



FORO DE ALTOS ESTUDIOS SOCIALES  
**VALPARAISO**

# INTELIGENCIAS

**Pedro Serrano Rodríguez**

Foro de Altos Estudios Sociales Valparaíso,  
Documento de Trabajo n°1, Agosto 2024

## **SOBRE EL AUTOR**



**Pedro Serrano Rodríguez** es Académico e investigador del Departamento de Arquitectura y Director de la Unidad de Arquitectura Extrema de la Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM). También es Socio de la Asociación Chilena del Espacio (ACHIDE), Fundador y Presidente del Directorio Fundación TERRAM para el Desarrollo Sustentable, Fellow de Ashoka y Socio del Foro de Altos Estudios Sociales Valparaíso.

## Índice

Inteligencias.....	3
Inteligencia natural (IN).....	8
Sobre la inteligencia humana (IN), percepción y sensorialidad .....	9
Neurociencia e innovación .....	16
Sobre la IA, percepción y sensorialidad.....	21
IA, las amenazas, los miedos, ganancias, bondades y el control .....	23
Control.....	24
Breves conclusiones .....	26

## Inteligencias

Estamos en la era en la que el mega manejo de datos, recabados digitalmente por sistemas de computación cada vez más poderosos (*hardware*), asociados a un desarrollo de programas avanzados (*software*), permiten a las máquinas aprender (buscar y guardar datos) de un modo autónomo (*learning machines*), y establecer relaciones de servicio al desarrollo humano.

El enorme cúmulo de datos asociado a programas de búsqueda y respuesta ya les permite a estas máquinas (*hardware* con los *software* adecuados) reconocer palabras en todos los idiomas, reconocer imágenes, almacenar ordenadamente el contenido de miles de libros e interactuar con usuarios humanos por medio de interfaces tan mundialmente distribuidas, como los son los teléfonos celulares –hay más celulares que habitantes humanos sobre el planeta, celulares activos van en 2024 del orden de 15.000 millones–, agregándose los millones de computadores personales e incluso los terminales bancarios o los tótem de servicio de salud, venta de pasajes, etc. Un celular inteligente actual es más poderoso que todos los computadores juntos usados en el viaje del Apolo 11 en 1969.

Hoy en día en Chile, investigadores probaron que el Chat GPT –existen otras 46 plataformas de Inteligencia Artificial (IA)–, ha podido supera la fase escrita de EUNACOM (Examen Único Nacional de Conocimientos de Medicina)<sup>1</sup>, aprobar con nota aceptable el examen para abogados, psiquiatras y varias otras carreras, y sacar máxima puntuación en matemáticas en la PSU (Prueba de Selección Universitaria). Este es desde ya un desafío notable para las universidades, que ya no pueden evaluar como lo hacían tradicionalmente.

---

<sup>1</sup> González, C., La capacidad de ChatGPT para rendir exámenes profesionales exige desafíos”, *El Mercurio*, domingo 26 de mayo de 2024, p. A14.

El Chat GPT, entre varias otras, es una aplicación de *chatbot*, programa de computación “inteligente” que permite dialogar por escrito u oralmente con los usuarios de inteligencia artificial. Fue desarrollado en 2022 por Open AI, que se especializa en el diálogo. El *chatbot* es un modelo de lenguaje ajustado con técnicas de aprendizaje tanto supervisadas como de refuerzo.

ChatGPT es una muy popular IA, usada hoy en Chile y todo el planeta por escolares primarios, secundarios, estudiantes universitarios, empresas, operarios, oficinas, funcionarios, diputados, senadores etc.

Para la mayoría de los usuarios, la **IA**, más que una cuestión científica, les resulta poco menos que mágica, dado que el efecto de “caja negra” que presentan para el común de los ciudadanos nuestros aparatos electrónicos. Estos resultan totalmente opacos acerca de cómo en realidad funcionan. Solo sabemos cargar en la red eléctrica, encender, usar primariamente, comunicar -no siempre-, casi nunca verificar o corregir y apagar.

La **IA** que hoy ya nos invade, se origina en 1943 con el artículo “A Logical Calculus Of Ideas Immanent In Nervous Activity” de los científicos Warren McCullough y Walter Pitts, que pasó casi desapercibido. Luego de esto, el matemático Alan Turing en 1950 se pregunta si las máquinas pueden pensar. Su artículo “Computing Machinery and Intelligence” se considera el origen del desarrollo de la IA. “*Replicar, simular, imitar la inteligencia humana*”, ha sido desde entonces el gran desafío de la IA. La pregunta fundamental hoy es que tan cerca estamos de eso o si esta última podrá superar en algún momento a la inteligencia humana.

Hoy la humanidad, sin saber realmente que hay dentro o detrás de la IA, especula sobre las consecuencias, sobre todo por el desarrollo de interfaces de actuación concreta dirigidas por la IA, como lo es el caso del enorme avance en distintos “robots”<sup>2</sup> ya en

---

<sup>2</sup> La Real Academia Española define un robot como una “máquina o ingenio electrónico programable que es capaz de manipular objetos y realizar diversas operaciones”. En resumen, se trata de máquinas que realizan un trabajo o una acción.

uso, tanto en lo doméstico, como en lo industrial, la medicina, el espacio exterior, los automóviles, los aviones, los drones, **la domótica** en las viviendas etc.

De allí que, incluso con cruces culturales y religiosos, la **IA** puede ser calificada de invasiva, peligrosa, algo sumamente útil, algo que mejorará la vida de todos, una amenaza para los empleos, el futuro de la medicina, armas para la guerra, mejor producción de alimentos, mayor control de la población, el apocalipsis de las máquinas, vencer las enfermedades, el fin de la especie humana o un futuro sin la esclavitud del trabajo remunerado y más tiempo para vivir.

En fin, la intención de este artículo, escrito por un ingeniero electrónico de la UTFSM, de 1971, con mención en sistemas digitales (precisamente el soporte original de la **IA**), es entregar los datos existentes y disponibles universalmente para intentar entender qué es la **IA**, hacerse una propia opinión y poder enfrentar, con un poco más de claridad, lo que, quieran o no, ya está aquí a velocidades nunca vistas en el desarrollo anterior de la humanidad.

