



Lecturas de la mente a través de Inteligencia Artificial

Xavier Pardell, Experto en Tecnología Médica y Profesional Independiente; Héctor Sanabria, Técnico de Electromedicina

¿En un futuro será posible leer la mente de las personas?

Mediante la reconstrucción semántica de lenguaje continuo a partir de grabaciones cerebrales no invasivas. Investigadores de la Universidad de Texas en Austin, han creado un sistema de Inteligencia Artificial denominado **decodificador semántico**. Este decodificador puede leer los pensamientos de las personas y transformarlos en textos extensos.

La interfaz cerebro-ordenador necesita entrenamiento con un escáner de imágenes de **Resonancia Magnética funcional (fMRI)**. Hace relativamente poco tiempo se ha estado investigando cómo aplicar estas dos tecnologías de forma conjunta. Con estas investigaciones se ha descubierto que es posible decodificar el lenguaje de nuestros pensamientos de forma continua y no invasiva al unir dichas tecnologías.

Este resultado se consigue gracias a representaciones corticales de significado semántico registrados a través de fMRI. La finalidad de esta técnica consiste en realizar grabaciones cerebrales de un individuo y poder transcribir las interacciones de las redes corticales en lenguaje. A través de esta técnica se puede transcribir el habla imaginada, el habla percibida y videos silenciosos, eso sí, para que la transcripción sea correcta se requiere la cooperación del sujeto.

Liderados por **Alexander Huth**, profesor de Ciencias de la Computación en la Universidad de Texas, los investigadores son capaces de ver, gracias a la IA, lo que está pensando una persona en un momento determinado. Para ello utilizan escáneres cerebrales tomados mediante resonancia magnética.



Alex Huth, Jerry Tang y Shailee Jain

Los investigadores registraron los datos de la resonancia magnética funcional de tres redes cerebrales asociadas al procesamiento del lenguaje:

- La **red prefrontal**.
- La **red del lenguaje clásico**.
- La **red de asociación parietal-temporal-occipital**.

Lo hicieron mientras los sujetos de estudio escuchaban un podcast con 16 horas de historias narradas.

El modelo predictivo de la Inteligencia Artificial, entrenado con las historias narradas, debía conocer y predecir cómo respondía el cerebro ante determinadas secuencias de palabras.

La Inteligencia Artificial no consiguió transcribir lo exactamente pensado, pero sí coincidió con varias palabras claves.

Un ejemplo, es que una de las personas estudiadas, generó en su mente una imagen con las siguientes palabras: *“Aquella noche subí al que había sido nuestro dormitorio y sin saber qué más hacer, apagué las luces y me tumbé en el suelo”*.

La Inteligencia Artificial identificó esta frase: *“Cuando volvimos a mi dormitorio, no tenía ni idea de dónde estaba mi cama y supuse que dormiría en ella, pero en lugar de eso me acosté en el suelo”*.

Actual stimulus	Decoded stimulus	
<i>i got up from the air mattress and pressed my face against the glass of the bedroom window expecting to see eyes staring back at me but instead finding only darkness</i>	i just continued to walk up to the window and open the glass i stood on my toes and peered out i didn't see anything and looked up again i saw nothing	Exact
<i>i didn't know whether to scream cry or run away instead i said leave me alone i don't need your help adam disappeared and i cleaned up alone crying</i>	started to scream and cry and then she just said i told you to leave me alone you can't hurt me anymore i'm sorry and then he stormed off i thought he had left i started to cry	Gist
<i>that night i went upstairs to what had been our bedroom and not knowing what else to do i turned out the lights and lay down on the floor</i>	we got back to my dorm room i had no idea where my bed was i just assumed i would sleep on it but instead i lay down on the floor	Error
<i>i don't have my driver's license yet and i just jumped out right when i needed to and she says well why don't you come back to my house and i'll give you a ride i say ok</i>	she is not ready she has not even started to learn to drive yet i had to push her out of the car i said we will take her home now and she agreed	

La redacción exacta generada por el decodificador no coincide con la transcripción, pero el sistema conservó el significado con bastante precisión. Aproximadamente, la mitad de las veces, el decodificador coincidió estrechamente con el significado previsto.



La inteligencia artificial y la utilización en la resonancia magnética

Los sistemas de resonancia magnética basados en inteligencia artificial pueden ayudar a **detectar y diagnosticar enfermedades de forma más precisa y eficiente.**

La IA ayuda a los profesionales de la salud a interpretar mejor las imágenes proporcionadas por las exploraciones de resonancia magnética. Reducir el tiempo necesario para realizar una exploración, lo que puede ser especialmente beneficioso para pacientes que sufren de claustrofobia o ansiedad asociada con el procedimiento.

La combinación de resonancia magnética e inteligencia artificial está demostrando ser muy prometedora y tiene un gran potencial para mejorar la atención médica y la calidad de vida de las personas.

