

Salud y computación cognitiva

*“La medicina es un arte, no un intercambio;
una vocación, no un negocio;
un llamado en el que tu corazón se ejercitará igual que tu
cabeza”.*

Sir William Osler, M.D. [1]

Alonso Verdugo Medina, M.D.

A nivel global, la salud está ante desafíos de calidad, viabilidad, cobertura y un proceso de transformación importante sobre su modelo de valor. Las tecnologías siempre han estado cercanas a esta industria, pero el uso de la información siempre ha sido un reto. Este artículo presenta la ruta de la computación cognitiva, las experiencias existentes y las oportunidades que se vislumbran.

El desafío actual del cuidado en salud

Globalmente, la salud es la industria con más desafíos y oportunidades para explotar el uso de la información. En medicina, desde Avicena, el uso del método científico es la base de la práctica en ciencias de la vida. Observar, intervenir, medir y comparar han sido actividades claves, aunadas con la experiencia.

Este escenario marca la clave de uno de los usos más interesantes de la computación cognitiva. Asistentes inteligentes en toda la cadena de valor de los servicios de salud.

En medicina, desde Hipócrates (Siglo V A.C.) pasando por W.J. Mayo (1861-1939) y Sir William Osler (padre de la medicina moderna, 1911), se promulga que la prevención es clave en la sostenibilidad de los sistemas sanitarios. Infortunadamente dichos ideales han sido difíciles de conseguir y estamos concentrados en corregir y curar las enfermedades y sus secuelas.

Una de las razones -no la única- es que no es posible ver integralmente al paciente; es decir, en todo su contexto, no sólo lo clínico, sino además su historia personal, factores psicosociales, genéticos, influencias ambientales, su desarrollo personal, sus gustos y aptitudes.

La formación médica, implica mucha lectura, práctica, relación con los pacientes y sobre todo guía y orientación de los profesores (especialistas), incluyendo las enfermeras que, con sus oportunas observaciones, suelen mostrar al profesional en formación que los pacientes tienen dimensiones que van más allá de las propias de la enfermedad. El estudio en medicina demanda toda la vida.

En los últimos 100 años los progresos en las ciencias de la vida han generado mucha información, estudios, investigaciones, reportes y además las historias clínicas, que por sí solas, son fuente de datos invaluable, de las relaciones entre patologías y terapias o planes de cuidado exitosos y no exitosos; así mismo, albergan como tesoro

misterioso los factores que permitirían predecir los riesgos de salud.

Otro punto es la gestión de los limitados recursos, tanto humanos como instrumentales y financieros. Dado el limitado acceso a los detalles de la atención, disponibilidad del estado de los recursos, proceso de gestión de cobros, pagos, autorizaciones, el soporte a toma de decisiones administrativas y de atención es muy limitado. Nadie "tiene la película completa". En algunos casos la información llega muy tarde y con poca calidad. [2]

Computación cognitiva, ampliación de la inteligencia artificial

La computación cognitiva vio la luz en 2011 como la plataforma IBM Watson. Está definida como sistemas que pueden aprender e interactuar con los seres humanos en lenguaje natural, simulando la manera en que funciona el cerebro humano entendiendo y resolviendo problemas. Emplea algoritmos de aprendizaje profundo [3], [4] y redes neuronales que permiten extraer información de datos no estructurados y estructurados, creando un corpus de conocimiento (tema de conocimiento) que se emplea para comparar con la información nueva, generar hipótesis automáticamente y proponer las mejores alternativas, evaluadas estadísticamente, o evidenciar patrones ocultos. Además, permite recibir retroalimentación y mejorar sus valoraciones (a través de aprendizaje, no de programación).

IBM Watson fue la habilitación técnica y comercial de la computación cognitiva. El proceso está basado en las premisas de procesamiento de len-

guaje natural, máquinas de aprendizaje, reconocimiento de voz, digitalización y un poderoso set de algoritmos de creación de hipótesis y evaluación de las mismas. Basado en la evidencia proporciona respuestas con una evaluación de certeza estadística, además permite aprender por retroalimentación respecto a dicha respuesta.

A continuación (Figura 1) mostramos el modelo general de arquitectura de la versión de IBM Watson para Jeopardy, basado en el reporte técnico publicado en el IBM Journal of Research and Development, en 2012 [5].

