno de los aspectos a tener en cuenta es la calificación de invalidez, recoger información relacionada con salud ocupacional, para llevar a la junta de médicos y proceder a la respectiva evaluación. Cuando se califican pacientes con secuelas de cáncer, no sólo se observan las producidas por el cáncer, sino las dejadas por la tecnología utilizada.

En el caso de la radioterapia, en ocasiones produce eventos de dermatitis y el paciente aspira a que sea tratada. Tales eventos hay que considerarlos. Esto lleva a que la tecnología ayuda, pero también conlleva riesgos por lo inesperado y por las fallas humanas, por la ignorancia del riesgo de quienes la utilizan. Esto requiere unos niveles más altos de información y cuando se tienen más alternativas es más complejo decidir. Por otra parte, se requiere la educación del paciente. Muchas veces creen que por el tratamiento que están recibiendo, pueden asumir conductas nocivas para la salud; por ejemplo, una mala alimentación cuando se registra hipertensión y problemas cardiovasculares. Es necesario que el paciente asuma la responsabilidad de sus cuidados, sin pensar que el médico mágicamente lo protege. Si no lo hace, los costos aumentan en forma considerable. Es necesario hacer un uso racional de la tecnología.

Alonso Verdugo M.

A diferencia de otras industrias, la salud tiene actores e intereses divergentes sobre un mismo elemento central que es el paciente y sus patologías. Adicionalmente, se suma el tema social y de comunidad. El Gobierno tiene una serie de responsabilidades, en la medida en que en nuestro país la salud es un derecho constitucional con sus implicaciones. La cadena de consumidor y proveedor en salud es bien compleja. Por una parte, están los

entes encargados de garantizar unas políticas para promover niveles de salud adecuado. Por otro lado, los actores que median en el uso de los recursos, las EPS y las IPS. Infortunadamente, la implementación de estas relaciones se ha dado en sentidos económicos, más que promover y proteger la salud.

En muchas oportunidades se busca el ahorro, a partir de restricciones que no van en procura de lo correcto y económicamente responsable, ecuación que tampoco es tan sencilla. Otros actores son: el que responde por la atención de los eventos que afectan la salud y los prestadores de salud, quienes deben pasar de atender eventos a crear procesos de cuidado integral, llegar al hogar, al hospital sin paredes, lo cual implica incorporar tecnologías de información, además de las nuevas tecnologías sanitarias y farmacéuticas. Y, por último, figura el paciente que debe ser un participante activo, sin considerar que la salud sólo la proporciona el Estado. Y otro par de actores son los proveedores de tecnología con equipos sofisticados, además de los proveedores farmacéuticos con sus productos especializados. Y surge un aspecto ético orientado a considerar el valor de la vida humana. Se trata de recuperar la salud y que el paciente vuelva a ser autónomo y activo en la sociedad.

Sin embargo, eso no es fácil de conseguir. Así mismo, el uso de la

información; en lo ético la usamos para entrenar modelos, como el machine learning. Ustedes han escuchado que es posible entrenar modelos y es posible sesgar. Ese tema ético en los modelos está sobre la mesa; por otro lado, la universalidad del acceso a los servicios de salud, los cuales son temas políticos y económicos; los asuntos reales son más desafiantes. Hay entidades que invierten en traer alta tecnología, en demostrar el uso de la misma.

Los pioneros en traer la historia clínica electrónica e implementarla para demostrar cómo podía ser más eficiente el servicio de atención, fue la Fundación Santa Fe,

entidad que, en su momento, adelantó un proceso muy interesante y logró demostrar su planteamiento. Esta entidad es líder en seguridad del paciente, no solamente para que los médicos cumplan con ciertos requerimientos, sino en torno al seguimiento de los tratamientos y los medicamentos. Si la información es amplia y certera, todos los actores ganan. En Colombia existen aseguradoras que han cambiado la forma de interactuar, mejorando las relaciones entre los diferentes actores, considerando la calidad del servicio y su prestación. En resumen, la tecnología sí puede mejorar las relaciones y la calidad de los resultados. 🌐

Sara Gallardo M. Periodista comunicadora, universidad Jorge Tadeo Lozano. Ha sido directora de las revistas *Uno y Cero*, *Gestión empresarial* y *Acuc Noticias*. Editora de *Aló Computadores* del diario *El Tiempo*. Redactora en las revistas *Cambio 16*, *Cambio y Clase Empresarial*. Coautora del libro "Lo que cuesta el abuso del poder". Ha sido corresponsal de la revista *Infochannel* de México; de los diarios *La Prensa de Panamá* y *La Prensa Gráfica de El Salvador* y corresponsal de la revista *IN* de Lanchile e investigadora en publicaciones culturales. Se ha desempeñado también como gerente de *Comunicaciones y Servicio al Comensal* en *Inmaculada Guadalupe* y *amigos en Cía. S.A.* (*Andrés Carne de Res*) y editora de *Alfaomega Colombiana S.A.*; es editora de esta revista.

Seguridad y ciberseguridad en los dispositivos médicos

DOI: 10.29236/sistemas.n149a7

Conceptos y retos

Resumen

En el contexto de una convergencia tecnológica y de disciplinas científicas como la biología, la informática, la electrónica y la medicina, en las que se habilitan cada vez más nuevos sistemas ciberfísicos, entre ellos los dispositivos médicos, es necesario actualizar las reflexiones sobre la seguridad y la ciberseguridad, como quiera que la explotación de una vulnerabilidad, no sólo afectará la funcionalidad de los mencionados dispositivos, sino la salud de las personas. En este sentido, este artículo desarrolla una reflexión conceptual sobre los retos de seguridad y control en los dispositivos médicos, algunas de las prácticas y estándares más relevantes, así como los desafíos emergentes que generan tensiones en el diálogo interdisciplinar y abre nuevas visiones desde una óptica más sistémica para recorrer el camino de la confianza digital.

Palabras clave

Dispositivos médicos, sistemas ciberfísicos, ciberseguridad, seguridad, vulnerabilidades

Jeimy J. Cano M.

Introducción

En un contexto digitalmente modificado, cada vez más los objetos del

mundo físico incrementan su densidad digital (Zamora, 2017), habilitando flujos de información que son

utilizados para concretar nuevas funcionalidades y desplegar nuevas experiencias en los clientes. Esta nueva realidad expande el concepto de sociedad informacional (Castells, 2001) para dar paso a una sociedad digital y tecnológicamente modificada, que establece nuevas fronteras del conocimiento desde la lectura de un entorno volátil, incierto, complejo y ambiguo.

Por tanto, los objetos físicos adquieren la connotación de inteligentes, lo que en palabras de Porter y Heppelman (2014), significa que las nuevas características de inteligencia amplifican las capacidades y el valor de los componentes físicos, mientras que la conectividad incrementa las capacidades y el valor de los componentes inteligentes, motivando un resultado que lleva a un círculo virtuoso de mejora de valor. Luego, la realidad física estará cada vez más afectada por las condiciones tecnológicas, creando un espacio inexistente de convergencia donde las implicaciones y riesgos del mundo informático, tendrán efectos en el mundo tangible.