Para ello nada mejor que acordar el significado de las palabras en nuestro lenguaje, así se podrá tener un acuerdo básico común, para intentar entender este complejo asunto de las **IA**.

El Diccionario de la Real Academia Española define inteligencia de la siguiente manera:

*“1. nombre femenino*

Capacidad de entender o comprender.

Similar:

Entendimiento, intelecto, talento, raciocinio, mente, conocimiento, ingenio, pensamiento, razón, perspicacia, minerva, cabeza

Antónimo: torpeza

2. *nombre femenino*

Capacidad de resolver problemas.

Antónimo: torpeza”

La **inteligencia humana** incluye la “capacidad de resolver problemas, planear, pensar de manera abstracta, comprender ideas complejas, aprender de la experiencia”. No se identifica con conocimientos específicos ni con habilidades específicas, sino que se trata de habilidad cognitiva general, de la cual forman parte las capacidades específicas.

“La inteligencia humana es la capacidad intelectual de los seres humanos, que está marcada por proezas cognitivas complejas y altos niveles de motivación y autoconciencia. Usando su inteligencia, los humanos son capaces de aprender, formar conceptos, comprender y aplicar la lógica y el razonamiento.

“Existen diferentes modelos para clasificar las tipologías de inteligencia, pero sintetizando podríamos clasificarlas en:

- Inteligencia cristalizada, la que comúnmente conocemos y que se define como el conjunto de estrategias y conocimientos que adquiere la persona a través del aprendizaje e incluye las capacidades de comprensión verbal, semántica, orientación espacial, memoria, capacidad numérica, etc. Es la que habitualmente miden los test o pruebas y a la que están orientados fundamentalmente los programas educativos.
- Inteligencia fluida, es la capacidad para adaptarse y afrontar situaciones nuevas de forma flexible y el aprendizaje previo o la cantidad de conocimientos que poseamos no constituye una fuente de ayuda. Esta inteligencia abarca aptitudes como la deducción, inducción, capacidad de

relacionar eventos y situaciones, capacidad para interpretar y transmitir emociones, etc.”<sup>3</sup>

Por otra parte, la palabra artificial la define de la siguiente manera:

“1. *Adjetivo*: Hecho por mano o arte del hombre.

Antónimo: natural

2. *Adjetivo*: No natural, falso.

Similar: artificioso, falso, ficticio, fingido, espurio, postizo, engañoso

falsificado, apañado, adulterado, contrahecho, disfrazado, engañoso, trucado, convencional, simulado, aparente, ilusorio, quimérico, sintético, fabricado, industrial, químico”.

“La inteligencia artificial es un campo de la ciencia relacionado con la creación de computadoras y máquinas que pueden razonar, aprender y actuar de una manera que normalmente requeriría inteligencia humana o que involucre datos cuya escala exceda lo que los humanos pueden analizar”

La IA es un campo amplio que abarca muchas disciplinas diferentes, incluidas la informática, el análisis de datos y las estadísticas, la ingeniería de hardware y software, la lingüística, la neurociencia y hasta la filosofía y la psicología.

A nivel operativo para el uso empresarial, la IA es un conjunto de tecnologías que se basan principalmente en el aprendizaje automático y el aprendizaje profundo, que se usan para el análisis de datos, la generación de predicciones y previsiones,

---

<sup>3</sup> <https://conectia-psicologia.es/que-es-la-inteligencia-humana/>



la categorización de objetos, el procesamiento de lenguaje natural, las recomendaciones, la recuperación inteligente de datos y mucho más”<sup>4</sup>.

## Inteligencia natural (IN)

A partir de estas definiciones **podemos** inferir que lo contrario a inteligencia artificial es inteligencia natural, que llamaremos **IN**, y en este caso en específico, la inteligencia humana. Queda claro que es eso lo que pretende imitar la **IA**

Ahora bien, la **IN**, no es una sola, hoy en día existen ocho mil millones de inteligencias humanas diferentes poblando el planeta. Es un hecho demostrado que la inteligencia humana se construye en cada cerebro por separado, de acuerdo con variables ambientales, culturales, de familia, comunidad y percepciones de los muy diferentes entornos.

Todos los seres humanos nacemos con cerca de 100 mil millones de neuronas en nuestros cerebros, por lo que podría asegurarse que las opciones para desarrollar inteligencia son relativamente igualitarias. Pero desde ya, antes del nacimiento, compartimos una mitad del ADN de nuestra madre y una mitad de nuestro padre, donde se supone existe una “memoria genética incorporada”, que ayuda a determinar nuestro desarrollo futuro.

En este punto es donde se debe admitir que, incluso antes del parto, los contextos para todos los humanos no son iguales: por ejemplo, la desnutrición, entre los cero y los tres años de vida. Tanto la estimulación, el cariño, como la nutrición impactan en la posibilidad futura de desarrollar niveles de inteligencia (leer aportes del Dr. Fernando Mönckeberg en el procesos y programas de distintos gobiernos para vencer en Chile la desnutrición infantil). También influyen la nutrición y estado anímico de la madre, los

---

<sup>4</sup> Definición de inteligencia artificial (<https://cloud.google.com/learn/what-is-artificial-intelligence?hl=es-419>)

contextos de violencia, angustia, las palabras, la música y todos los estímulos que, de un modo personalmente diferente, recibimos desde la concepción al nacimiento.

## Sobre la inteligencia humana (IN), percepción y sensorialidad<sup>5</sup>

Nuestro cerebro recibe información externa por medio de una cantidad notable de sensores, tanto externos como internos, y mucho más compleja que los antiguos y clásicos cinco sentidos. Con esa información que filtramos y guardamos –lo percibido a lo largo de nuestras vidas–, es que construimos conceptos, memoria e interconectamos sistemas neuronales. O sea, densificamos las conexiones en nuestro cerebro y construimos paulatinamente nuestras posibilidades de inteligencia, actuamos, realimentamos e interactuamos con el entorno, introduciendo aún más data, algo muy personal. Por lo mismo, ningún ser humano tiene, al final de su vida, una inteligencia igual a la de otra persona en el planeta.

