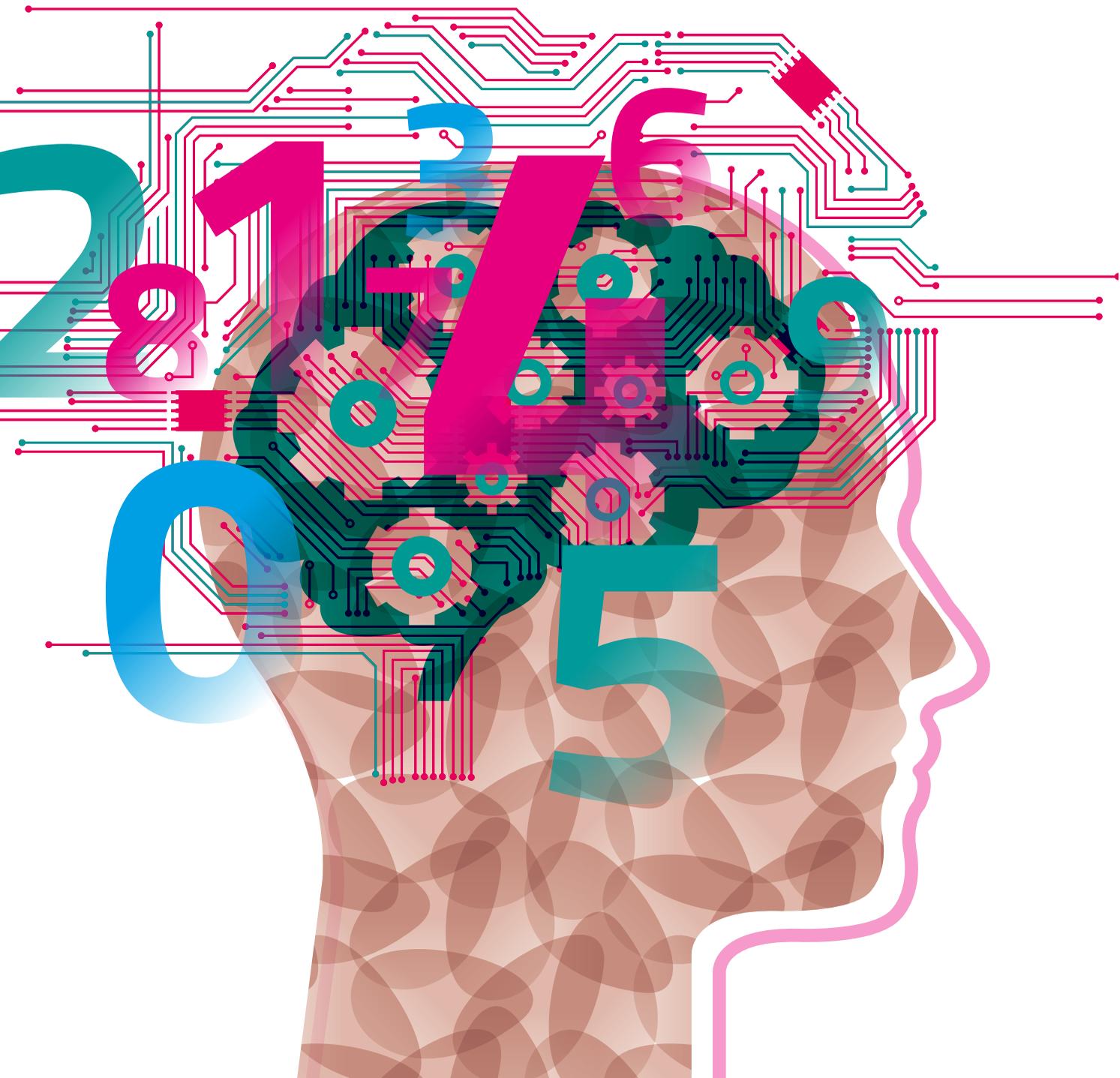


EL EXOCEREBRO

Alfio A. Puglisi



Diversas redes de comunicaciones altamente conectadas entre sí rodean el exterior de nuestro planeta, algo semejante a la red de neuronas interconectadas que constituyen nuestro cerebro, alojado en el interior del cráneo.