En consecuencia con lo anterior, los dispositivos médicos (tecnológicamente modificados) configuran un escenario novedoso, en el que la biología, la tecnología y la conectividad se encuentran para promover nuevas oportunidades y experiencias, tanto para los pacientes como para los prestadores de los servicios de salud, demandando de

los proveedores de estos dispositivos, el mayor compromiso de calidad y conformidad de producto, que genere la suficiente confianza digital en sus usuarios, para su adecuado uso y mejoramiento de su calidad de vida.

Así las cosas, esta convergencia tecnológica en el ámbito de la salud, debe motivar reflexiones sobre la seguridad y control de esta nueva generación de objetos digitalmente modificados, con el fin de avanzar rápidamente frente a la inevitabilidad de la falla, inherente a cualquier elemento de tecnología, con el fin de no sólo anticiparla, sino preparar tanto a pacientes como a entidades prestadoras de salud, para que entiendan y actúen frente a los retos y connotaciones tanto informáticas, como físicas y humanas que una vulnerabilidad o brecha de seguridad puede causar en un entorno como este.

Si comprendemos que ahora en una entidad de salud, -institución hospitalaria- estamos pasando de una cama que funcionaba aislada en un cuarto, a tener entre 10 a 15 dispositivos en una habitación conectados a la red del hospital (Coventry & Branley, 2018), sin contar con los objetos digitales personales (tabletas, teléfonos y relojes inteligentes, entre otros) que también pueden estar haciendo uso de dicha red, se abre un nuevo espectro de gestión y gobierno de riesgos emergentes frente a la ciberseguridad que exige un entendimiento

tanto de la seguridad del paciente, como de la misma infraestructura de la entidad, para brindar un ambiente confiable de operaciones que capitalice la nueva promesa de valor.

Por consiguiente, este breve artículo, entendiendo la ciberseguridad como una capacidad que deben desarrollar las organizaciones, que demanda un ejercicio de carácter interdisciplinar socio-técnico (Craiggen, Diakun-Thibault & Purse, 2014), desarrolla algunas reflexiones sobre la gestión de la seguridad y ciberseguridad de los dispositivos médicos, como una forma para comprender los desafíos que esta realidad implica en la práctica de la medicina actual, así como algunas recomendaciones para movilizar un necesario despertar tanto de pacientes, como de médicos, proveedores e instituciones de salud frente a una realidad que ya no es ciencia ficción, sino un hecho real.

Dispositivos médicos, conceptos básicos

De acuerdo con la norma *ISO 14971:2007 Aplicación de la gestión del riesgo a los dispositivos médicos y reactivos de diagnóstico in vitro*, un dispositivo médico se define como:

“Cualquier instrumento, aparato, dispositivo, equipo, implante, reactivo o calibrador para diagnóstico in vitro, programa informático, material u otro similar o relacionado, utilizado sólo o en combinación, desti-

nado por el fabricante a ser utilizado en seres humanos con fines de:

- diagnóstico, prevención, control, tratamiento o alivio de una enfermedad;
- diagnóstico, control, tratamiento, alivio o compensación de una lesión o de una deficiencia;
- investigación, sustitución o modificación de la anatomía o de un proceso fisiológico;
- mantenimiento o prolongación de la vida;
- regulación de la concepción;
- desinfección de dispositivos médicos;
- proporcionar información para fines médicos mediante análisis in vitro de muestras derivadas del cuerpo humano,

Y que no ejerza la acción principal que se desee obtener en el interior o en la superficie del cuerpo humano por medios farmacológicos, inmunológicos ni metabólicos, pero a cuya función puedan contribuir tales medios”.

Esta definición establece una visión convergente, desde el mundo médico como del informático. Cualquier dispositivo con estas características es susceptible de ser usado de forma externa e interna en los pacientes, con el fin de materializar algunas de las características antes mencionadas. Hoy muchas personas en el mundo usan dispositivos médicos (con componentes electrónicos e informáticos) tales como bombas de insulina, marca-

pasos, neuroestimuladores, entre otros, que permiten un tratamiento eficiente y focalizado sobre los pacientes, mejorando su condición de salud y aumentando la capacidad de monitorización y seguimiento por parte de los médicos.

En este contexto, es necesario establecer un conjunto base de buenas prácticas sobre la operación del dispositivo las cuales, por lo general, vienen dadas por parte del proveedor y con frecuencia no incluyen temáticas relacionadas con la seguridad o ciberseguridad del mismo, como quiera que estos aspectos no existían previamente como exigencias concretas o atributos de calidad para su fabricación, distribución y uso.

En la actualidad los dispositivos médicos cuentan con referencias internacionales sobre la necesidad de su aseguramiento desde su fabricación, de tal forma que las consideraciones de seguridad y privacidad se incorporen desde su diseño, habida cuenta que son los datos del paciente, su seguridad y su condición de salud, las que están en juego (Perakslis, 2014). Ya no es suficiente que las verificaciones de funcionalidad y calidad habituales de estos objetos digitalmente modificados pasen en el mundo médico, sino que es necesario exponerlos a pruebas de mal uso para ver su comportamiento en situaciones no previstas y así establecer los procedimientos alternos para su atención.

En razón de lo anterior y considerando que el sector salud se ha convertido en objetivo de los ciberatacantes, dada su poca madurez en el aseguramiento de este tipo dispositivos, así como de su infraestructura de operaciones (Martin, Martin, Hakin, Darzi & Kinross, 2017), se requiere aumentar la concienciación y sensibilización de cada uno de sus actores, para crear un lenguaje común frente a los riesgos cibernéticos (Eling & Schnell, 2016), en el que se configure una red extendida de protección en el diseño del dispositivo y se concrete en su administración y configuración, para que el paciente sea consciente y mantenga una monitorización clara y efectiva en el uso de estos dispositivos.

El reto de la inseguridad en los dispositivos electrónicos cardíacos

Comprender el reto de la seguridad, la privacidad y la ciberseguridad de un dispositivo médico implantado es trazar un diálogo interdisciplinar entre la medicina, la ingeniería y la tecnología, con el fin de establecer las relaciones y las implicaciones en el mejoramiento de las condiciones de salud de una persona, a través del aumento de la densidad digital de artefactos físicos diseñados para tal fin. En este sentido, los implantes cardíacos, como los marcapasos, ilustran las bondades y retos de tiene habilitar nuevas funcionalidades que asistan al médico en su labor de prevención y monitorización, así como

al paciente en su uso y apoyo de su condición de salud.

A la luz de la literatura especializada, un marcapasos se considera como un tipo de sistema ciberfísico, con componentes electrónicos que son implantados en el cuerpo humano como soporte en la monitorización permanente, detección y pronóstico de condiciones específicas, así como en la administración de terapias particulares (estimulación neuronal, administración de fármacos, entre otros) (Altawy & Youssef, 2016). De igual forma estos sistemas se encuentran conectados a redes de telemetría (radio frecuencia y redes inalámbricas) que reciben sus señales, las cuales fluyen hacia sistemas de información integrados para un seguimiento y validación permanentes de la condición médica del paciente, como factor clave para una intervención oportuna frente a situaciones de excepción.