En general, los pasos consisten en recibir una pregunta (puede ser un texto, un audio digitalizado o una imagen), analizarla (identificar lenguaje y tema), luego en paralelo, descomponer, realizar búsquedas primarias en las fuentes de información, generar respuestas candidatas (hipótesis), se re-

cuperan piezas de evidencia y con algoritmos de analítica profunda se califican y sintetizan las respuestas más probables, pasa luego a los modelos de aprendizaje que analizan el peso y confianza de las respuestas calificadas, se ordena y se responde con la de mejor indicador de confianza. Para el concurso de Jeopardy –un programa de concurso de preguntas y respuestas, en el cual Watson se enfrentó contra jugadores humanos–, las fuentes fueron, todas las preguntas y respuestas correctas de todos los juegos previos, todos los libros y fuentes públicas de información curada disponible en internet. Durante el juego, IBM Watson no estaba conectado a ninguna red, el sistema actuaba de forma autónoma con base en su entrenamiento.

La siguiente gráfica muestra la evolución de la capacidad de aprendizaje de IBM Watson, previo al juego. Cuando

El sistema DeepQA / La tecnología detrás de Watson

- Una arquitectura basada en cálculos en paralelo que genera múltiples hipótesis en base a una combinación de miles de algoritmos sobre procesamiento de lenguaje natural, captura de información, aprendizaje artificial y razonamiento.
- Estos algoritmos reúnen, evalúan, sopesan y comparan diferentes tipos de prueba para obtener la respuesta con la mayor confianza posible

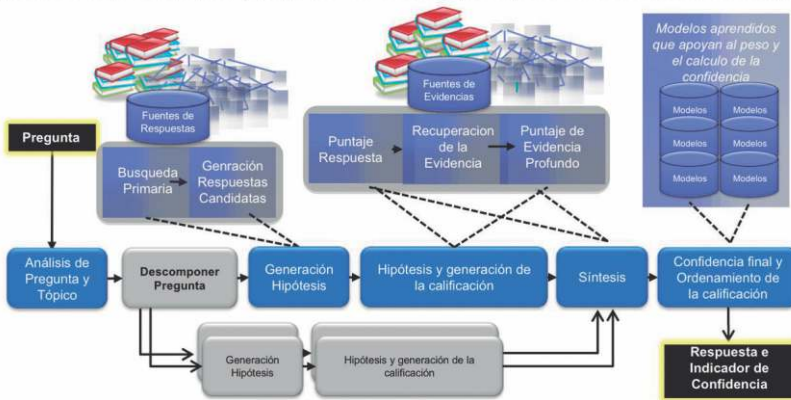


Figura 1 Arquitectura DeepQA (adaptado de [5]).

El sistema DeepQA al cabo de 4 años de entrenamiento

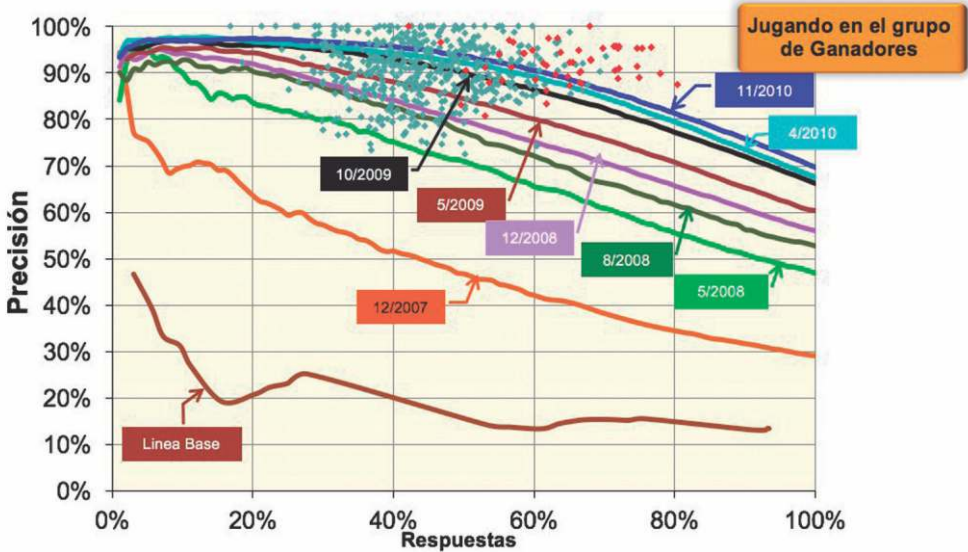


Figura 2 Estadísticas del proceso de entrenamiento de IBM Watson para Jeopardy (adaptada de [4]).

el rango de respuestas correctas estaba en el área de respuesta de los jugadores humanos, los diseñadores decidieron que era tiempo de participar en el juego real.