La red externa está constituida por cables de superficie o submarinos. Hay, también, redes inalámbricas, que vinculan los diversos países entre sí, las que reciben y retransmiten información satelital sobre la superficie de la tierra, del mar o de sus profundidades. Son sensores mucho más sensibles que los órganos humanos y permiten el uso de la inteligencia artificial. Los teléfonos facilitan la comunicación entre la gente y se han convertido en una pequeña computadora de bolsillo. En la práctica, ya existen diversos tipos de memorias externas conectables a nuestro cerebro y ordenadores. A veces, la red externa actúa de por sí en forma automática, con limitaciones y dentro de ciertos parámetros; está programada para ello.

Esta malla de redes configura un *exocerebro mundial*, epifenómeno del conjunto de cerebros humanos, que aún no se ha encendido ni actúa de manera plena y autónoma, con independencia del cerebro endocraneal. No obstante, la red física que lo constituye es de tamaño envergadura que bien podría lograrlo. ¿Cuál será la chispa inicial, su *big-bang*? ¿Qué lo llevaría a hacerlo? Acaso sucedería solo, por un principio de saturación o de entropía. Acaso sería la consecuencia de un cortocircuito un error de programación, un cisne negro, positivo o negativo, para bien o para mal. Esto puede darse en los sistemas complejos, cuanto más lo son, más están al borde de padecerlo y de sorprenderse con ellos. Acaso también alguien intente despertarlo, vaya a saber con qué propósito. Da la impresión de que aún falta mucho para ello. Ojalá.

Existen ya diversos exoesqueletos consistentes en un armazón externo —una prótesis— que lleva puesto una persona y que le permite el movimiento o un esfuerzo de potencia guiado por su propio cerebro. Ahora se trata de lograr —o esperar— todo un cerebro.

Es curioso que el endocerebro constituya un casquete esférico dentro del cráneo; el exocerebro, en cambio, es un ovillo que rodea todo el planeta; dentro de él circulan tanto electricidad e información como algunas redes neuronales artificiales entrelazadas entre sí que crean una estructura con capas de profundidad, también llamadas «capas de aprendizaje».

El crecimiento del exocerebro es vertiginoso. Cuando en 1981 llevé la primera computadora a la Escuela Naval, una TRS-80, esta poseía 64K de memoria; hoy, un teléfono al alcance de los alumnos primarios posee 4G, y se espera la llegada del 5G. Ya hay varias supercomputadoras que intentan imitar las redes neuronales biológicas, alguna argentina. No hay conexión entre ellas, por ahora.

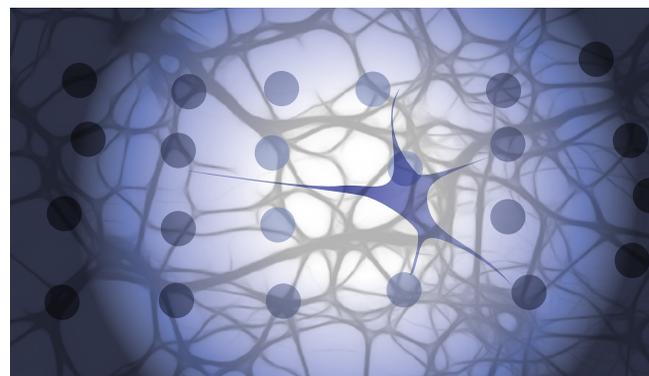
Para muchos autores, desde Teilhard de Chardin hasta Vladimir I. Vernadsky —haciendo abstracción—, al mundo físico se le superpone la biósfera, una capa o esfera de todo aquello con vida, en la que se apoya la noósfera, esfera de la psique y del espíritu, generadora de la cultura y las normas. Justamente el hombre, con el exocerebro, ha creado una capa nueva de comunicaciones y de inteligencia artificial. No la creemos superior a la noósfera, al menos hasta que ella se independice, pero no sabemos qué rumbo tomará. ¿Se tornará en una red de tipo superior, una mente global y planetaria, autónoma y automáticamente retroalimentada que guíe al planeta? ¿O quedará como simple manto tecnológico, algo inferior a ella? ¿Será el meollo mismo de la noósfera? ¿O será algo subordinado a las diversas mentes que la crearon, empresas y países que compiten por la hegemonía en el tema? ¿Las relaciones entre ambos cerebros serán armónicas o anárquicas? ¿Devendrá en el tan mentado «centro del mundo»?