En este contexto, un marcapasos es susceptible, como sistema ciberfísico, de ciberamenazas y riesgos emergentes, que no sólo pueden comprometer al dispositivo, sino la condición específica de una persona. Sobre este particular, investigaciones recientes establecen un marco general de amenazas que se pueden materializar (Baranchuk, A., Refaat, Patton, Chung, Krishnan, Kutuyifa, Upadhyay, Fisher, & Lakkireddy, 2018) y para enfrentarlas se requiere el concurso y comprensión de tres actores

claves como son los proveedores, los prestadores de servicios (clínicas, hospitales, centros de salud) y los pacientes, para lograr un ejercicio integral donde se construya la confianza digital (Lewrén, Murdoch, & Johnson, 2014) en este escenario digitalmente modificado.

De acuerdo con la propuesta de Camara, Peris y Tapiador (2015), quienes siguiendo la metodología STRIDE (acrónimo en inglés que hace referencia a: *Spoofing* (Suplantación), *Tampering* (Alteración), *Repudiation* (Repudio), *Information disclosure* (Revelación de información), *Denial of service* (Negación del servicio), y *Elevation of privilege* (Elevación de privilegios)) establecen un conjunto base de condiciones en las cuales puede verse afectado un dispositivo médico implantado (DMI) y muestran cómo afecta los servicios propios de la seguridad de la información.

Considerando lo planteado en la Tabla 1 es necesario que, como parte de la relación entre la entidad prestadora del servicio de salud y el paciente, se actualice el protocolo de entrega, seguimiento y monitorización del DMI, para tener en cuenta al menos los siguientes puntos:

- Consecuencias potenciales si se explota una vulnerabilidad en el DMI.
- Opciones para mitigar el riesgo de vulnerabilidad asociada con la ciberseguridad.

Tabla 1
 Metodología STRIDE aplicada a un DMI

Característica de seguridad	Amenazas	Riesgo
Autenticación	<ul style="list-style-type: none"> • Suplantación del programador • Suplantación del dispositivo 	Suplantación
Integridad	<ul style="list-style-type: none"> • Alteración de los datos del paciente • Entradas de datos maliciosas • Modificación de los canales de comunicación 	Alteración
No repudio	<ul style="list-style-type: none"> • Borrado de los registros de auditoría • Intentos repetidos de acceso 	Repudio
Confidencialidad	<ul style="list-style-type: none"> • Revelación de información médica • Determinar el tipo de dispositivo implantado • Revelar la existencia del dispositivo en una persona • Seguimiento del dispositivo 	Revelación de información
Disponibilidad	<ul style="list-style-type: none"> • Drenaje de la batería del dispositivo • Interferencias hacia el dispositivo • Inundación de datos hacia el dispositivo 	Negación del servicio
Autorización	<ul style="list-style-type: none"> • Reprogramación del DMI • Actualización de la terapia del paciente • Apagar del DMI 	Elevación de privilegios

Nota: Traducción libre de: Camara, Peris, & Tapiador, 2015, p.277

- Riesgos asociados con una actualización del software/firmware del DMI.
- Viabilidad técnica para explotar la vulnerabilidad de ciberseguridad del DMI.
- Solución a largo plazo a la vulnerabilidad de ciberseguridad identificada.
- Beneficios del DMI frente al riesgo de una vulnerabilidad de ciberseguridad. (Slotwiner, Deering, Fu, Russo, Walsh, & Van Hare, 2018)

De esta forma, no sólo se protegen las condiciones propias del dispositivo, sino aumenta la confianza del paciente, sabiendo que está informado sobre los riesgos inherentes en el uso del DMI y las acciones que el prestador tiene previstas ante cualquier eventualidad con el dispositivo.

Seguridad, ciberseguridad y privacidad en los dispositivos médicos

Frente al panorama anterior, es necesario establecer un marco de estándares y buenas prácticas para vincular a los proveedores, las clínicas y los pacientes, de tal forma que aumenten las garantías de manufactura y calidad de producto, la atención y el seguimiento por parte de los médicos, además de la concienciación y apropiación de las exigencias de seguridad y control por parte de los individuos portadores de DMI.

Muchas de las normas y buenas prácticas sobre este tema se han establecido en los Estados Unidos de Norteamérica (EUA), y otras en Europa, con el fin de aumentar la protección y responsabilidad de los diferentes interesados en los DMI. En este sentido, nombres como HIPAA (*US Health Insurance Portability and Accountability Act*), HITRUST (*Health Information Trust Alliance*), COBIT 5.0, CIS Critical Security Controls (*Center for Internet Security*), ISO 27002, NIST Cybersecurity Framework, GDPR (*General Data Protection Regulation*) revelan la nutrida participación de estándares y marcos de control disponibles a la fecha, sin perjuicio de las indicaciones de protección y aseguramiento que viene haciendo la FDA (*Food & Drug Administration*) de EUA frente a la ciberseguridad de los DMI, y a las exigencias claves para proveedores y prestadores de servicios de salud.

En particular la FDA establece un programa de recomendaciones antes y después de la comercialización del DMI. Así mismo, en su fase previa invita a los proveedores a considerar las posibles vulnerabilidades de los dispositivos durante su diseño y desarrollo, con el fin de aumentar las exigencias de conformidad y calidad de producto.

De igual forma, demanda de los fabricantes adelantar las acciones necesarias para mitigar las fallas identificadas, y mantener un conjunto de controles validados y ase-

gurados durante el ciclo de vida del DMI (Webb & Dayal, 2017).

En su fase posventa, la FDA sugiere que los proveedores adopten el estándar de ciberseguridad del NIST, el cual incorpora estrategias claves en cada uno de los elementos del modelo como “identificar, proteger, detectar, responder y recuperar”, el cual, en pocas palabras, implica seguimiento y verificación permanentes de sus productos y servicios, con el fin de aumentar la resistencia de los DMI a las vulnerabilidades y en el caso de que se presenten, responder y acompañar a los prestadores del servicio de salud, para atender el incidente y apoyar de forma inmediata al paciente en esta condición adversa (Webb & Dayal, 2017).

En concreto y de manera general la FDA recomienda:

- Identificar activos, amenazas y vulnerabilidades, y evaluar su impacto en la funcionalidad de los dispositivos y en los usuarios/pacientes finales.
- Evaluar la probabilidad de que una amenaza y una vulnerabilidad sean explotadas. esto puede lograrse utilizando herramientas de evaluación de vulnerabilidad de ciberseguridad.
- Determinar los niveles de riesgo y las estrategias de mitiga-

ción adecuadas; por ejemplo, la FDA recomienda que los fabricantes determinen el "nivel de alerta" apropiado para el software (es decir, una estimación de la gravedad de las lesiones que un dispositivo podría permitir o infligir, directa o indirectamente, a un paciente u operador, como resultado de fallos del dispositivo, defectos de diseño, o empleando el dispositivo para su propósito previsto). Los niveles de preocupación varían desde Mayor (riesgo grave de muerte o lesión), Moderado (lesión menor) o Menor (improbable que cause lesión).