Hoy en día, IBM Watson es un conjunto de servicios de integración, analítica profunda, bases de datos, servicios cognitivos (API, micro servicios) que pueden ser consumidos por aplicaciones de terceros, en la solución de nube de IBM BlueMix (<https://www.ibm.com/cloud-computing/bluemix/>)

Es importante visualizar que hay muchos proveedores de soluciones que involucran aprendizaje computacional, sistemas de procesamiento de lenguaje natural, *deep analytics*, incluso *frameworks* para *chatbots*. IBM Watson ofrece soluciones ya habilita-

das para ser utilizadas en un entorno profesional como, por ejemplo, oncología, investigación en genómica, búsqueda de ensayos clínicos, basadas en aprendizaje de la tarea, no en los ajustes de algoritmos o mecanismos de aprendizaje. IBM tiene un corpus de conocimiento en salud, recibido de la compañía Truvent (adquirida en 2016), especializada en farmacología, interacciones medicamentosas, protocolos de manejo basados en la evidencia, analítica para desempeño de los servicios de salud, detección de riesgos en atención de salud tales como riesgos de infecciones intrahospitalarias, riesgo de caídas, predicción para pasar de medicamentos endovenosos a vía oral. Toda esta información se emplea como corpus para mejorar el conocimiento de IBM Watson.

En este entorno el proceso de creación de sistemas cognitivos está en proceso de investigación y comercialización. Los invito a ver esta entrevista donde se comparten los puntos de vista y entendimiento de lo que son los sistemas cognitivos y la inteligencia artificial. Tanmay Bakshi, es un niño de 12 años, con bastante experiencia programando y enseñando inteligencia artificial. Este video presenta respuestas a preguntas comunes de I.A. y sistemas cognitivos <https://www.youtube.com/watch?v=ZbE0Td3ULkQ>

Uso en salud

En este contexto de problema y capacidades tecnológicas, lo que tenemos no es la solución absoluta, lo que buscamos es identificar los casos de uso donde sus capacidades dan apoyo para resolver problemas de niveles diferentes a los tradicionales, es decir innovación.

Uno de los primeros usos de la computación cognitiva fue apoyar los procesos de planes de tratamiento en cáncer. Apoyando la estrategia de medicina de precisión. Watson fue entrenado con libros de medicina, artículos curados con medicina basada en la evidencia, resultados de estudios clínicos y la experiencia del Memorial Sloan Kettering (MSK), uno de los centros más experimentados en cáncer del mundo [6].

El corpus de conocimiento fue creado inicialmente con la lectura de las guías de manejo para cáncer de seno y de pulmón de la NCCN (National Comprehensive Cancer Network). Cerca de 500.000 combinaciones únicas de atributos de pacientes con cáncer de seno y 50.000 combinaciones únicas de

atributos de pacientes con cáncer de pulmón. A esto se adicionaron más de 600.000 piezas de evidencia, provenientes de más de 42 publicaciones en revistas arbitradas como son American Journal of Hematology, A Cancer Journal for Clinicians, Cochran, EBS-CO, Elsevier's Monographs in Cancer, European Journal of Cancer, por nombrar algunas. Este corpus es actualizado diariamente. La experiencia la proporcionó MSK; es decir, le presentó casos y evaluó las respuestas generadas por Watson Oncology, dando la respectiva retroalimentación para mejorar sus análisis de generación. Este corpus entrenado es la solución que hoy en día, más de 20 instituciones que combaten el cáncer están usando para tener más agilidad y precisión de sus planes de manejo con información actualizada.