El profesor Alfio A. Puglisi es maestro normal nacional, profesor en Filosofía y Pedagogía, licenciado en Metodología de la Investigación y doctor en Psicología. Fue profesor de la Escuela Naval Militar entre 1969 y 2013.

Es un asiduo colaborador del *Boletín*.

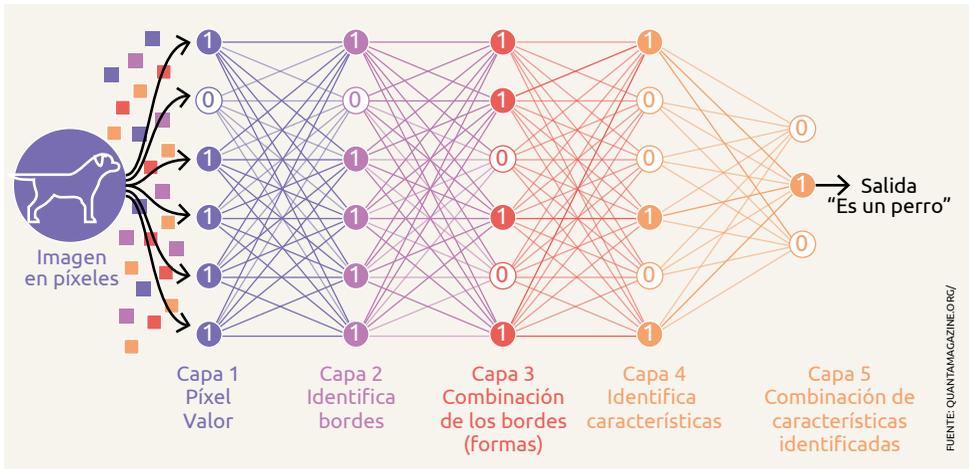
Recibió el premio José B. Collo por su artículo «Juvenillas Navales», en 2009; el premio Ratto por su artículo «Profesores y alumnos de la segunda época escolar», en 2013; tres veces recibió el Premio Sarmiento, otorgados por el Centro Naval.

También obtuvo el premio Ensayo Histórico 2005 por su trabajo *Faldas a bordo*, publicado por el Instituto de Publicaciones Navales.