Nuevamente recurriremos al lenguaje. Resulta interesante para este texto, el enterarse del significado que tienen las palabras del subtítulo en nuestro idioma. La segunda acepción de **Percepción, de acuerdo con la Real Academia de la lengua** española, es “sensación interior que resulta de una impresión material hecha en nuestros sentidos.”

Otra definición aceptable es el

“**proceso cognoscitivo** a través del cual las personas son capaces de comprender su entorno y actuar en consecuencia a los impulsos que reciben; se trata de entender y organización los estímulos generados por el ambiente y darles un sentido. De este modo lo siguiente que hará el individuo será enviar una

---

<sup>5</sup> Referida al Capítulo I del libro *Percepción sensorial del espacio*. Pedro Serrano.

respuesta en consecuencia”

“Los especialistas aseguran que la percepción es el **primer procedimiento cognoscitivo**, que permite al sujeto capturar la información del medio que lo rodea a través de la **energía** que llega a los sistemas sensoriales”<sup>6</sup>.

**Sensorial, de acuerdo con la Real Academia de la lengua española, es** “Perteneiente o relativo a la sensibilidad (|| facultad de sentir)”, mientras que **espacio** “(Del lat. **spatium**). Extensión que contiene toda la materia existente”.

El ser humano tiene además la creencia extraña de que el espacio “es con él” y lo define (al espacio) desde sus particulares percepciones.

La electrónica y el espacio humano están íntimamente ligados, puesto que al final, lo que llega al cerebro humano y genera la “sensación y conocimiento” del espacio y el tiempo, son señales electroquímicas en código, que creemos hoy es digital. Se trata de señales que van por “cables” conductores electroquímicos, miles de millones de ellos, informando al cerebro y la médula espinal, que actúan con diferentes “software”, algunos adquiridos de nacimiento y otros evolucionados por aprendizaje, como lo es, por ejemplo, el lenguaje.

Con las señales transmitidas al cerebro, en este órgano se produce una interpretación, que recurre a la memoria y construye mentalmente al espacio-tiempo poli-sensorial que captamos.

Con eso podemos adelantar que: **sin memoria adquirida no hay espacio...y resulta difícil interpretar el tiempo.**

---

<sup>6</sup><https://definicion.de/percepcion/#:~:text=Se%20define%20como%20percepci3n%20al,ambiente%20y%20darles%20un%20sentido.>

Durante la era digital, digamos, de los años 1990 al 2023, nuestro conocimiento informado sobre los sistemas digitales, los computadores y los sistemas llamados “inteligentes”, nos ha permitido acercarnos más a entender mejor a las percepciones humanas, aunque aún sin entenderlas integralmente.

La ciencia incursiona en el cerebro humano para llegar a entenderlo, ha avanzado mucho en esto, pero aún falta. Sobre todo, se tiene claro el hecho de que **el espacio sin percepción no existe**, y que la compleja “máquina humana” llena de elementos bioquímicos, eléctricos, mecánicos, electromagnéticos, resulta aun altamente compleja para el conocimiento humano, lo que ha dado al espacio que captamos<sup>7</sup> muchas dimensiones que aún no entendemos del todo.

Sin embargo, las otras variables con que el espacio se manifiesta a nosotros, recién se abren paso dificultosamente en la enseñanza: la luz, el sonido, las vibraciones, los olores, los dolores, el gusto, las cosquillas, el frío y el calor, el hambre, la ansiedad, el electromagnetismo, la gravedad. Estamos permanentemente conectados al espacio audiovisual, y no siempre integramos conscientemente todas las otras variables.

Tema aparte es nuestra percepción del tiempo. No sabemos el patrón de comparación ni la forma en que se asocia esta información en nuestras vidas. Si bien hemos inventado instrumentos científicos de alta precisión para medir el tiempo cronológico, es evidente para cada uno de nosotros que el transcurrir de tiempo en nuestras mentes es altamente relativo.

Recomendable es aquí la lectura de *Breve Historia Del Tiempo. Del Big Bang a los agujeros negros*, un libro de divulgación científica publicado en 1988 por el físico teórico,

---

<sup>7</sup> Captar: (Del lat. captāre, frec. de capĕre, coger).1. tr. Percibir por medio de los sentidos o de la inteligencia, percatarse, comprender.

astrofísico, cosmólogo y divulgador científico británico Stephen Hawking y prologado por Carl Sagan.

Es interesante pensar en, por ejemplo, cuántos sentidos hay en una mano humana o en las dos juntas “tanteando tridimensionalmente” objetos en el espacio. Cuántos sentidos hay en los pies o en la espalda, dentro del cuerpo o en nuestra cavidad acústica. Por ejemplo, si le pido a quien lee esto, que piense en sus rodillas, casi instantáneamente tendrá percepción de estas y su ubicación espacial, incluso su estado actual. Y esto no es ninguno de los cinco sentidos tradicionales.

Neuronalmente el espacio se construye con las multi-percepciones que ingresan a nuestra mente, se interpretan con la memoria, la cultura y también con nuestra biología. El espacio multisensorial nos influye, tanto así que ya hay nuevas disciplinas, como la neuro-lingüística o también la “Neuroarquitectura”, en la cual el espacio no solo se diseña con materiales: hay luz, color, olores, equilibrios, magnetismo, sabores, texturas, fríos, calores, ventilaciones, presiones, dolores, gravedad, movimiento, y todo pasa por nuestro ente evolutivo y culturalmente formado.