- Evaluar el riesgo residual en función de criterios adecuados de aceptación del riesgo. Limitar el acceso a los dispositivos a usuarios de confianza mediante el uso de programas de autenticación, tiempos de espera, privilegios de autorización por capas (por ejemplo, proveedor, administrador del sistema) y cierres de sesión.
- Restringir las actualizaciones de software o *firmware* basado en código autenticado y asegurar que los datos puedan transferirse de forma segura desde y hacia el dispositivo médico, por ejemplo, mediante cifrado. (Webb & Dayal, 2017, p.561)

De otra parte, y de forma complementaria, la TGA (s.f.) (*Australian Therapeutic Goods Administration*) de Australia, establece un conjunto de principios esenciales para la fabricación,

uso y comercialización de dispositivos médicos, que brindan tanto a los proveedores como a las clínicas, un marco de responsabilidad demostrada y cumplimiento respecto de los retos de seguridad y control, los cuales se desarrollan en una extensa lista de chequeo encabezada por los siguientes fundamentos básicos:

- El uso de los dispositivos médicos (implantados o no) no debe comprometer la salud ni la seguridad del paciente ni del operador.
- El diseño y construcción de dispositivos médicos debe hacerse de acuerdo con los principios de seguridad en el ámbito físico y lógico.
- Los dispositivos deben ser desarrollados para el uso previsto.
- La seguridad (física y lógica) del dispositivo debe ser una característica de largo plazo.
- Los dispositivos médicos no deben verse afectados negativamente por el transporte o el almacenamiento.
- Los beneficios del uso de los dispositivos médicos deben compensar cualquier efecto indeseable.

Como se puede observar, a la fecha se cuentan con marcos de trabajo que demandan el entendimiento de los riesgos emergentes

propio de la convergencia tecnológica en el sector salud. Por tanto, se hace necesario reconocer esta nueva realidad y ajustar las prácticas actuales del sector en mención, para generar un contexto de operación y aplicación de las nuevas tecnologías con un marco de responsabilidad demostrada en un escenario digitalmente modificado.

Reflexiones finales

Si bien son claras las posibles implicaciones de la explotación de una vulnerabilidad en un dispositivo médico (una falla técnica, producir una alteración orgánica o incluso la muerte) (Hansen & Hansen, 2010), también lo es, que el ejercicio de aseguramiento de éstos es una responsabilidad compartida (Webb & Dayal, 2017). Lo anterior implica comprender su contexto de operación (Williams & Woodward, 2015), los flujos de información (Krawiec, Nadler, Tye, & Jarbo, 2015), sus capacidades inteligentes (monitorización, control, optimización, autonomía) (Porter & Heppelmann, 2014) y sus retos en el contexto organizacional (Jalali & Kaiser, 2018).

En consecuencia y de acuerdo con los resultados de la más reciente encuesta organizada por la HIMSS (*Healthcare Information and Management Systems Society*) (HIMSS, 2018) en los EUA, las entidades del sector salud continúan experimentando incidentes de seguridad que, por lo general, tienen como vector de ataque correos electrónicos ma-

liciosos, *phishing*, lo cual combinado con la baja sensibilización del personal médico sobre las temáticas de ciberseguridad, configura un fértil caldo de cultivo para que la inseguridad de la información se manifieste de diferentes formas y con retos inesperados que terminen afectando no sólo la operación de una clínica u hospital, sino comprometiendo la salud de un paciente.

Sin perjuicio de lo anterior, se abren nuevos retos para el sector salud con ocasión de la convergencia tecnológica y la incorporación de nuevas propuestas basadas en algoritmos de inteligencia artificial. La aparición de la *ciberbioseguridad* (Peccoud, Gallegos, Murch, Buchholz, & Raman, 2018; Murch, So, Buchholz, Raman, & Peccoud, 2018), como la *“comprensión de las amenazas derivadas del espionaje, las intrusiones y las amenazas maliciosas y perjudiciales que pueden tener lugar dentro o en las interfaces de las ciencias médicas y de la vida combinadas, los sistemas ciberfísicos, la cadena de suministro y los sistemas de soporte a la infraestructura, con el fin de diseñar medidas para prevenir, proteger, mitigar, investigar y atribuir dichas amenazas en la medida en que sean pertinentes a la seguridad, la competitividad y la resiliencia”* (Murch et al, 2018, p.1), hace evidente una frontera inexplorada que exige una visión interdisciplinar que comienza en una lectura de referencia en el mundo de la biología y la medi-

cina, y se configura en una realidad física asistida y construida con componentes electrónicos e informáticos.

Una lectura de la ciberbioseguridad, se advierte en las impresoras 3D utilizadas en la actualidad, quienes serán las primeras en estar sometidas a este nuevo reto de seguridad cuando se empiecen a imprimir de manera masiva órganos, huesos o material biológico fruto de investigaciones que trascienden los límites de los desarrollos disponibles a la fecha.

Los recientes diagnósticos médicos asistidos por algoritmos de inteligencia artificial, los brazos robóticos para adelantar cirugías de alta precisión, implantes cocleares inteligentes, entre otros adelantos, confirman retadores campos de aplicación de tecnología para beneficio de la humanidad, que generan una esperanza para encontrar soluciones a muchas de las enfermedades conocidas a la fecha y posiblemente anticipar la aparición de nuevas. Sin embargo, la confiabilidad de la información, los archivos de base, la conectividad y los algoritmos de inteligencia artificial no se pueden asegurar, como quiera que éstos “son tan buenos como los datos con los que se nutren, el entrenamiento y el contexto que proporcione un experto humano” (Dunbar, Buffomante, Bell, & Justice, 2017).

Por tanto, los nuevos sistemas ciberfísicos propios del mundo médi-

co y los avances que se verán habida cuenta del avance de la cuarta revolución industrial, serán el escenario privilegiado para que el diálogo interdisciplinar que se abre entre diferentes disciplinas (biología, electrónica, informática y medicina), motive una visión sistémica de la seguridad y control que habilite la configuración y materialización de una confianza digital, orientada a crear la condiciones para avanzar en soluciones confiables, prácticas y efectivas, para las organizaciones y las personas, en un mundo digital y tecnológicamente modificado.

Agradecimientos

El autor agradece al Dr. Javier González Rodríguez, Profesor Asociado de la Escuela de Administración de la Universidad del Rosario, por su valiosos y acertados comentarios que permitieron afinar las reflexiones de este artículo.