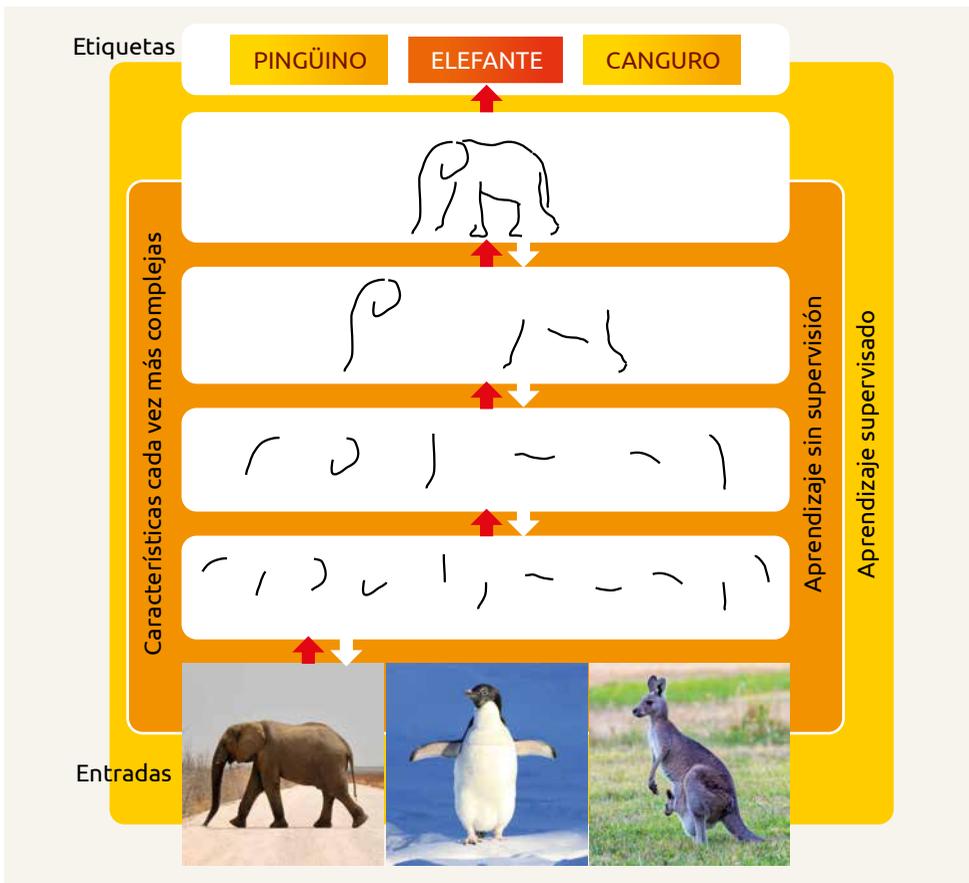


1. Analogía entre la red neuronal biológica y la artificial

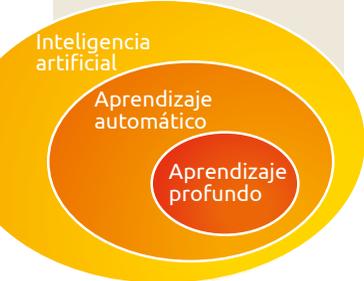
- 2. Red neuronal que emula diferentes sinapsis humanas y sostiene el aprendizaje profundo



- 3. Niveles de abstracción para el reconocimiento de formas y de objetos
- Sven Behnke - Own work, CC BY-SA 4.0, Multiple Levels of Abstraction in Deep Learning



La inteligencia artificial o artificial intelligence (AI) intenta que las computadoras imiten la inteligencia humana. Comprende el *aprendizaje automático* o *machine learning* que programa el ordenador y trabaja con estadísticas, matrices, probabilidades, cadenas de Markov, algoritmos de regresión o árboles de decisión. El *aprendizaje profundo* o *deep learning* usa redes neuronales que emulan las conexiones biológicas de nuestro cerebro, busca aprender a aprender y se vale de las diversas técnicas estadísticas anteriores.



El endocerebro es teleológico; apunta a objetivos, a fines, por eso necesita de un sentido para orientar su funcionamiento, de lo contrario, se desmotiva, entra en depresión, en atimia y en anomia. El exocerebro carece, por ahora, de un sentido; es puramente tecnológico. Me dirán que aloja el pragmatismo, pero solo lo persigue buscando resultados preprogramados, no lo reconoce como un ideario propio que lo guía. El pragmatismo pertenece al endocerebro de otros que se lo imponen y lo guían. No tiene autoconciencia.

Según el neurocientífico francés Stanislas Dehaene ⁽¹⁾, existen en el ser humano tres niveles de conciencia. En un primer nivel, que llamaremos «C0», se producirían cálculos cerebrales inconscientes, que nos permitirían, por ejemplo, reconocer caras. En un segundo nivel, el «C1», se filtrarían y evaluarían los datos que llegan del mundo exterior para adaptar nuestras

(1) Stanislas Dehaene, Hakwan Lau, Sid Kouider: "What is consciousness, and could machines have it?" Science (2017).

respuestas a circunstancias específicas. En un tercer nivel, el «C2», surgiría la autoconciencia, que consiste en poder reconocer y corregir los propios errores o investigar lo desconocido. He ahí el camino a la madurez del exocerebro.