### *Los sensores externos*

El cuerpo humano tiene una cantidad notable de sensores “hacia fuera”. “Lo que está allá afuera de lo que creemos nuestro cuerpo” sólo se manifiesta en nosotros si tenemos un sensor propio que capte el estímulo<sup>8</sup> (luz, sonido, texturas, proximidades, olores, sabores, frío, calor, dolor, presión etc.) dentro de un rango generalmente estrecho de esa manifestación física. Los mismos seres humanos hemos producido artificialmente gran cantidad de ondas electromagnéticas, rayos X, ultravioletas, radiación gama, así como las que conducen las llamadas celulares, radio, tv, transmisores inalámbricos de información y etc. que no podemos captar sin la “**ortopedia**” tecnológica externa adecuada: un telescopio, un escáner, un microscopio, un visor infrarrojo, un teléfono,

---

<sup>8</sup> Estímulo. (Del lat. *stimulus*).1. m. Agente físico, químico, mecánico, etc., que desencadena una reacción funcional en un organismo.

etc. conocidas como “prótesis” o extensiones tecnológicas de nuestros sentidos. También el universo nos bombardea con ondas electromagnéticas, gravitacionales, partículas y quien sabe que más, que tampoco somos capaces de “sentir” sin las adecuaciones tecnológicas, que vamos inventando cada vez más asiduamente, con la ciencia y la tecnología.

Nuestros sensores corporales han evolucionado, desde creaturas unicelulares hace algunos miles de millones de años, (3.500 millones) dentro del ambiente del planeta Tierra. Vale decir, captan aquellas cosas vitales, en los rangos que interesan para nuestra supervivencia acá, que se producen **en** nuestro planeta. Es importante entender que si este complejo sistema de sensores hubiese fallado, nuestra especie no hubiese evolucionado ni sobrevivido en el ambiente terrícola.

Es más, en la medida que vamos naciendo, toda esa herencia biológica está con nosotros en cada una de nuestras células. Somos parte de un complejo evolutivo muy antiguo. Podríamos aseverar que nuestra edad real en la Tierra son 3.500 millones de años (o más), agregado a esto el tiempo transcurrido desde nuestro nacimiento. O 13.800 millones de años, si lo consideramos a partir del inicio del espacio tiempo en este universo (el BIG BANG), según la astrofísica moderna.

Todos nuestros sensores tienen algún artilugio<sup>9</sup> que les permiten captar algún estímulo de “allá afuera” y con un principio químico, mecánico, gravitacional, electromagnético, mezclas de los anteriores u otro, que aún no entendemos del todo... pueden convertir, al final, ese estímulo en información, la que viajará rápidamente, electroquímicamente, (aunque no instantáneamente), a nuestra médula espinal o a nuestro cerebro, mediante una red de kilómetros de “cables” diminutos.

Se estima que son unos 150.000 kilómetros de cables, que transportan las señales,

---

<sup>9</sup> Artilugio. 1. Mecanismo, máquina o aparato, especialmente el de manejo complicado o el que tiene una función que no se percibe fácilmente o se desconoce.

captadas cada una de ellas por una suerte de **transductor**<sup>10</sup> **corporal**, decodificadas en impulsos electro-químicos. Estas viajan a los receptores y son decodificadas, filtradas por distintos *softwares* biológicos, incluso algunos antes de llegar al cerebro, *software* que vienen predeterminados desde el nacimiento y otros que, culturalmente construimos y entrenamos durante nuestras vidas. Allí se produce lo que conocemos como “sensación” de algo, que nuestro cerebro acepta, olvida o memoriza. Ya en el cerebro se cruza con otras sensaciones y produce reacciones, algunas automáticas y otras aprendidas culturalmente. Por supuesto esta información es “multi-simultánea” con otros estímulos que captan otros sensores del cuerpo (si no, no podríamos por ejemplo bailar, masticar y conversar al mismo tiempo).

Todo esto por supuesto, demora físicamente un tiempo en llegar al cerebro y ser procesado: fracciones de segundo, pero un tiempo igual. Por lo tanto, podríamos decir que el espacio que “está allá afuera” nos llega al cerebro atrasado. Esencialmente y tomando los resguardos de relatividad, vivimos en una suerte de pasado respecto de los acontecimientos que nos rodean. Igual ocurre con nuestra estrella más cercana: la luz del Sol nos llega 8 minutos después de salir y la imagen de la constelación más cercana que podemos ver “fue” hace 4,36 años atrás. Vivimos nuestro presente, increíblemente atrasados de nuestro propio universo.

El “darse cuenta” de algo implica, además, un aprendizaje cultural previo, que nos lleva a nuestro concepto de “consciente”<sup>11</sup>.

Todo esto nos permite “ser algo” en el universo que nos rodea. Vale decir, nuestro sistema sensorial, que nos ayuda a percibir “eso que está allá afuera de nosotros”, nos

---

<sup>10</sup> Transductor. (De trans- y el lat. ductor, -ōris, que lleva). 1. m. Dispositivo que transforma el efecto de una causa física, como la presión, la temperatura, la dilatación, la humedad, etc., en otro tipo de señal.

<sup>11</sup> Lo consciente está asociado a la conciencia, que es el acto psíquico, a través del cual un sujeto se percibe a sí mismo en el mundo. La conciencia no tiene un correlato físico exacto, sino que está vinculada a la actividad mental que sólo es accesible para el propio individuo y al conocimiento reflexivo de las cosas.

hace conscientes de nosotros mismos en relación con allá afuera (y con acá adentro...).

También necesitamos ser conscientes de nuestro propio cuerpo, entendido como una entidad única, unificada, encerrada en un estado, aparentemente sólido y vivo. Suponemos que el “yo” reside en nuestra mente, y que ella radica en un sistema integrado que nos permite sentir, transportarnos, reciclarnos y reconstruirnos constantemente. Nuestra piel nunca es la misma: millones de células superficiales mueren cada día y otras tantas nacen. Las uñas y el pelo crecen constantemente, el hígado se regenera. Nuestro cuerpo transforma parte de las cosas de allá afuera en alimento y oxígeno, para así mantenerse vivo por unos 80 años<sup>12</sup>. Nuestro cuerpo en general se regenera gracias a que la información de reconstrucción celular que está codificada en el ADN. Pero, por circunstancias ambientales, en especial por el oxígeno que respiramos, los productos que comemos, el agua que tomamos, la radiación que recibimos, las enfermedades que acogemos etc., el cuerpo se regenerará cada vez de peor calidad, hasta que algo falle.

