

# Neuroadaptación: Alcanzando la siguiente frontera

Julio Lorca<sup>1,2</sup>, Gonzalo Aranda<sup>3, 4</sup>, Christian Costa<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Presidente de FeSalud; <sup>2</sup>Director de revistaesalud.com; <sup>3</sup>Consultor sénior del Instituto de Innovación para el Bienestar Ciudadano; <sup>4</sup>Miembro y asesor de FeSalud.

## ¿Qué?

Hace unos meses un grupo empresarial nos encomendó un proyecto de asesoría para el diseño de un nuevo centro de investigación y atención integral a personas con lesiones neurológicas, que fuese concebido desde una perspectiva completamente innovadora, en base a los siguientes requisitos básicos:

- a) Que tuviese en cuenta los avances más vanguardistas del momento, de forma que se pudiera maximizar el potencial científico alcanzado, evitando el conocido retraso en incorporar cualquier innovación en el sector sanitario.
- b) Que considerase las capacidades humanas como un "continuum" donde un estado de salud concreto es sólo la expresión temporal en un determinado estado de equilibrio; y que éste puede verse alterado o incluso ser destruido... pero que de la misma manera, también puede ser restablecido, total o parcialmente, e incluso rediseñado.
- c) Que redescubriese el poder de la naturaleza y su capacidad de re-adaptación ilimitada.
- d) Que se plantease, de forma novedosa, la posibilidad de hacer convivir ambas po-

tencialidades: el poder restaurador de la propia naturaleza, junto con las más radicales proposiciones tecnológicas del momento.

Es a este marco de sinergias, y en este contexto, de unir de forma especial a la neuroingeniería aplicada con la biomedicina, la cibernética y la biónica, junto con el poder re-equilibrador y re-adaptador de la naturaleza, a lo que hemos denominado "**Neuro-adaptación**".

## Imbricando viejas y nuevas leyes

En el campo de las nuevas tecnologías existen leyes, en términos evolutivos, que parecen estar contaminando a otros campos científicos. Son bien conocidas las de Moore, Metcalfe, etc.; pero destacando de entre todas ellas: la Ley de aceleración de los resultados de Kurzweill y la Ley de Ruptura.

La primera postula el decrecimiento exponencial del tiempo necesario para cada nuevo avance, a partir de otro previo con el que de alguna forma se encuentre relacionado.

La segunda, explicita los tremendos retrasos que se producen desde que una tecnología está madura hasta que alcanza la "masa crítica" de asimilación colectiva

para poder generar el valor potencial asociado. Es decir, para pasar de invento a innovación. En el campo de la salud, esta Ley alcanza su máxima expresión, estimándose que este retraso puede ser de hasta 16 años.

Veámoslo en detalle:

### 1ª) La Ley de Aceleración de Resultados<sup>1</sup>

Las "no ya tan nuevas" tecnologías de la información y las comunicaciones, nos aventuran a vivir uno de los mayores saltos de paradigma de la historia, sólo equiparable con otros pocos hitos de la humanidad. Nos referimos especialmente a tres:

- La *escritura*, que permitió el desarrollo del comercio y la expansión de las civilizaciones;
- La *impresión*, asociada al renacimiento;
- La *world wide web*.

cada nuevo salto es diez veces inferior al precedente<sup>(1)</sup>. Al fenómeno subyacente, sobre el que hemos representado nuestra hipótesis de trabajo, Ray Kurzweill lo denominó "*Ley de Aceleración de los resultados*"<sup>2</sup>.

### 2ª) La Ley de Interrupción o de ruptura

Como bien explicaron Larry Downes y Chunka Mui en su famoso libro<sup>3</sup>, "*La tecnología cambia de manera exponencial, pero los sistemas sociales, económicos y jurídicos lo hacen de forma incremental*". En cierto sentido, la Ley nos recuerda algo que se ha dado en la naturaleza durante siglos: El impacto de un avance puede ser revolucionario, pero el cambio real puede demorar años en llegar.