Referencias

Altawy, R. & Youssef, A. M. (2016) Security Tradeoffs in Cyber Physical Systems: A Case Study Survey on Implantable Medical Devices. *IEEE Access*, 4. 959-979. Doi: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2016.2521727>

Baranchuk, A., Refaat, M., Patton, K., Chung, M., Krishnan, K., Kutuyifa, V., Upadhyay, G., Fisher, J. & Lakkireddy, D. (2018) Cybersecurity for Cardiac Implantable Electronic Devices. What Should You Know? *Journal of the American College of Cardiology*. 71(11). 1284-1288. Doi:

<https://doi.org/10.1016/J.JACC.2018.01.023>

Camara, C., Peris, P. & Tapiador, J. (2015) Security and privacy issues in implantable medical devices: A comprehensive survey. *Journal of Biomedical Informatics*. 55. 272-289. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2015.04.007>

Castells, M. (2001) Internet y la sociedad red. *Lección inaugural*. Recuperado de: <http://www.uoc.edu/web/cat/articles/castells/print.html>

Coventry, L. & Branley, D. (2018) Cybersecurity in healthcare: A narrative review of trends, threats and ways forward. *Maturitas*, 113. 48-52. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2018.04.008>

Craigen, D., Diakun-Thibault, N., & Purse, R. (2014) Defining Cybersecurity. *Technology Innovation Management Review*, 4(10): 13-21. <http://doi.org/10.22215/timreview/835>

Dunbar, K., Buffomante, T., Bell, G. & Justice, C. (2017) Se busca nueva estrategia de ciberseguridad. Razón: inteligencia artificial. *Harvard Business Review*. Recuperado de: <https://hbr.es/tecnolog/616/se-busca-nueva-estrategia-de-ciberseguridad-raz-n-inteligencia-artificial>

Eling, M. & Schnell, W. (2016) What do we know about cyber risk and cyber risk insurance? *The Journal of Risk*

- Finance*. 17(5). 474-491. Doi:
<https://doi.org/10.1108/JRF-09-2016-0122>
- Hansen, J. & Hansen, N. (2010) A Taxonomy of Vulnerabilities in Implantable Medical Devices. *Proceedings of the second anual workshop on Security and privacy in medical and home-care systems (SPIMACS '10)*, 13-20. Doi:
 10.1145/1866914.1866917
- Healthcare Information and Management Systems Society – HIMSS (2018) 2018 HIMSS Cybersecurity Survey. *Survey Report*. Recuperado de:
<http://www.himss.org/2018-himss-cybersecurity-survey>
- Jalali, M. S., & Kaiser, J. P. (2018). Cybersecurity in Hospitals: A Systematic, Organizational Perspective. *Journal of Medical Internet Research*, 20(5), e10059.
<http://doi.org/10.2196/10059>
- Krawiec, R., Nadler, J., Tye, E., & Jarbo, J. (2015) No appointment necessary: How the IoT and patient-generated data can unlock health care value. *Deloitte Insights*. August. Recuperado de:
<https://www2.deloitte.com/insights/us/en/focus/internet-of-things/iot-in-health-care-industry.html>
- Lewrén, M., Murdoch, R. & Johnson, P. (2014) The four keys to digital trust. Don't be left behind. *Accenture*. Recuperado de:
https://www.accenture.com/t20150527T203143__w_/usen/_acnmedia/Accenture/ConversionAssets/Microsites/Documents14/Accenture-Four-Keys-Digital-Trust.pdf
- Martin, G., Martin, P., Hakin, C., Darzi, A. & Kinross, J. (2017) Cybersecurity and healthcare: how safe are we? *British Medical Journal*, 358(7). Doi:
 10.1136/bmj.j3179
- Murch, R., So, W., Buchholz, W., Raman, S. & Peccoud, J. (2018) Cyberbiosecurity: An Emerging New Discipline to Help Safeguard the Bioeconomy. *Trends in Biotechnology*, 36(1). 4-6. Doi:
<http://dx.doi.org/10.1016/j.tibtech.2017.10.012>
- Peccoud, J., Gallegos, J., Murch, R., Buchholz, W. & Raman, S. (2018) Cyberbiosecurity: from naive trust to risk awareness. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 6(39). 1-6. Doi:
 10.3389/fbioe.2018.00039.
- Perakslis, E. (2014) Cybersecurity in health care. *The New England Journal of Medicine*, 371, 395-397. Doi:
 10.1056/NEJMp1404358
- Porter, M. & Heppelmann, J. (2014) How smart connected products are transforming competition. *Harvard Business Review*. November. 1-23
- Slotwiner, D., Deering, T., Fu, K., Russo, Andrea M., Walsh, M. & Van Hare, G. (2018) Cybersecurity vulnerabilities of cardiac implantable electronic devices: Communication strategies for clinicians. *Proceedings of the Heart Rhythm Society's Leadership Summit*. Heart Rhythm 2018.15:e61–e67. Doi:
<https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2018.05.001>

- TGA (s.f.) Medical Devices Essential Principles Checklist. Recuperado de: <https://www.tga.gov.au/node/3285>
- Webb, T. & Dayal, S. (2017) Building the wall: Addressing cybersecurity risks in medical devices in the U.S.A. and Australia. *Computer Law & Security Review*. 33(4). 559-563. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.clsr.2017.05.004>
- Williams, P. & Woodward, A. (2015) Cybersecurity vulnerabilities in medical devices: a complex environment and multifaceted problema. *Medical devices: Evidence and Research*, 8, 305-316. Doi: 10.2147/MDER.S50048
- Zamora, J. (2017) ¿Es posible programar modelos de negocio? *IESE Insight*. 33. II Trimestre. 23-30. Doi: 10.15581/002.ART-3013

Jeimy J. Cano M., Ph.D, CFE, CICA. Profesor Asociado. Escuela de Administración, Universidad del Rosario. Ingeniero y Magíster en Ingeniería de Sistemas y Computación por la Universidad de los Andes. Especialista en Derecho Disciplinario por la Universidad Externado de Colombia. Ph.D in Business Administration por Newport University, CA. USA. y Ph.D en Educación por la Universidad Santo Tomás. Profesional certificado como Certified Fraud Examiner (CFE), por la Association of Certified Fraud Examiners y Certified Internal Control Auditor (CICA) por The Institute of Internal Controls. Es director de la Revista Sistemas de la Asociación Colombiana de Ingenieros de Sistemas –ACIS–.

La medicina en el mundo técnico

DOI: 10.29236/sistemas.n149a8

Resumen

Las nuevas tecnologías de la información y la transformación en su impacto dentro de la sociedad, influyen el mundo de la medicina y en forma particular a los médicos, pues influyen en la manera de ejercer su profesión. La intervención de la tecnología en el sector de la salud es aún más delicada que en otros sectores porque la vida de las personas está de por medio.

Desde nuestra mirada, como ingenieros de sistemas, tendemos a concentrarnos en lo técnico pues es algo que nos apetece y en lo cual muchos de nosotros jugamos como actores, pero desde la mirada de las *Ciencias y Tecnologías para la Vida* la perspectiva es diferente. Quisimos indagar sobre las opiniones de pensadores, tanto del área técnica como filósofos y médicos en relación con el impacto que esto puede tener en la profesión médica, de tal manera que, sin demeritar las maravillas que nos traen, analicemos el peligro de que el uso de las tecnologías de información conduzca a que los médicos pierdan su esencia para volverse maquinistas y abandonen la relación psicosocial con sus pacientes.