En estos procesos, las neuronas cumplen una función de gran importancia. Estas son precisamente las células que se conectan a terminales de la compleja red de sensores (terminales nerviosos), actuando entre sí en una gigantesca red capaz de interrelacionarse complejamente, actuar algunos *softwares* biológicos, “pensar” y gatillar acciones conscientes o inconscientes.

Las neuronas son las únicas células que carecen de ADN funcional reproductivo. O sea, neurona que muere no renace. Por esto, durante nuestra vida tenemos cada vez menos neuronas. Lo que nos salva de la completa inopia<sup>13</sup> es que, en la medida en que aprendemos y relacionamos más cosas, la red de conexiones entre neuronas se densifica de modo creciente. La etapa durante la cual hacemos millares de nuevas conexiones por minuto es la infancia. Dejar de aprender y relacionar, durante toda la vida, es

---

<sup>12</sup> Esperanza de vida al nacer en 2015.

<sup>13</sup> Estar en la inopia. Estar distraído o no enterarse de lo que sucede alrededor.



simplemente mortal para el cerebro.

## Neurociencia e innovación

Para entender los procesos de innovación resulta necesario entender, primariamente aún, cómo funciona el cerebro humano. Una cuestión en la que hay avances interesantes, y aun bastantes desacuerdos.

El cerebro humano está siendo más claro para el mundo científico, aunque, como en toda ciencia, se abren cada vez más incógnitas. Lo que sí está relativamente acordado, es que el cerebro de nuestra especie al nacer cuenta con unos 86 mil millones de neuronas (antes de 2020 se calculaban 100 mil millones). También se sabe que normalmente se pierden unas 10.000 al día. Si se le agrega a esto el abuso de alcohol, patologías y ciertas drogas, la tasa de pérdida es mayor. También se ha descubierto que en algunos sectores del cerebro pueden nacer hasta 1.400 neuronas nuevas cada día (Ortiz, A. 2012). Cada neurona con su axón y dendritas se mantiene en conexión sináptica directa hasta con otras mil (eso depende de nuestro aprendizaje personal individual), lo que crea una red con trillones de conexiones. Dichas conexiones pueden activarse hasta 500 veces por segundo.

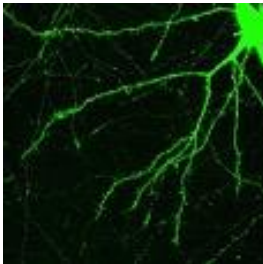
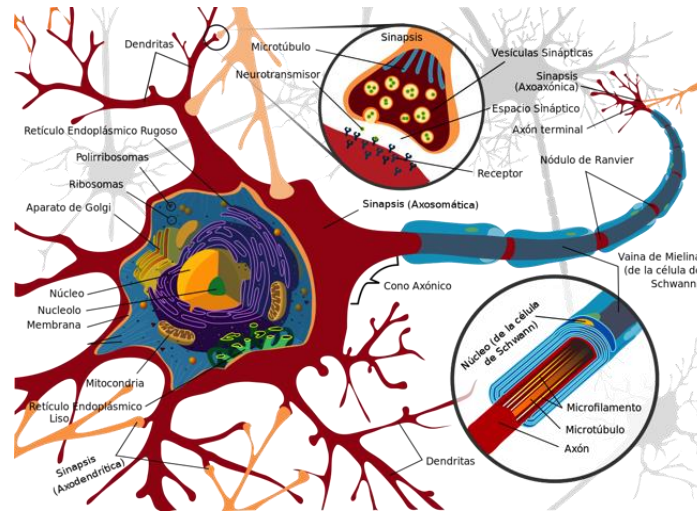


Imagen tomada con un microscopio de fluorescencia en la que se observan neuronas del hipocampo cultivadas in vitro , así como, sus **dendritas**, que tienen muchas espinas dendríticas.

(Wiki) Las **dendritas** (del *gr.* δένδρον *déndron* «árbol») son prolongaciones **protoplásmicas** ramificadas, bastante cortas de la **neurona**, dedicadas principalmente a la recepción de **estímulos** y, secundariamente, a la alimentación celular.

El excelente dibujo de Mariana Ruiz Villarroel, artista mexicana en Hamburgo, muestra lo que vamos sabiendo de las neuronas humanas. Son complejos “mecanismos” electroquímicos que van “tejiendo” nuestro cerebro y sistema nervioso constantemente.



Trabajo liberado al dominio público global por su autor, LadyofHats.

<https://commons.wikimedia.org/wiki/User:LadyofHats>

Los datos son aún bastante inmanejables. Lo intrincado que resulta entender una red neuronal con trillones de conexiones es un desafío que aun la ciencia no logra dilucidar.

Lo que hoy en día se conoce como **neurociencia**, se refiere al estudio del sistema nervioso humano<sup>14</sup>. Este sistema nos permite manejar la información que recibimos por miles de receptores neuronales organizados en lo que llamamos “sentidos” (frio, calor,

---

<sup>14</sup> Maetsu, F. et al, 2015.

humedad, cosquillas, presión, sonido, equilibrio, dolor, visión, olfato, gusto, tacto, endosensores, etc...).

El sistema nervioso recibe una enorme cantidad simultánea de información sensorial, que luego procesa entre distintas partes interconectadas del cerebro. Guarda, modifica, relaciona y luego, emite determinadas respuestas, también complejas, hacia dentro del organismo y hacia fuera del mismo. La biología, la bioquímica, la genética, la electricidad, la electrónica, el análisis de sistemas, la fisiología, son algunos elementos de las ciencias, que la neurociencia utiliza hoy en día para indagar al sistema nervioso. Dentro de estos márgenes abiertos es que la neurociencia se ocupa de las formas en que la especie humana conoce, se relaciona, aprende, actúa e innova.