Esta tremenda paradoja, aceleración versus interrupción, está provocando una disociación entre las inversiones en I+D+i y el retorno en valor, que nos obliga a

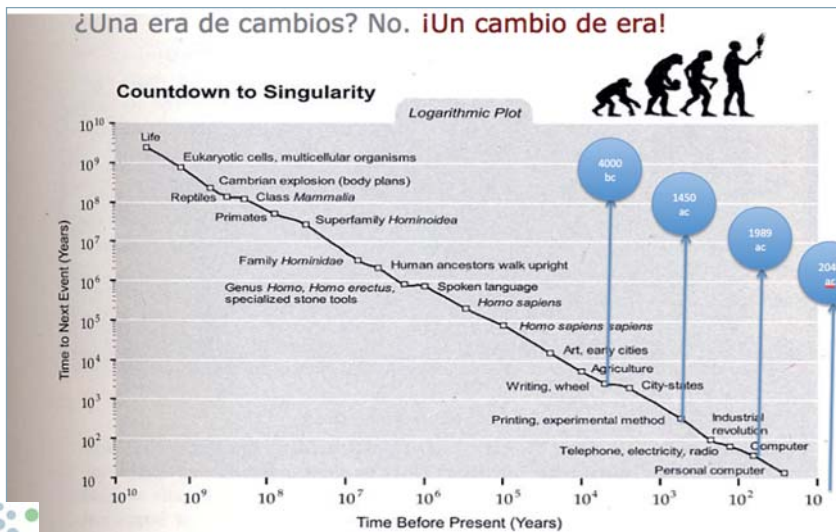
buscar modelos de negocio, innovadores en sí mismos, que permitan compensar este desequilibrio.

## De nuevo la naturaleza

La pérdida de la capacidad adaptativa de humano moderno, respecto de su condición animal, es evidente: El "recién nacido" en muchas especies, es capaz de sobrevivir dejado a su suerte en su propio medio. Este alejamiento de nuestra "naturaleza" animal se ha acelerado de forma destacada en occidente.

A diferencia de nosotros, las culturas orientales conocen bien la forma de recuperar y mantener la salud a partir del reequilibrio con el medio.

Estas dos dimensiones en aparente tensión, la búsqueda de la armonía a través de la naturaleza y la in-



Gráfica 1. Hipótesis propia sobre original de la Ley de aceleración de resultados de Ray Kurzweill.

Todas ellas comparten la peculiaridad de incrementar, respecto de la situación previa y de forma exponencial, la capacidad humana para generar, almacenar y transmitir información. Pero lo verdaderamente curioso, es que el tiempo necesario para que se produzca

(1) Desde la aparición del arte a la escritura pasaron unos 50.000 años; Desde esta a la imprenta 5.000 y de esta a la web, sólo 500. De ser una constante, podríamos prever que el próximo gran cambio se producirá pasados 50 años contados desde que Tim Berner Lee descubriera la Web en 1989. Esto podría ser alrededor del 2.040. ¿Y que ocurrió antes de esto? Pues 500.000 años antes del arte emergió el homo sapiens-sapiens, ¿una casualidad? (Ver gráfica 1).

corporación temprana de los avances científicos genera una oportunidad inigualable para repensar muchos de los principios actualmente asumidos. Es el momento de un cambio de paradigma.

## La Medicina Urbanita

Nos gusta recordar un ejemplo bastante ilustrativo de la historia reciente de la medicina, que refleja bien lo que decimos. Hace muchas décadas que se conocía la tremenda variabilidad de la práctica clínica y su poca influencia en los resultados obtenidos. Médicos de lugares distintos tomaban decisiones clínicas dispares con resultados a veces equivalentes o al revés. No parecía existir una correlación clara entre técnica, gasto y resultado. Dicha constatación, llevó al nacimiento de la llamada Medicina Basada en la Evidencia (MBE) en contraposición a la antigua medicina basada en la obediencia o el prestigio. Una de las mayores lecciones nos vino dada con el nacimiento

de los grupos de diagnósticos relacionados (GDRs). El sistema de aseguramiento americano, retribuía a los hospitales que concertaban mediante una cantidad de dinero por cada día de hospitalización. Dado que los días "más caros" correspondían a aquellos en los que se hacían las pruebas diagnósticas y la cirugía, la práctica habitual era "inflar" los de convalecencia, de menor coste. Cuando el HCFA fue consciente de esto, encargó un estudio a la Universidad de Yale con la finalidad de identificar grupos de patologías que tuviesen un coste equivalente. Así se pretendía pagar una cantidad fija, independientemente de los días que permaneciesen hospitalizados. Se analizaron en torno al

millón de historias clínicas lo que permitió agrupar los procesos clínicos que tenían un coste equivalente. ¿Cuál fue la consecuencia? Efectivamente, el número de días de estancia comenzó a decaer de forma dramática, pero llegó a tal punto que lo que desde entonces empezó a ser la buena práctica fue tener a los pacientes el menor tiempo posible. Nació así una tendencia que culminó con la llamada CMA o Cirugía Mayor Ambulatoria. Hoy más de la mitad de las intervenciones quirúrgicas se realizan sin necesidad de hospitalización. ¿Era la ciencia o la burocracia la que marcaba las prioridades?, ¿se podía haber incorporado antes la CMA y los avances en microcirugía endoscópica?, ¿o no interesaba?