El proceso médico oncológico implica para el especialista, revisar la historia clínica del paciente, su evolución, antecedentes, resultados de las ayudas diagnósticas, hallazgos al examen físico, resultados de marcadores genéticos e inmunológicos, patología y con dichos datos, su formación, experiencia y la información reciente que tenga armará el plan de tratamiento con mayor probabilidad de éxito. En la actualidad, un médico no logra revisar toda la nueva literatura científica que puede ser útil en su ejercicio, por acceso e imposibilidad humana de leer todo y retener dicha información [7]. Ahí es donde aparece la computación cognitiva para apoyar. Watson puede leer, extraer las entidades, relaciones y apoyar al proceso de toma de decisión médica [8][9].

Uno de los desafíos es que no hay dos pacientes iguales, cada caso tiene sus

particularidades, unos más fáciles y otros totalmente nuevos. La evidencia médica evaluada, más las características del caso, son analizadas en minutos. Esto provee mejor cuidado, evaluado y concertado con el criterio profesional del médico tratante; además, se le puede informar en detalle al paciente todo el razonamiento y soporte para el plan de tratamiento para su consentimiento informado.

Como casos de uso alternos tenemos, por ejemplo, asistentes para guiar a los pacientes en patologías crónicas como diabetes, hipertensión, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, sobrepeso, paciente renal crónico, dolor crónico, accidente cerebro vascular. Estas enfermedades de alto costo, requieren gestión y cuidado por parte de varios profesionales de la salud. Además, la adherencia es crítica para prevenir eventos o complicaciones que deterioran de forma irreversible la calidad de vida e incrementan los costos del sistema. [10]

Watson puede recibir la información de guías e indicaciones y a las preguntas de un paciente, responder o guiarlo en su cuidado. Pero además, puede registrar variables de sus indicadores vitales y detectar variaciones fuera de rango y predecir complicaciones. Hoy día con Medtronic se está adelantando un prototipo para alertar el riesgo de hipoglicemia en paciente diabéticos insulino dependientes [11].

Watson también puede ver [12]; uno de los servicios es reconocimiento de imágenes, Watson está siendo entrenado para reconocer en un plato de alimentos los “saludables”, cálculo calórico y orientar al paciente en su alimentación (Watson Chef).

El procesamiento de lenguaje natural, permite “leer” (texto, información no estructurada) las historias clínicas, notas de enfermería, resultados de laboratorio o imagenología, extraer las entidades e identificar codificación, patrones de riesgo para depresión, farmacodependencia, no adherencia, análisis para prevenir fraude. [13]

Lo más crítico para la salud hoy en día, es que se definan políticas concretas en la estandarización para el intercambio de información; aunque a nivel internacional existen, en Colombia no hay políticas en dicho frente. Esto es importante, así como en la banca existen las redes ATH de intermediación de pagos entre todos los actores, lo mismo, automatizado, para la cadena de valor en salud, sería excelente. Su primer impacto es tener información unificada, estandarizada y oportuna. [14] Con tecnologías como *blockchain* se puede realizar trazabilidad de forma segura, entre todos los participantes, pagos, autorizaciones, medicamentos. [15]

Futuro

Tomando las palabras de Carl Sagan, en el capítulo 1 de Cosmos, estamos pisando el borde del gran océano del apoyo de las máquinas en los procesos cognitivos, simulando el razonamiento basado en la experiencia. No es para ver reemplazos en las profesiones, sino un escalón a un nivel superior de generación de valor. Es la responsabilidad identificar los procesos o nuevas actividades, en donde estas capacidades pueden apoyar a múltiples industrias. Por ejemplo, educar a un paciente de la mejor manera respecto a su dieta, ejercicio o utilización de tecnologías. A un ingeniero, en

la forma de reparar maquinaria de alta complejidad. Optimizar la producción de plantas con información de clima, ventas de productos, estacionalidades en los gustos y consumo de los clientes, y variaciones en la producción de materia prima.

En la película “Talentos Ocultos”, “Hidden Figures” [17] en su título en inglés, pudimos apreciar cómo con la aparición de los computadores digitales, las hasta ahora líderes computadoras humanas (mujeres con grandes capacidades de cálculo y matemáticas), no perdieron sus trabajos y se les presentó la oportunidad de programar estas nuevas máquinas. Así mismo, ver cómo en equipo se apoyaron ante el nuevo desafío; líderes que ven el éxito no solos, sino todos colaborando.