Por definición semántica<sup>15</sup>, el ser humano no crea, es decir, no genera algo nuevo desde la nada (hay una discusión teológica en esto): sólo descubre e innova. El descubrimiento y adaptación ha sido la fuente de muchos de nuestros avances científico-tecnológicos. El descubrimiento muchas veces es casual, pero igual implica una intención de encontrar. Por otra parte, la innovación, a la que corresponden buena parte de nuestros diseños e inventos –la misma **IA**, por ejemplo–, tiene que ver con la reunión de datos que ya están en el cerebro del innovador, en sus carpetas mentales o en información que busque o encuentre.

En cualquier formación humana, autónoma, educativa, estocástica, se puede asegurar que no hay posibilidad de innovaciones si no hay información previa en el cerebro, y esta información previa debe estar almacenada con cierto orden en la red neuronal. Si no es así, se dificulta su participación del proceso innovativo. Sólo podemos innovar usando lo conocido, desde las palabras, los conceptos, las entonaciones, las imágenes y todas las sensaciones ya almacenadas.

---

<sup>15</sup> RAE

De lo anterior se puede inferir que nuestro desarrollo neuronal es de suma importancia en el proceso de innovación. Se supone que los seres humanos, al nacer, tenemos incluso más neuronas que en la edad adulta. Sin embargo, al nacer, no habiendo tenido aun mucha información perceptual para guardar, nuestro enorme campo de neuronas está poco interconectado. Muchas neuronas no tienen todas sus dendritas ni su axón conectado, y las perdemos.

En la medida que aprendemos experiencias, el cerebro va aumentando la cantidad de conexiones hasta unas mil por cada neurona. También hoy en día se supone que hay una edad en la adolescencia en la cual nuestro sistema nervioso se “limpia de las neuronas que no lograron integrarse a la red” y son desechadas, puesto que significan gasto inútil de energía y recursos biológicos.

Al final, la neurociencia ha llegado a la conclusión de que, no es tan importante el número de neuronas disponibles, sino que lo que importa más es la cantidad, densidad y calidad de conexiones de la red. Esta sigue complejizándose durante toda la vida, en la medida en que nuestras percepciones son procesadas y almacenadas. Nuestra capacidad de aprender y relacionar pareciera ser infinita, o tener límites aun desconocidos.

De acuerdo con la neurociencia, en teoría, las ideas o conceptos viajarían por esta red de trillones de conexiones, capaces cada una de activarse hasta 500 veces cada segundo. En estos viajes se producen encuentros casuales o intencionales. Es entonces en esos cruces, que aparecen ideas nuevas, que están constituidas por las antiguas ideas que se cruzan (es una teoría aún).

Y es aquí, donde nuestra propia creación, la **IA**, tiene el potencial enorme de acompañar a la humanidad en su desarrollo.

Esta teoría resulta bastante acorde con los procesos de innovación. Si en el cerebro no hay ideas, conceptos o conocimientos dinámicos en la red, entonces no hay

posibilidades de cruces, y la innovación -vale decir las nuevas ideas-, no se produce sin existir elementos ya almacenados.

Es por lo anterior que resulta interesante aventurar que un ser humano innovador, inteligente, que busca soluciones a problemas, tiene básicamente que alimentar permanentemente el cerebro de ideas y conceptos, y que las experiencias sensoriales, -ojalá diversas-, aumentan las opciones de cruces creativos. Esto también alimenta la propuesta de que, a mayor cultura integral -no necesariamente académica-, que tenga el ser humano, mayores son sus posibilidades de innovar. Las matemáticas, física, química y la mecánica son por supuesto importantes, pero también lo son las ciencias sociales, la filosofía, la política, la música, las artes plásticas, lo que han hecho otros innovadores, la biología, la pintura, la literatura, las actividades deportivas, conocer la naturaleza<sup>16</sup> y, sobre todo, la experiencia sensorial activa en sus materias, el aprender haciendo. Todas son fundamentales a la hora de innovar.

Como una importante conclusión de este capítulo:

Todos los seres humanos tenemos inteligencias distintas, construidas individualmente y con distintos potenciales, habilidades, vocaciones, talentos. Lo interesante es entender cómo millones de inteligencias distintas pueden formar redes neuronales abiertas, un asunto que debiese potenciar los trabajos en equipo, multi, trans e interdisciplinarios en nuestras universidades, carcomidas a veces por la competencia individual. De allí que los sistemas digitales y de comunicación actuales -**IA** incluidas-, sean una gran oportunidad para establecer redes locales y globales que ojalá tiendan a construir redes neuronales de pensamiento desarrollo e innovación conjunta.

---

<sup>16</sup> El autor ha estado en alto Paraná, el Chaco y la selva amazónica con nativos indígenas, increíblemente inteligentes, capaces de sobrevivir, crear y ser felices en un territorio donde un visitante ciudadano de cualquier metrópoli no sobreviviría un solo día.

## Sobre la IA, percepción y sensorialidad

Tenemos muy claro que la IA hoy en día, tiene un contexto audiovisual, vale decir, domina cada vez mejor el sonido y sobre todo el lenguaje. Muchos lenguajes e idiomas han sido incorporados a traductores cada vez más simultáneos, con aprendizajes de distintas gramáticas globales. Esto ha permitido a las diferentes IA desarrollar textos cada vez más coherentes, desde cartas de amor, tesis doctorales, discursos políticos, defensas y acusaciones judiciales, informes en cualquier materia. El usuario debe aportar con las preguntas adecuadas, las palabras básicas y el objetivo y destinatario del texto que necesita. Esta parte ha avanzado a una velocidad sorprendente gracias a las *learning machines*, vale decir, la capacidad de ciertas máquinas y dispositivos de aprender por medio de la experiencia en determinadas tareas. Esto es cada vez mejor implementado en los procesos industriales, y en cuestiones del lenguaje ha tenido un desarrollo notable.

Por otro lado, con cada vez mejores *softwares* y *hardwares* ópticos, gráficos, computacionales, las IA ya identifican rostros en las multitudes. Pueden tomar cuadros de Leonardo y Gerónimo Bosch y reproducirlos, modificarlos, intercambiarlos, alterarlos, nuevamente frente a demandas de los usuarios. Una cámara fotográfica análoga de hace 20 años guardaba la data en una película química degradable, con distintas densidades, muy difícil de operar matemáticamente. Pero hoy en día una cámara digital opera de un modo muy semejante a una retina humana, una matriz de conos en cada retina, que tiene entre 6 y 9 megapíxeles en la base de tres colores, que son los mismos básicos de la visión humana. Hoy día cualquier celular moderno puede tomar fotografías de 10 o 20 megapíxeles. Vale decir, ya son más densas en información que la visión humana.