**Hoy más de la mitad de las intervenciones quirúrgicas se realizan sin necesidad de hospitalización. ¿Era la ciencia o la burocracia la que marcaba las prioridades?, ¿se podía haber incorporado antes la CMA y los avances en microcirugía endoscópica?, ¿o no interesaba?**

En la práctica, de entrada, se evitan infecciones hospitalarias (10 % de los casos) y el llamado hospitalismo (afectación anímica por la separación del medio conocido). El hábitat de desenvolvimiento de las personas se redescubrió como agente

curador en sí y se avanzaron así las conclusiones sobre la necesidad de normalizar las intervenciones en salud, a las que más tarde llegarían los teóricos de la Universidad de MacMaser en Ontario, entre los que destacó David Sackett<sup>4</sup>.

Pues bien, algo equivalente ocurre a mayor escala con nuestra separación colectiva de la naturaleza: el sol, el agua en movimiento, el canto de los pájaros, los olores, los colores del cielo... son las fuentes de armonía necesarias para retomar el equilibrio perdido, que en esencia representa la Salud<sup>5</sup>.

Como organización y desde un punto de vista teórico, el objetivo central del sistema sanitario debería

ser mejorar la salud de sus ciudadanos, aunque para algunos esto no resulte evidente ni por el grado de cumplimiento de sus fines ni por la tendencia; ni se están tomando decisiones de cambio indispensables para alcanzarlo en el futuro.

Dimensiones de entorno como el envejecimiento y las enfermedades crónicas de la población están determinado no solo el nivel de salud, están poniendo en evidencia la incapacidad actual de los servicios sanitarios para solucionarlos, ya que fueron configurados para atender en esencia enfermedades y procesos agudos. En estos momentos tendríamos que plantearnos cómo podríamos estructurar una oferta solvente de servicios acorde con las necesidades actuales y como deberían de diseñarse las organizaciones sanitarias para dar respuesta a los nuevos problemas de no salud y enfermedad, que ya están siendo permanentes en el tiempo.

En este contexto, nuestros actuales centros hospitalarios evidencian una funcionalidad limitada ya que se deberían de diseñar procesos y estructuras que garantizarían la continuidad de los servicios fuertemente vinculados a otros sectores: social, tecnológico, etc.

## La Medicina Transhumana

Muchos creen que los avances científicos basados en tecnología implantables pueden llegar a ser algo, por antinatural, inaceptables: podrían favorecer la aparición de una variante humana "superdotada" que dejase al resto como una subclase menoscabada.

En la práctica, los límites entre lo natural y lo artificial son bastante difusos y el tema está cargado de muchos prejuicios. Pensemos en cuántos de nosotros lleva gafas, y un marcapaso, un audífono, o una prótesis de cadera. La diferencia entre disponer de estos artefactos o que nos implanten un hipocampo artificial para recuperar la memoria perdida tras un ac-

cidente cerebrovascular, es sólo de disponibilidad y de tiempo. Y que sepamos, nada de esto pasa al código genético, por lo que este tipo de "avance" no creará ningún tipo de super-especie hereditaria.

Ahora bien, la gran duda surge cuando se plantea la siguiente cuestión: si puedo mejorar mi capacidad visual perdida, por qué no puedo mejorar mi capacidad visual normal. Esto apunta hacia tremendos retos éticos de futuro: ¿Sería aceptable que un guardabosques que pasa horas usando prismáticos dispusiera como alternativa, de unas prótesis oculares<sup>6</sup> que hicieran igual función: enfocar, visualizar a grandes distancias y, ya puestos, con visión nocturna? Otra cosa es la modificación genética por vías germinales...pero eso es otro cantar.