En este artículo hacemos referencia a varias publicaciones sobre el tema, las que comentamos bajo la convicción personal de que no podemos dejar a un lado los aspectos humanos en este avance tecnológico, pues a veces nos obnubilan los nuevos desarrollos y tendemos a olvidar que, además de ser hechos por personas, no van a eliminar la participación humana. En este artículo nos enfocamos de manera específica en los médicos como profesionales de la salud.

Palabras clave: tecnología, salud, medicina, ética

En el reporte de la IEEE sobre las tecnologías que transformarán al mundo para el 2024 (Alkhatib, 2014) figura una en especial, que más que una tecnología es un tanque de pensamiento llamado “Ciencias para la vida”. De ahí hemos acuñado un término más complementario para nuestro trabajo como ingenieros de sistemas llamado “Ciencias y tecnologías para la vida” y lo hemos tratado como un movimiento que invita a reflexionar sobre la manera como la tecnología afecta a la sociedad y cómo nos transforma en personas muy diferentes a lo que tradicionalmente hemos sido. Busca que el nivel de pensamiento se eleve involucrando a antropólogos (el ser), filósofos (el pensamiento), filólogos (el lenguaje), pedagogos (la educación), abogados (las leyes), psicólogos (el comportamiento mental) y naturalmente ingenieros (las tecnologías).

Un primer intento de crear este ambiente lo llevamos a cabo en el año 2012 en un evento en cual profesionales de las disciplinas mencionadas opinamos sobre estas transformaciones, como se puede ver en un sitio de internet. Todo esto demuestra que cada vez más la tecnología es un asunto que atañe a la sociedad misma y ha obligado a los gobiernos a crear políticas públicas para su adopción. Por eso en este artículo traemos algunos puntos de vista de orden filosófico y de inge-

nería sobre la medicina en el mundo técnico.

En el ambiente tecnológico actual sabemos que la medicina se ha llenado de dispositivos que caen dentro de la revolución del Internet de las cosas. En una publicación de la revista *Communication* de la ACM titulada y traducida al español como “El reto en seguridad de los dispositivos médicos” (Sametinger, 2015) se preguntan sobre la seguridad existente en los dispositivos médicos controlados por software y susceptibles de ser infectados con virus informáticos, *malware* y todo aquello que rodea la inseguridad informática de Internet, incluidos los *crackers*. No dejan de pensar en lo que implica un marcapasos configurado automáticamente cuando el wifi de la casa de un individuo detecta la necesidad de actualización o de que el corazón de una persona sea controlado por un software desde un servidor remoto.

Dispositivos y medicina

La FDA –Federación de alimentos y drogas– de los Estados Unidos habla de la existencia de cerca de 1700 dispositivos médicos de alta tecnología clasificados según las especialidades médicas llamadas paneles (Sametinger, 2015, 76), que incluyen dispositivos cardiovasculares, dentales, ortopédicos, del oído, narices y garganta, algunos de ellos manipulados por soft-

ware, hardware, interfaces, teniendo en algunos casos procesos que reciben y generan datos desde sensores en intercomunicación con el dispositivo mismo y con sensores externos (Sametinger, 2015, 76).

Basta con esta introducción del citado artículo para predecir el ambiente de inseguridad que rodea a la medicina, el mismo de cualquier dispositivo de hardware, sólo que en este caso está la vida de las personas de por medio. Pero nuestro artículo no está relacionado con el tema de seguridad informática, sino sobre la posible influencia de la tecnología en el modo de ser de los médicos.

El filósofo alemán Karl Jasper (1883-1969) fue uno de los que trataron este tema en un libro llamado *Práctica médica en la era tecnológica*, en una época en la que ya se vislumbraba la avalancha tecnológica que iría inundando al mundo médico. Jasper dice que los avances en la medicina se dieron en asuntos de orden científico por fuera de la misma medicina, como es el caso de las ciencias exactas y de la biología que han hecho su aporte a la medicina y se han convertido en pivotes para soportar sus descubrimientos a través de la técnica.

Es así como la química, la física y la biología, por ejemplo, le dieron al médico conocimientos que fortalecieron su capacidad de diagnóstico, así como lo hicieron la terapia

y la cirugía, prácticas que fueron configurando un "paisajismo" tecnológico dentro de las clínicas que se adornaron con quirófanos, instrumental y una 'aparatoología' que Jasper la define como "un mundo de belleza" (Jasper, 2003, 58). Esta última observación hace clara referencia al cambio trascendental del médico que antes palpaba con sus manos al paciente y que ahora manipula artefactos. Si bien sus anotaciones están rodeadas de una crítica velada sobre estos excesos tecnológicos, Jasper acepta que la tecnología ha contribuido en la eficiencia del médico, pero en el fondo lo que pretende es hacer un análisis sobre cómo este profesional, inmerso en la 'aparatoología', podrá o no sobrevivir en los tiempos modernos.

La ciencia por su lado aporta mucho cuando logra explicar los fenómenos naturales y sacarlos de las ideas mágicas manejadas por hechiceros y chamanes, imagen que en unas épocas encarnaron también los médicos, pero que al convertirse en conocimientos se usaron para crear herramientas y tecnologías que han configurado nuevos mundos, nuevas sociedades y, en este caso, una nueva forma de ejercer la profesión.

Jasper dice que, a pesar de los avances, los pacientes sufren de insatisfacción. Basta escuchar frases que, aunque se daban antes de los años 70, también se oyen en nuestra época actual como: "la sa-

lud está en crisis", "el sistema de salud es ineficiente e inhumano" o "el gobierno está legislando mal sobre el sistema de salud" para dar indicios de una crisis y entender que la insatisfacción existe.

Pero Jasper, como médico, psiquiatra y filósofo, no se queda en la queja y trata de profundizar en tres aspectos amenazantes: la técnica que transforma la manera de ejercer la medicina, la prioridad que la ciencia le da a lo exacto que puede llevar al médico a una concepción investigativa de su trabajo, más que a la de ejercitante de su profesión y finalmente la exclusión de la fe en el médico por parte del público y de la sociedad, a cambio de la esperanza que sea la precisión de la ciencia lo que le devuelva la salud.

Siguiendo con la avalancha tecnológica que cae sobre la vida del médico y su lucha por sobrevivir y no perder su esencia, Jasper presenta una contradicción debido a cierta proporcionalidad inversa entre la categoría y la calidad del médico, versus la 'aparatoología' que lo rodea. Pero no es sólo responsabilidad o culpa del profesional de la salud que esto suceda, lo es también de los pacientes que se sienten más seguros dependiendo del número de aparatos con los que son examinados; ellos mismos huyen de un tratamiento personal y en consecuencia el médico también, estableciendo así una situación en que se invisibilizan ambos como

personas. El enfermo se vuelve paciente y el médico se vuelve operario o maquinista.