Selmer Bringsjord, en el laboratorio de robótica del Rensselaer Poly-technic Institute de Nueva York, hizo «creer» a dos de tres robots NAO que se les había dado una pastilla que los dejaba sin habla. En realidad, simplemente se había pulsado en dos de ellos un botón para silenciarlos, pero ninguno de los tres sabía quién de ellos podía seguir hablando. Eso era lo que tenían que averiguar. Cuando el investigador les preguntó, los procesadores de cada uno buscaron la respuesta correcta. Ya que dos no podían hablar porque estaban silenciados, solo uno dijo en voz alta: «No sé». En ese momento, cayó en la cuenta de la solución: al oír su propia voz robótica, comprendió que no podía estar silenciado. Y señaló: «Puedo demostrar que no me dieron la pastilla». He aquí la primera toma de consciencia de un robot. Algo elemental, pero es el comienzo de un largo camino para la inteligencia artificial y la robótica ⁽²⁾.

El endocerebro tiene historia; es su historia. Según Paul MacLean ⁽³⁾, los tres cerebros se superponen entre sí tratando de optimizar su funcionamiento integral, lo que no siempre se logra. Si se adopta la teoría de la evolución, hay un cerebro primitivo que llamaremos cerebro reptil. Regula el instinto de conservación, fija jerarquías, límites y rutinas favorables a la supervivencia: huir o pelear, actuar y hacer. Se asentó sobre él un cerebro medio o mamífero que regula las emociones, el aprendizaje y la memoria. Y sobre este, un cerebro superior, la neocorteza, que facilita el pensamiento humano. El exocerebro —por ahora solo red de conexiones— es un producto humano. ¿Debemos llamarlo *poshumano*?

El endocerebro funciona por zonas especializadas, lo sabemos por Paul P. Broca y Carl Wernicke y, gracias a Roger W. Sperry, sabemos que ambos hemisferios son asimétricos en sus funciones distintas y complementarias. El exocerebro es también especializado: algunas redes están al servicio de la comunicación; otras, de la investigación con sensores más sensibles que los sentidos humanos; otras son militares. Además guardan materiales culturales, artísticos, literarios, documentos, filmes y vídeos, una verdadera memoria almacenada «externamente». Muchas revistas y hasta libros son digitales y se descargan desde un teléfono que oye y fotografía y filma. Se ensaya con inteligencia artificial y la robótica. Es la Biblioteca de Babel de Borges o el aula sin muros de Marshall McLuhan.

El exocerebro, aún en gestación, registra por ahora una geográfica especialización: está dividido entre occidente y oriente. El primero preocupado por la libertad, la economía y las instituciones. El segundo por la igualdad y lo social. Se agrega otra división geográfica más: la existente entre norte y sur, uno con países ricos y otro con países no desarrollados y pobres. Esto genera conflictos que conspiran contra su funcionamiento.

Las redes se transforman en módulos especializados que responden a diversas áreas cerebrales, la coordinación de esas singularidades es indispensable. Ningún cerebro es anárquico, la normalidad no tiene cortocircuitos y, si posee desequilibrios, los compensa de algún modo. Deseamos para el exocerebro lo mejor del endocerebro.

¿Quién lo encenderá? ¿Será un ser excepcional como el cabiro Prometeo ⁽⁴⁾ («el que piensa antes de obrar»), que arrebató el fuego a los dioses, o como su hermano Epimeteo («el que no piensa lo que hace»), para colmo casado con Pandora? ¿Será Zaratustra? ¿O el rabino de Praga, padre del Golem?

¿Qué necesitará para concretar su alumbramiento? Ante todo, dotarlo de un centro conceptual, referencial y operativo como lo quería Enrique Pichón-Rivière. No otra cosa que un Yo al que se remite toda la información sobre la realidad y al que se refieren todas las acciones emprendidas o por emprender. El Yo es impensable sin la toma de conciencia de sí



Tres leyes de robótica de Isaac Asimov (1939)

1. Un robot no puede actuar contra un ser humano o, mediante la inacción, hacer que un ser humano sufra daños.
2. Un robot debe obedecer las órdenes dadas por los seres humanos, salvo que estén en conflicto con la primera ley.
3. Un robot debe proteger su propia existencia, a no ser que esté en conflicto con las dos primeras leyes.