## La Biología como un Continuum

En su libro de 2006<sup>7</sup>, Jean Liedloff, enfrenta la idea de que para alcanzar un óptimo desarrollo físico, mental y emocional, los seres humanos —especialmente los bebés— necesitan vivir las experiencias adaptativas que han sido básicas para nuestra especie a lo largo del proceso evolutivo.

Según él afirma, "los bebés cuyas necesidades "de continuum" han sido satisfechas desde el principio a través de la experiencia "en brazos" desarrollan una gran autoestima y son mucho más inde-

pendientes que aquéllos a los que se les ha dejado llorar solos por miedo a que se vuelvan unos "mimosos" o demasiado dependientes". Esta continuidad entre el niño y la madre refleja la necesidad de mantener principios naturales evidentes en muchas otras especies.



**Esta continuidad entre el niño y la madre refleja la necesidad de mantener principios naturales evidentes en otras especies**



¿Será igualmente potente el reequilibrio de ese continuum como motor para la recuperación del equilibrio perdido? Creemos que sí.

Por un lado, rehabilitando funciones con apoyo de herramientas terapéuticas y exoesqueletos neurorobóticos que ayudan a que el cuerpo se adapte mejor<sup>8,9</sup>, o incorporando prótesis conectadas al sistema nervioso<sup>10</sup>, implantando adaptativamente músculos y nervios artificiales funcionalmente inteligentes; por otro, reconstruyendo estructuras y órganos con células madre y materiales funcionales. Pero ello sería excesivamente "artificial", si no se acompaña de elementos naturales



**Algunas características de la Neuroadaptación son la adaptación autónoma y casi independiente de un sistema biológico**



como hidroterapias u otras técnicas que hagan que el re-equilibrio sea completo en mente y cuerpo.

El término "Neuroadaptación" lo podemos definir como la adaptación cibernética

multifuncional, bioinspirada y soportada en las ciencias neurocognitivas, en un contexto de armonía con lo natural. A diferencia de la cibernética clásica y otras disciplinas afines, la neuroadaptación no distingue un solo canal de sensores y actuadores en una unidad de control, sino que combina un mayor flujo multidireccional, multiescala y multifuncional para conseguir su propia adaptabilidad en una misma estructura o material inteligente<sup>11,12</sup>. Algunas de las características de la neuroadaptación son la adaptación autónoma y casi independiente de un sistema biológico; también la regulación y distribución aun más eficiente de la energía necesaria para su funcionamiento; y como ser vivo, en permanente interacción con la naturaleza.

Nuestro modelo de desarrollo en neuroadaptación

plantea comenzar a trabajar en el interfaz de encuentro de las tecnologías y la naturaleza, como una nueva alianza que destierre los temores de transhumanismo, y acelere la incorporación de los avances tecnológicos, allá donde puedan realmente ayudar a las personas mediante sinergias aportadas por las fuerzas naturales sanadoras y/o reconstitutivas de la salud.

## Referencias

1. El texto de este sub-apartado se corresponde con el presentado en el artículo de inminente publicación titulado "Innovación conducida por la utilidad (ICU). Reflexiones desde las ciencias de la vida", que aparecerá en la Revista de Innovación Sanitaria y Atención Integrada durante 2011.
2. Kurzweill, Ray. "The Singularity is near. When humans transcend biology". Edit. Viking. 2005.
3. Downes, Larry and Mui, Chunka. "Unleashing the Killer App: Digital Strategies for Market Dominance". Harvard Business School Press. 2000
4. [http://es.wikipedia.org/wiki/David\\_Sackett](http://es.wikipedia.org/wiki/David_Sackett). Último acceso, Dic. 2010.
5. La Constitución de la Organización Mundial de Salud define la misma como: "un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades".  
<http://www.who.int/es/>
6. Cortical activation with a completely implanted wireless retinal prosthesis. Walter, P. et.al, 2005.
7. Liedloff, Jean. "El Concepto del Continuum: en busca del bienestar perdido". Edit. Ob Stare. 2006.
8. Patient-Cooperative Control: Adapting Robotic Interventions to Individuals Human Capabilities. A. Duchau-Wicke, et.al, Neurorehabilitation devices: engineering design, measurement, and control. 2006.
9. Stroke Recovery and Rehabilitation. Joel Stein, et.al, 2009.
10. Cortical neural prosthetics. Schwartz, 2004.
11. Science and Technology Agency (Government of Japan): "The Concept of Intelligent Materials and the Guidelines on R&D Promotion." Tokyo, Japan. 1989.