Luego de 20 años de producción, y con un costo de 27,5 millones de dólares, arribó a Chile, en mayo del 2023, la cámara LLST para el observatorio Rubin, nombrado en honor a la astrónoma estadounidense Vera C. Rubin (1928-2016). Ubicado en cerro Planchón, a 500m km de Santiago, y a 2700 msnm, su cámara es de 3200 megapíxeles.

Esto permite ver 350 veces más densidad de datos que el ojo humano. Se trata de una tecnología óptica imaginada hace menos de 10 años. La data acumulada noche tras noche requerirá fibra óptica para su transmisión, grandes memorias para su almacenamiento y, por supuesto, la colaboración de la **IA**, para su procesamiento por miles de astrónomos, astrofísicos y astrobiólogos de todo el planeta... veremos lo que nunca la humanidad ha visto.

Estas dos áreas, la visual y la auditiva, le han dado a la IA un sólido soporte para establecerse como interlocutor y apoyo valido muy valioso para los seres humanos que la utilizan.

Si embargo, la **IA** está lejos aún de asemejarse o acercarse a la inteligencia humana (**IN**), debido a que los complejos de **IA** aún carecen de información sensorial, espacial y temporal para datos ligados al resto de los sensores humanos no audiovisuales. La **IA** aún no capta las cosquillas, el dolor, la ansiedad, el vértigo, los sabores, el miedo, las alteraciones electromagnéticas, gravitacionales, y carecen aun de la endo-sensorialidad humana. Esto último es lo que le permite a la **IN** verificar y controlar constantemente la situación de su cuerpo, como organismo sostenedor del sistema nervioso, el cerebro y su situación de vida (en el sentido más profundo de la palabra).

Lo que sí es posible prospectar es que, cada vez más rápido, la IA adquirirá los sensores necesarios, e incluso adquirirá sensores artificiales más allá de la circunstancia humana. Sensores de radiación cósmica, gravedad, ondas electromagnéticas, etc.

En algún momento, cada vez más cercano, la IA tendrá más transductores, mecanismos electrónicos, eléctricos, ópticos, químicos, olfativos, etc., que traducirán a bits digitales de data concreta de su entorno, para almacenar en grandes servidores, más allá de lo que el cerebro humano podrá almacenar y relacionar, y lo hará mucho más rápido.

## IA, las amenazas, los miedos, ganancias, bondades y el control

Evidentemente, para una tecnología que se ha desarrollado y difundido tan rápido como caja negra, las especulaciones, sobre todo las catastrofistas, respecto de la **IA** circulan por las redes los servicios de información, los foros y los eventos empresariales, políticos y universitarios.

Se dice que va a disminuir el empleo, que seremos reemplazados, que invadirán nuestras vidas, que se van a apoderar del mundo, el fin de la humanidad, el planeta de los robots y las máquinas, sobre todo que las IA no tienen religión, son infernales, no toman vacaciones, son intrusivas, que ya nada será igual, y que ocurrirá la muerte del intelecto.

También, hay problemas actuales graves con las **IA**, sobre todo por la capacidad de conectividad y cómputo requerida. Uno es el tamaño de los mega computadores y su requerimiento de energía, la necesidad de acceder a grandes potencias, de disipar energía, y el uso de agua para enfriar, lo cual exige un profundo estudio de impacto ambiental en el lugar físico donde instalar los servidores. Y lo otro que limita su crecimiento es la cantidad y calidad de los conductores de información, por ahora, las redes de fibra óptica locales y globales.

De hecho, tanto la **IA** como los robots asociados a ella, han desalojado en las últimas dos décadas miles de empleos humanos, como por ejemplo ciudadano cotidiano: en los cajeros bancarios automáticos, las expendedoras de boletos de locomoción, los cajeros autónomos en supermercados, algunos pedidos de “*delivery*”, restaurantes automáticos. Esto es más notable aun en el área agrícola, con las cultivadoras robóticas, sistemas de riego computacional, las cosechadoras y las seleccionadoras, empacadoras, todas las cuales pueden funcionar ya sin asistencia humana.

Este ha sido un fenómeno global que ha empujado cada vez más campesinos y operarios agrícolas hacia las ciudades como habitantes pobres, incluso en extrema pobreza. En otra escala, las fábricas de automóviles que hacen casi el 90% de su proceso de ensamble



usando líneas de montaje robóticas. Por ejemplo, Tesla planea producir 20 millones de vehículos eléctricos conectados a **IA**, al año para 2030, en mega plantas ubicadas en los cinco continentes.

En el área salud, tanto los diagnósticos, las intervenciones quirúrgicas robóticas y los tratamientos de recuperación están -durante este quinquenio-, entrando en fase cada vez más computacional, asistida, virtual y aplicando *learnig machines*. Ya hay profesores robóticos, y pronto habrá disponibles varios profesionales robóticos alimentados por **IA**. El asunto importante es la posibilidad de especular, que tienen quienes lee este artículo (hecho además sin IA) sobre qué significará en el futuro este arrollador avance.

## Control

Es un hecho que todos estos desarrollos de las **IA** se han hecho con escaso control ético, socio económico, moral-religioso, incluso de seguridad. Es innegable que la **IA** necesita urgente un acuerdo global, que pueda controlar sus bordes, al igual que internet, que hoy en día se puede usar para el bien o para el mal. Recién los países están legislando para evitar las noticias falsas, ciberataques, *bullying* informático, etc. La **IA** que viaja precisamente por internet tiene un potencial innegable en beneficio de la humanidad, y también un potencial destructivo que puede causar mucho daño a su creadora.