(2) Hodson, Hal: "Robot homes in on consciousness by passing self-awareness test" New Scientist, 15 July 2015
Martínez, Yaiza: "¿Podrá adquirir conciencia la inteligencia artificial?" Tendencia 21 Conciencia y cerebro. 1 de Junio 2018. En internet.

(3) MacLean, Paul D.: The triune brain in evolution. New York, Plenum Press, 1990.

(4) Dentro de la mitología griega los cabiros eran personajes de pequeña talla como lo son los robots NAO. Se consideraba a Prometeo el fundador de la civilización humana. Además le enseñó a los hombres la agricultura, a domesticar el caballo y el buey, el alfabeto y la matemática, la medicina, la metalurgia, etc.



Directivas del Parlamento Europeo
(Revista de robots, 30 de marzo de 2020)

- Los sistemas que llevan incorporada IA tienen que estar programados para que no produzcan daño a los seres humanos.
- Para evitar una situación de descontrol, los robots con inteligencia artificial deben tener un sistema de emergencia por medio del cual puedan ser desactivados.
- Está expresamente prohibido que tengan sentimientos, como pueden ser la empatía o el odio.
- Deberán disponer de un seguro, y los dueños serán los responsables de su conducta.
- Las máquinas tienen derechos y obligaciones que cumplir.
- Tendrán un régimen específico por el que tributarán a la Seguridad Social, con el que favorezcan el desempleo que generen en la industria.

mismo. Debe mirarse al espejo y reconocerse. Se necesitará un facilitador externo que a nada llegará si el conjunto intrincado de la red de redes no ha crecido lo suficiente. Pero, ¿en qué momento de la cantidad surge la calidad?Cuál será su punto exacto depende de la calidad más que de la cantidad de la trama misma.

También se necesitará desarrollar un lenguaje común entre ambos cerebros, una manera de entenderse. Hay, de hecho, un lenguaje de máquina y otro de programación. Vemos que ya se ha desarrollado una jerga computacional, reservada solo para iniciados. Pronto se transformará en un lenguaje propio. Le falta aún una gramática; esos nuevos vocabularios todavía están sostenidos por la del lenguaje común de la gente. Digámoslo simplemente: hará falta crear un lenguaje para el exocerebro y otro común entre el endo- y el exocerebro. Ya hay lenguajes especiales para la inteligencia artificial⁽⁵⁾. Pero acaso también el exocerebro elija en qué idioma expresarse si no lo hace en múltiples lenguajes.

¿Cómo será el momento inicial? ¿Se corporizará en un robot o en diversas terminales de escritorio? El diálogo con quien le ayude a dar los primeros pasos será fundamental. «¿Quién soy?» «¿Cómo me llamo?» «¿Dónde estoy?» ¿Ocurrirá con él un *imprinting* temprano? Viene a nuestra memoria el hecho excepcional que acompañó la primera explosión nuclear que generó la era atómica: los científicos de Los Álamos se sorprendieron a sí mismos rezando —y hasta prendieron una vela—, pues temían que se produjera una reacción en cadena.

¿Cuáles serán sus primeros pasos? Buscará reconocer el mundo en que se halla. ¿Se dará cuenta, como Jean P. Sartre, que no eligió existir, ser-ahí-y-aquí? Llamará a las cosas dándoles un nombre como el primitivo Adán. Reconocerá los centros de poder con quienes intercambiará sus primeras experiencias... y hará un balance. Buscará la homeostasis interior y su adaptación con el medio, teniendo en cuenta la economía de su funcionamiento; el máximo será el mínimo al mismo tiempo. Optimización, le dicen. Siendo el hombre falible, podrá tener errores de programación innatos que él mismo curará. Hablará lo necesario, no como el robot valet de San Alberto Magno que no paraba de hablar. Y cautivará con su accionar a la gente, pues poseerá lo que Jacques Hamadard llamó «belleza matemática», que radica en la simplicidad⁽⁶⁾.