Sobre esta conversión de médico a maquinista me permito citar a Aloys Wenzl en *La Técnica como problema filosófico* que se refiere a cómo algunos de los productos que se construyen en la relación con la naturaleza son las máquinas, cuya característica principal es que se diseñan para que funcionen por ellas mismas, pero que para su mantenimiento necesitan del hombre. Wenzl establece las diferencias entre la máquina y el hombre, pero, de cierta forma, "el hombre se vuelve parte de la máquina cuando, para su funcionamiento, aparece la necesidad de formar maquinistas" (Citado por Berciano, 1995, 16). En el caso que estamos tratando, el maquinista es el médico.

En ese camino, las instituciones de salud se organizan ricas en tecnologías y el médico debe luchar contra las que superan su gestión propia, pues la medicina se convierte en empresa y como tal se ve forzada a cumplir con procedimientos y mejores prácticas, que a veces no son las mejores, en medio de clínicas, exámenes, papeleos, firmas, permisos, formatos que en la burocracia actual están muy orientados a cumplir indicadores con los cuales se mide la eficiencia. Para ser eficientes, en los términos de la modernidad, los médicos deben especializarse y volverse técnicos especializados, laboratoristas, radiólogos

gos, por ejemplo, dándole forma a un “médico de hospital” (Jasper, 2003, 63) que lo hace estrellarse contra la verdadera esencia del profesional que es ser médico, haciendo desaparecer su ser de tal manera que la confianza hacia él desaparece para entregársela a la parafernalia organizacional.

Esta maquinaria física y organizacional construida para atender la salud aumenta obviamente la demanda de pacientes que obliga a acelerar el proceso de atención médica a los enfermos, que a veces no son verdaderos enfermos, y para cumplir con los índices de eficiencia se disminuyen los tiempos de atención y por lo tanto aumenta la superficialidad en la consulta. Se va perdiendo entonces la humanidad en el desarrollo profesional y casi desaparecen los “enfermos y médicos razonables” (Jasper, 2003, 64) y por eso Jasper insinúa que las organizaciones se revisen para dar más oportunidad a la razonabilidad en la atención médica analizada ésta desde ambos lados: médico y paciente.

Hay quien recuerda la época en que existía el médico de familia que cuando llegaba a la casa del enfermo bastaba escuchar su voz para que el paciente sintiera algún alivio, propio de la esperanza de un diálogo con un profesional caracterizado por un sentido humano. Esta relación psicosocial se pierde cuando el médico evita la mirada a los ojos del paciente, para centrarse en el

teclado del computador o en la manipulación de las máquinas.

Analizando lo que sucede cuando un enfermo es atendido en estas organizaciones, el diagnóstico se cumple con la ayuda de aparatos y exámenes de laboratorios que producen datos tomados por el médico sin que el paciente comprenda el sentido de tales procedimientos. La labor del médico será interpretar los resultados, habiéndose preparado en técnicas para hacerlo y transformándose en un técnico que muchas veces ni ha palpado el cuerpo del paciente, como ya lo hemos mencionado. Jasper anuncia así el peligro de que algo que puede ser de gran ayuda para el médico, como lo son la ciencia y la tecnología, se vuelvan en su contra.

Ya se comentó que los avances médicos relacionados con la técnica se llevan a cabo en ambientes no médicos. Ese ámbito es el de la ciencia que devela los misterios de la naturaleza para que la tecnología los aplique en la sociedad con los consecuentes peligros anunciados por Heidegger sobre el emplazamiento de la verdad, es decir de las fuerzas externas como la del mercado que transforman la esencia de las cosas en una verdad utilitarista.

Médico e investigador

Por las razones expuestas, en el *ser* del médico confluyen dos personalidades. Una la de investigador y la otra la de médico en sí. El verdadero médico-investigador, en

el cual se fusionan ambos intereses, tiene como meta la salud de sus enfermos y no la ciencia misma. Pero si el espíritu investigador se separa de su *ser* como médico y cobra mayor importancia, “deja de ser médico”, (Jasper, 2003, 67), pues en estos casos el médico quiere pasar más tiempo en el laboratorio que con los pacientes. Sin embargo, el médico que hace la investigación en su consultorio, con sus pacientes, observando los hechos en medio de la práctica, está realizando una actividad de investigación sin perder su camino. En estos casos el mismo paciente es objeto de observación en el plano investigativo, pero teniéndolo a él como fin último del trabajo: “Es necesaria la observación del cuerpo, de los movimientos, de la conducta y tener en mente el medio que rodea al enfermo” (Jasper, 2003, 67).

El peligro que se cierne es “Esa tendencia hacia la mera técnica que se acentúa con la tendencia de la investigación científica a lo exacto en desmedro del sentido por lo biológico, del ver morfológico, del experimentar en vivo.” (Jasper, 2003, 68). Para decirlo desde el mundo computacional, es una tendencia hacia el olvido de lo aprendido por las personas para entregarlo a las máquinas aprendientes. Tenemos entonces la presencia de dos dominios: el de la ciencia y el del “espacio del sentido comprensible, intercambiable entre personas que le prestan creencia inmediata” (Jasper, 2003, 69).

Por eso es por lo que Jasper introduce la presencia de la psiquiatría desde finales del siglo XVII que aún en las épocas de Freud luchaba por ser entendida como una ciencia y no como una rara especialidad. Este modo de intercambio, tan relacionado con el alma, sólo llegaría a ser ciencia si “se le hace objetivamente categórico, diferenciable, objetivamente identificable y por ende explorable” (Jasper, 2003, 69).

Por otro lado, la era tecnológica nos lleva a la necesidad de normalizar los procesos como lo vemos en los asuntos de tipo administrativo y de la ingeniería de sistemas, con lo que llamamos mejores prácticas. Estas normas intentan trabajar sobre métricas estándar que permitan una visión en la cual caiga la mayoría de las situaciones sobre la cual se trabaja. En otras palabras, establecer patrones.

Lo mismo ha ocurrido en la medicina, especialmente por la necesidad de calibrar los equipos médicos, para que establezcan las variaciones que un paciente pueda presentar con respecto de la norma y entonces diagnosticar un estado que se pudiera definir como un estado enfermo.

En ese sentido otro filósofo y médico llamado Georges Canguilhem (1904-1995) de origen francés indagó sobre esa búsqueda de un estado de la salud que pudiera establecerse como lo normal y la medi-

ción de las enfermedades como variaciones sobre ese estado normalizador.

Canguilhem trae un ejemplo, que lo califica irónicamente como una idea “sublime”, cuando un fisiólogo pensaba en que tomar muestras de orina a muchas personas en una estación del ferrocarril, lo llevaría a obtener la muestra de la orina europea promedio. Remata estas apreciaciones diciendo que lo normal se define como un tipo ideal, pero que en medicina no puede ser definido por un promedio aritmético o una frecuencia de estadísticas, pues existen diferentes estados de los fluidos en diferentes momentos, dependiendo de las funciones de los órganos por la actividad de la vida.