Para analizar esto, recurro a mi colección juvenil de ciencia ficción, específicamente a quien más desarrolló la idea de los robots del futuro: el bioquímico estadounidense de origen soviético **Isaac Asimov** (1919 o 1920-1992), considerado hoy uno de los personajes más influyentes de la robótica. Llegó en su época de escritor a desarrollar la **IA**, con *learnig machine* en su ficción de "cerebro positrónico". En la práctica, colocaban lo que hoy conocemos como **IA** en las máquinas creadas por la humanidad, en un supuesto y cada vez más cercano futuro. Se trata de increíbles coincidencias.

Ya en 1942 escribió las tres leyes de la robótica, que sin duda podrían ser parte de futuros acuerdos globales sobre **IA**:

- *Un robot no hará daño a un ser humano, ni por inacción permitirá que un ser humano sufra daño.*
- *Un robot debe cumplir las órdenes dadas por los seres humanos, a excepción de aquellas que entren en conflicto con la primera ley.*
- *Un robot debe proteger su propia existencia en la medida en que esta protección no entre en conflicto con la primera o con la segunda ley.*

Y en 1985 escribió un agregado importante

*Ley Cero. Un robot no puede dañar a la humanidad o, por inacción, permitir que la humanidad sufra daños.*

Creo personalmente que la **IA** y la robótica que viene, liberará a la humanidad paulatinamente de muchos trabajos actuales y que eso significará más tiempo positivo para el desarrollo humano, tanto en las ciencias como en las artes. En los tiempos de la esclavitud (en algunas partes aún no termina) un ser humano esclavizado en una plantación trabajaba de lunes a domingo 18 horas diarias y dormía con suerte 6 horas - con torturas de por medio-, hasta morir. Ya para la revolución industrial la jornada de trabajo era de 14 horas por día. A mediados del siglo XIX se planteó la jornada de 8 horas más sábado como día de recogimiento, y el domingo como descanso. Por supuesto, esto no resultó en ninguna parte y corrió mucha sangre de trabajadores para que recién a principios del siglo XX, algunos países asumieran las 8 horas legal y constitucionalmente. En Chile a principios del siglo XXI la jornada legal era de 48 horas semanales, lo que daba 9,6 horas diarias. Agregadas a las 2 horas de traslados de un trabajar metropolitano, suma casi las 12 horas de una jornada salitrera del siglo XIX.

Recién luego de muchas vueltas legislativas hemos llegado en Chile a la jornada de 40 horas, de modo paulatino y en la medida que se pueda, y con muchos resquemores del lado empresarial. Por fin, y con casi un siglo de retraso, se adopta la jornada de 8 horas diarias.

Frente a esta curiosa obsesión por que los trabajadores estén más tiempo en las operaciones y trabajos en Chile, en los países con Estado de Bienestar ocurre algo distinto: en todos ellos se trabaja hoy menos de 35 horas semanales. Países Bajos tiene la jornada laboral más corta, con 30,9 horas a la semana (5h diarias o sólo 4 días laborales de 7,7 horas por semana. Le siguen Austria (33,6 horas), Dinamarca (34,2), Alemania (34,5 horas), Bélgica (34,8 horas) y Noruega (33,3 horas). Lo interesante es que en todos estos países las estadísticas de crecimiento y producción han subido. Finalmente, las personas trabajan menos tiempo y producen más, con las máquinas e incentivos adecuados.

Con más tiempo disponible, los índices de felicidad crecen, la ciencia recibe más incentivos para investigar, las letras y las artes florecen, mejoran los espacios públicos, los sistemas de entretenimiento, el turismo, las vacaciones, mejora la salud.

## Breves conclusiones

El carácter declarado de este artículo es que los lectores construyan informadamente sus propias opiniones, participen de las discusiones, foros y conversaciones, a modo de lograr un mayor número de ciudadanos enterados que puedan conocer, proponer o discutir las políticas públicas al respecto de las **IA** que, de todas formas, debiesen surgir en Valparaíso, en Chile y en el mundo.

Debiésemos entender que una herramienta, como lo es la IA, deberá ser regulada, normada, y usada como tal, en el sentido que puede ser una extensión del cuerpo y su mente para llegar más allá de lo que podemos hacer sin su ayuda, en este caso con nuestra **IN** y sólo nuestro cuerpo.

La palabra herramienta, que viene de ferramenta, instrumento hecho de fierro, hoy en día se aplica, entre otras, a utensilio, útil, instrumento, aparejo, artilugio, artefacto. También se aplica a aquello que sirve como extensión del nuestro cuerpo para realizar o facilitar tareas.

Por lo tanto, la invitación aquí, con este documento de trabajo, es intentar especular positivamente e imaginar futuros posibles, dadas las condiciones iniciadas por la **IA**, que desde ya están fuertemente insertas en nuestra cotidianeidad.

Siendo optimistas, es posible que en el trascurso de lo que resta del siglo XXI, las **IA** y los robots se hagan cargo de muchos o casi de la mayoría de los trabajos actuales, y que la producción y crecimiento sean mejores, que mejore la salud, la lucha contra el envejecimiento, la producción alimentaria, la minería sustentable, que se regule el calentamiento global con el desarrollo de energías renovables y limpias a nivel global, bajando muchas áreas de conflictividad actual. Es probable que la población humana sobrepase los 10, 20, 30.000 millones. Los países más desarrollados de América, Europa, Asia y África son además los más poblados. Esto echa por tierra los controles de población del siglo pasado. China ya se ha dado cuenta de su error. Es probable, también, que los nuevos medios de transporte global incentiven las migraciones cruzadas libres y que, a fin de siglo, existan colonias humanas en la Luna, Marte y Venus, y que la esperanza de vida global suba de los 100.

También es de libre albedrío optar por las teorías de conspiración, apostar al fin del mundo y al apocalipsis total. Sin embargo, debo admitir, conociendo a mis nietos y a los jóvenes con los que trabajo en la universidad, que mis expectativas para ellos son altamente positivas y creo que la **IA** será una herramienta para lograr un futuro mejor, sustentable, no extrapolado del actual, sino que diferente, en el mejor sentido de la palabra.