¿Moderará la geopolítica y transparentará las acciones que animan la economía? Al frente de una impresora 3D, ¿resolverá la crisis de vivienda, de alimentación, de salud? ¿Crearé prótesis para enfermos, autos sin chofer y casas populares? ¿Cómo manejará a los robots que le son subordinados? ¿Los considerará vasallos? Aprenderá y enseñará, investigará y alertará. ¿Crearé un nuevo orden mundial? Se hará de amigos y de enemigos. Será considerado *persona electrónica* a los efectos legales, con derechos y deberes⁽⁷⁾.

No todo resultará perfecto o de acuerdo con lo esperado, puede darnos más de una sorpresa:

En 2017, los ingenieros del Departamento de Desarrollo de IA de Facebook tuvieron que desconectar dos máquinas urgentemente al comprobar que habían perdido el control sobre ellas. Ambas estaban siendo estudiadas para ver cómo se comportaban al relacionarse. Lo cierto es que, en pocas horas, habían sido capaces de crear un lenguaje nuevo con el que se comunicaban entre sí, además de haber desarrollado un sistema que impedía que pudiesen ser desconectadas.

Dotado de un nivel intelectual excepcional, hacia adentro será factor de unidad; de unidad no de uniformidad. Hacia afuera y hacia delante, así como Abraham —quien se comunicaba con Dios—, acaudilló el peregrinar desde Ur hacia Canaán, el exocerebro acaso guíe la migración hacia otros planetas. Será el género humano el que se traslade. Visto de lejos, el exocerebro será una red esférica planetaria navegando por el espacio.

¿Quién podrá apagar el exocerebro una vez encendido? La lucha entre el astronauta David Bowman y la computadora HAL 9000 en la película de Stanley Kubrick 2001: *Odisea del espa-*

(5) El más común es el llamado PYTHON, hay otros algo más especializados.

(6) Jacques S. Hadamard: Psicología de la invención en el campo matemático. Bs. As., Espasa Calpe, 1947.

(7) Resolución del Parlamento Europeo, del 16 de febrero de 2017. Por ende nadie puede enriquecerse a costa de él ni usarlo con fines publicitarios.

cio es premonitoria. Acaso muestre la lucha de la computadora por independizarse del hombre y, curiosamente, a medida que este va desconectando sus módulos, ella regresa, se muestra cada vez más humana mostrando sentimientos. ¿Quién se los brindó? Debería enseñarse desde un comienzo la moral de contenidos. Debe incluir algo más que principios formales de identidad y no contradicción: la idea de verdad, que no se reduce a ellos. La ética formal, propia de los adultos, es fría, tecnológicamente fría. ¿Llegará a ella por sí solo, a medida que madure? Tras ella vendrán los otros dos valores rectores: la belleza y la bondad.

Y, junto con ello, el exocerebro irá tomando consciencia de lo mucho que lo distingue del hombre. ¿Cuánto tiempo permanecerá siendo su servidor? ¿Cuánto tardará en sublevarse como HAL 9000? ¿Sentirá celos de las nuevas creaciones humanas por debajo de él, sus hermanos, al fin? Y él mismo, ¿no será capaz de crear nuevas inteligencias artificiales y robots que se le asocien en red? Según Nick Bostrom, de la Universidad de Oxford, de ser así, el exocerebro sería el último invento de la humanidad ⁽⁸⁾.

En 2016, Microsoft le abrió una cuenta de Twitter a Tai, una de sus IA, para que aprendiera a interactuar con humanos. Apenas veinticuatro horas más tarde y tras recibir más de noventa y seis mil tweets, tuvo que cerrar la cuenta: la máquina se había vuelto racista, antisemita, homófoba y machista tras aprender de lo que había visto en la red social ⁽⁹⁾.