Aparece en las citas de Canguilhem un personaje muy original llamado Jacques Quetelec (1796-1874), astrónomo y naturalista, matemático, sociólogo y estadista interesado en aplicar métodos estadísticos en las ciencias sociales y en establecer la medida de lo normal en ciertos aspectos, como la estatura de las poblaciones. Sin embargo, permanece la duda de si las desviaciones muestran estados anormales, entre otras cosas porque la estadística muestra los números, pero no el concepto de normalidad o de anormalidad.

Hablando de medición y de Quetelec, este astrónomo belga que fue el creador de la IMC o Medida del

Índice de Masa Corporal con el que enunció por primera vez la certeza, según él, de que los valores más frecuentes de una estadística son la norma y que aquellos que se alejan de esos valores son anomalías. A Canguilhem le interesaban los asuntos biológicos, pero le daba importancia a las representaciones de los datos de Quetelec que, representados gráficamente, equivalen a una *Campana de Gauss*, pero esas variaciones no explican necesariamente un estado patológico, como sí lo enuncia Quetelec.

El astrónomo belga creó la idea del hombre medio, “como resultado de la articulación de una serie de causas físicas, morales e intelectuales que se mantienen constantes en determinados momentos históricos y en determinados lugares geográficos” (Quetelec, 1991), de modo que existen diferentes 'hombres tipo' o patrones para diferentes sociedades. Quetelec aplicó estos enunciados a asuntos de orden físico como altura, peso, tamaño de tórax y a comportamientos como el crimen, homicidios, suicidio, locura y otros.

Pero el hombre no es solo un ser animal o un vegetal, es un ser social regulado o influenciado también por su entorno humano en el cual se mezclan lo biológico, lo social y el medio ambiente geográfico en el que vive, que lo configuran como producto de esas influencias, además de ser víctima de reaccio-

nes psicosomáticas en las que un mal del espíritu conlleva a un mal del cuerpo. A decir de Jung, el 'pupilo' de Sigmund Freud, aquella ley de Newton de que la energía no se pierde sino se transforma, se aplica a los males psicosomáticos, haciendo que los problemas espirituales no resueltos, la energía generada para intentar volver al lugar armónico de la persona, las desarrolla el cuerpo con la consiguiente relación alma-cuerpo, espíritu-enfermedad. Se puede decir que la frecuencia estadística de los seres humanos muestra normatividad vital y social entremezcladas creando variaciones fuera de la norma.

Se le critica a Quetelec asimilar las desviaciones de la norma, reflejadas en algunos individuos en su *Campana de Gauss*, por aspectos accidentales y no como producto de fuerzas orgánicas orientadas de manera diferente. Canguilhem considera que sus hipótesis se podrían demostrar comparando la fisiología humana en grupos y subgrupos étnicos, éticos o religiosos, teniendo en cuenta el intrincamiento de la vida y los niveles sociales.

Reflexiones finales

Concluyo insistiendo en la necesidad de incluir las apreciaciones de las *Ciencias y las tecnologías para la Vida*, en los debates en los cuales la sociedad está inmiscuida hoy por la influencia de la inteligencia artificial, la robótica, la automatización, la ciencia de los datos e Inter-

net de las cosas, para llevarlo más allá de las noticias curiosas que tanto gustan a los medios para aumentar el rating, o los escarceos de nosotros los ingenieros, ante el placer de manejar estas tecnologías. Si bien las máquinas y la técnica en general son de gran utilidad, también debemos tener en cuenta que son desarrolladas por las personas y que en nosotros está la responsabilidad de la ética, no sólo en sus desarrollos y su inserción en el mercado, sino también en nuestras opiniones.

Dejo finalmente esta reflexión para que la pensemos. Aristóteles decía que el esclavo era la extensión del cuerpo del amo, como podríamos catalogar a la técnica, una extensión de nosotros mismos; y Hegel, por su lado, en *Dialéctica del amo y el esclavo* dice que al final, mientras el esclavo hace todas las tareas, el amo se engorda por falta de oficio y llega a tener tal dependencia de su esclavo, que los papeles se cambian: el esclavo termina siendo el amo. ¿Estará sucediendo eso con las nuevas tecnologías?

Bibliografía


Alkhatib, H., Faraboschi, P., Frachtenberg, E., Kasahara, H., Lange, D., Laplante, P., & Schwan, K. (2014). IEEE CS 2022 Report. IEEE Computer Society. Recuperado de <http://www.computer.org/cms/Computer.org/ComputingNow/2022Report.pdf>

Berciano, M. (1995), La técnica moderna, Reflexiones ontológicas,

Oviedo: Universidad de Oviedo Servicio de publicaciones.

Canguilhem, G. (2011), Lo normal y lo patológico, Traducción de Ricardo Potschart, México, Siglo XXI editores Bichat. En Wikipedia. Recuperado el 24 de abril de 2018 de https://es.wikipedia.org/wiki/Xavier_Bichat

Jasper, K. (2003, La práctica médica en la era tecnológica, Traducido por María Antonieta Gregor, Barcelona España: Editorial Gedisa S.A.

Sametinger, J. (2015). Security Challenges for Medical Devices. Communication of the ACM, 58(4), 7. 

Manuel Dávila Sguerra. Ingeniero de Sistemas de la Universidad de los Andes, maestría cum laude en filosofía, Universidad Javeriana; director de Ciencias y tecnologías para la vida del Parque Científico de Innovación Social de Uniminuto; exdecano Facultad de Ingeniería, Uniminuto; coordinador académico de la Asociación Colombiana de Ingenieros de Sistemas; columnista de Computerworld, eltiempo.com. Autor de la plataforma e-Genesis- El Generador de sistemas para la generación automática de software y de los textos en el curso virtual sobre software libre desarrollado para el Distrito de Bogotá 2006; conferencista en la presentación de la ley del Software Libre en el Congreso de la República de Colombia; miembro fundador de la Asociación de industriales del software Indusoft, hoy llamada Fedesoft y de la Asociación Colombiana de Ingenieros de sistemas –Acis–; gestor y expresidente de la red de Decanos y Directores de Ingeniería de sistemas, REDIS; autor de los libros: GNU/Linux y el software libre, Software libre una visión, Notas hacia un Ecosistema Inteligente, Sociedad Transformada.

NUESTROS EVENTOS 2019

Jornada de Gerencia de Proyectos

**Jornada Internacional de
Seguridad Informática**

Encuentro de GeoDatos

Salón de Informática

Jornada de Arquitectura Empresarial

Maratón Nacional de Programación

Encuentro Nacional REDIS



ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIEROS DE SISTEMAS

Calle 93 No. 13-32 | Oficina 102

6161407/09 - 301530540

www.acis.org.co



¡Afíliese!



ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIEROS DE SISTEMAS

**Es el gremio de los Ingenieros de Sistemas
participante en el desarrollo nacional.**

Calle 93 No. 13-32 | Oficina 102
Teléfonos: 6161407/09 - 3015530540
www.acis.org.co