Referencias

[1] Osler W. *Aequanimitas with other Addresses to Medical Students, Nurses and Practitioners of Medicine*. Second edition. Philadelphia, USA: Blakistons` Son & Co; 1925

[2] Herlinger Regina. *Introduction to Innovating in Health Care 2015*, Harvard Online fecha de consulta Feb 12 2017 <https://courses.edx.org/courses/course-v1:HarvardX+BUS5.1x+3T2015/courseware/d5f345184e304801a2e9e36f9a5e95b9/6660dd3ed21749b4b233cef0b3833fa9/>

[3] Referencia de Aprendizaje Profundo https://es.wikipedia.org/wiki/Aprendizaje_profundo revisado Feb 12 2017.

[4] The AI Behind Watson – The Technical Article, AI Magazine Fall 2010. Version digital revisada Feb 12 2017 <http://www.aai.org/Magazine/Watson/watson.php>

[5] D. Ferrucci, Introduction to “This is Watson”, J. Res. & Dev. Vol. 56 No. 3-4 paper 1 pp. 1:1 – 1:15, 2012

[6] Nota de comunicaciones Memorial Sloan Kattering Cancer Center, revisado Feb 12 2017. <https://www.mskcc.org/blog/msk-trains-ibm-watson-help-doctors-make-better-treatment-choices>

[7] Van Noorden R. Scientists may be reaching a peak in reading habits. February 3, 2014. <http://www.nature.com/news/scientists-may-be-reaching-a-peak-in-reading-habits-1.14658> revisado Feb 12 2017.

[8] Demostración de Watson Oncology <https://www.youtube.com/watch?v=-D2Ce4ktRlc> revisado Feb 12 2017.

[9] Introduccion de Watson Oncology en los Hospitales Manipal. <https://www.youtube.com/watch?v=qG6jfhI4ucw> revisado Feb 12 2017.

[10] “A booster shot for health and wellness, Your cognitive future in the health-care industry, IBM Institute for Business Value, Septiembre 2015.” <http://www-01.ibm.com/common/ssi/cgi-bin/ssialias?subtype=XB&infotype=PM&htmlfid=GBE03689USEN&attachment=GBE03689USEN.PDF> revisado Feb 19 2017.

[11] Medtronic, IBM Watson reveal prototype of diabetes app to predict low blood sugar <http://www.fiercebiotech.com/medical-devices/medtronic-ibm-watson-reveal-prototype-diabetes-app-to-predict-low-blood-sugar> revisado Feb 20 2017.

[12] Watson to Gain Ability to “See” with Planned \$1B Acquisition of Merge Health-care <https://www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/47435.wss> revisado Feb 20 2017.

[13] Redesigning Care Management <https://www.ibm.com/watson/health/population-health-management/resources/redesigning-care-management> revisado Feb 20 2017.

[14] <http://www.himss.org/library/interoperability-standards/what-is-interoperability> revisado Feb 20 2017.

[15] <https://www.ibm.com/blogs/blockchain/2017/01/blockchain-momentum-rallies-healthcare/> revisado Feb 20 2017.

[16] <https://www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/47624.wss>

[17] Hidden Figures, https://es.wikipedia.org/wiki/Hidden_Figures revisado Marzo 20 2017. 🌐

Alonso Verdugo Medina, M.D. es Arquitecto de Soluciones en IBM Colombia, Customer Products Goods, Retail y Salud. Su pasión es la medicina y su hobby la informática. Es médico egresado de la Universidad Militar y exoficial de la Fuerza Aérea Colombiana. Lleva 20 años trabajando en IBM en el área técnica; primero, como instructor de OS2, posteriormente en el área de base de datos; luego en el área de integración de aplicaciones y desarrollo de aplicaciones Java; los últimos cuatro años ha trabajado en proyectos de Smartercities, Seguridad Ciudadana, Programas Sociales, Centros de Mando Inteligentes, Salud Integrada y Computación Cognitiva. Adicional a su rol, en la actualidad lidera proyectos de cooperación tecnológica de IBM con algunas de las más importantes universidades del país, acercando la academia a proyectos, soluciones y herramientas de innovación de IBM. Es presentador en los programas de extensión de la Universidad Javeriana, en Inteligencia de Negocio, Universidad del Rosario en Interoperabilidad y Sistemas de Historia Clínica Electrónica. Está certificado en la profesión de Arquitecto IBM nivel asociado, CoBIT e ITIL, y en IBM SOA Design Architect.