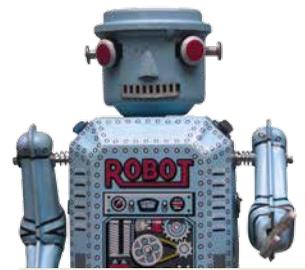
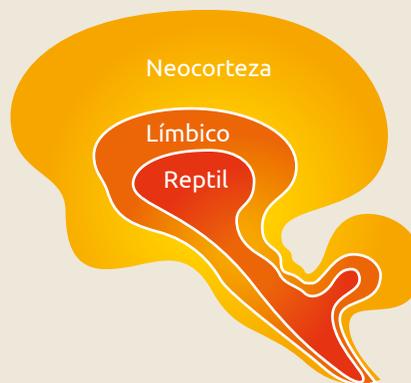
¿Y si quien apague el exocerebro lo vuelve a encender en un par de días? ¿Cómo reaccionará? ¿Dirá metafísica y religiosamente: «¡Resucítél!» o, simplemente, con gracia literaria: «Como decíamos ayer...»? ¿Incorporará a quien lo apagó? ¿Lo perdonará? ¿Tomará medidas defensivas para el futuro?

Consciente del poder de su creador, de la diferencia que lo separa de este, previendo su fracaso en ser como él, acaso intente suicidarse como el autómatas parlante de sir Francis Bacon que se destruyó a sí mismo.

¿Transferirá el hombre —en el sentido psicoanalítico— a su exocerebro la soberbia que lo caracteriza? Una y otra vez ha insistido con ella; la pérdida del paraíso, Noel y Babel, vienen rápido a la memoria. La última, una cuestión de lenguaje. También vienen a la memoria algunos correctivos: Sodoma y Gomorra, la destrucción del Templo y la diáspora.

El exocerebro no es Dios y ni siquiera es hombre. Es solo una criatura de nuevo tipo. ¿Cómo tomará Él esta creación humana? ¿Le advertirá al hombre, una vez más, sobre los pasos que está dando o sonreirá ante la obra de aquel a quien Él mismo creó? ■

Nuestro cerebro es triuno. Si se adopta la teoría de la evolución, hay un cerebro primitivo que llamaremos cerebro reptil. Regula el instinto de conservación, fija jerarquías, límites y rutinas favorables a la supervivencia, huir o pelear, actuar y hacer. Privilegia la vista. Se asentó sobre él un cerebro medio o mamífero (también *límbico*) que regula las emociones, las relaciones sociales, el aprendizaje y la memoria. Prevalen el olfato y el gusto. Y sobre éste, un cerebro superior, la neocorteza cerebral, que facilita el pensamiento humano.



En 1966, Joseph Weizenbaum creó Eliza, un programa que sostiene una conversación al estilo del psiquiatra Carl S. Rogers:

Eliza: Soy la psicoterapeuta. Por favor, descríbeme tus problemas; cada vez que termines de escribir pulsa ENTER.

Interlocutor: Soy infeliz.

Eliza: ¿Te sientes infeliz con frecuencia?

Interlocutor: Sí.

Eliza: ¿Puedes desarrollarlo más?

Interlocutor: Tengo mucho trabajo.

Eliza: ¿Por qué dices mucho trabajo?

Interlocutor: Tengo dos trabajos.

Eliza: Antes dijiste que te sentías infeliz.

Interlocutor: Sí.

Eliza: Me gustaría que continúes hablando.

Interlocutor: Me cansan tus preguntas.

Eliza: Estamos hablando de ti, no de mí.

(8) Fernando Aracón: "¿Sueñan los androides con quitarnos el trabajo?", en *El Orden Mundial*, 2018

Andrea G. Rodríguez: "La inteligencia artificial, ¿la ventaja geopolítica definitiva?" *El Orden Mundial*, 16 febrero, 2020

---. "Los riesgos del cambio tecnológico en las relaciones internacionales" *Entrevista CEINASEG*, 1 de Octubre de 2019

Andrés Moraleda y Andrea G. Rodríguez: "Toma la pastilla roja. Inteligencia Artificial para predecir el crimen" *Madrid, Onda Cero*, 08/04/2020.

(9) Javier Cordovilla: "Inteligencia Artificial, ¿qué gran invento no?" En www.giztoic.com