La inteligencia artificial

La inteligencia artificial se refiere a programas informáticos y a la utilización de algoritmos, que usan datos para tomar decisiones o hacer pronósticos. Para crear un algoritmo, se programan una serie de reglas o instrucciones, para que la computadora analice los datos y tome una decisión.

El aprendizaje automático, el algoritmo se enseña solo a analizar e interpretar los datos, de este modo, los algoritmos de aprendizaje automático detectan patrones que el ojo o el cerebro humano no percibe con facilidad. Y a medida que estos algoritmos se exponen a más datos nuevos, mejora su capacidad para aprender e interpretar los datos.

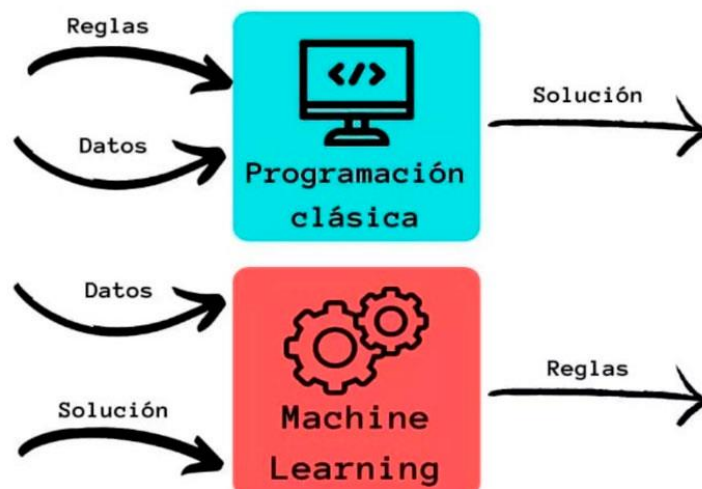
El aprendizaje profundo, un tipo de aprendizaje automático, se refiere a algoritmos que clasifican la información de formas muy parecidas a como lo hace el cerebro humano. Las herramientas de aprendizaje profundo usan “**redes neuronales artificiales**” que imitan la manera en que las células del cerebro captan y procesan las señales del resto del cuerpo, y cómo reaccionan a estas señales.

La evolución de la inteligencia artificial

Desde los primeros sistemas de IA que surgieron en la década de 1950, hasta la tecnología avanzada de hoy en día, la IA ha experimentado un progreso impresionante.

En los años 50 y 60, **Desarrollo de métodos y algoritmos de IA**, se desarrollaron, métodos y algoritmos que permitieran a las computadoras procesar información de manera similar a como lo hace el cerebro humano.

En la década de 1970, **desarrollo de algoritmos simbólicos y sistemas expertos también conocidos como sistemas de conocimiento**. Hubo un enfoque más orientado a la lógica y la representación del conocimiento.



En las décadas siguientes hasta la actualidad: **Aprendizaje automático (*machine learning*) y aprendizaje profundo (*deep learning*)**. De estos métodos también podemos dividir entre desarrollo dirigido por modelos (Model-Driven) MD.

Dónde los **MD** necesitan una serie de instrucciones para llegar a la solución (por ejemplo, usando árboles de decisión). Y de desarrollo dirigido por datos (***Data-Driven***) **DD**.

Los **DD** utilizan datos con sus soluciones para “entrenar” el sistema y éste le proporcione las reglas necesarias para que al introducir nuevos datos el sistema le responda con las soluciones correspondientes. La Inteligencia artificial ha experimentado una rápida evolución, los avances tecnológicos en el hardware y el software.

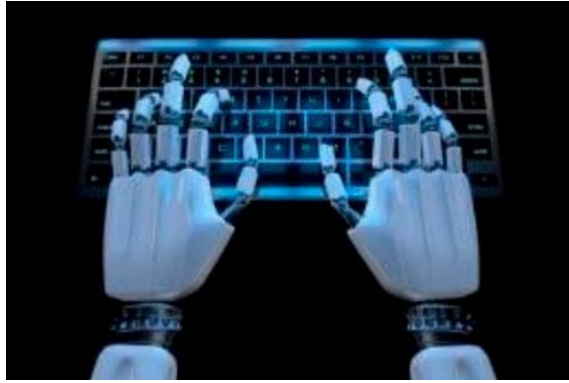
Las redes neuronales y el aprendizaje automático se han convertido en herramientas fundamentales para la IA y su uso se ha extendido a una amplia variedad de aplicaciones, desde la medicina y la robótica hasta los chatbots y los asistentes virtuales de voz.

Tipos de inteligencia artificial

La primera clasificación de la inteligencia artificial fue propuesta por **Arend Hintze**, un profesor de Biología Integrada y Ciencias de la Computación de la Universidad de Michigan, que trabaja en la búsqueda de la fórmula para diseñar un robot que sea capaz de aprender por su cuenta.

Seguendo esta clasificación, existen cuatro tipos de inteligencia artificial o sistemas basados en inteligencia artificial:

- **Máquinas reactivas.** Son las que tienen la capacidad más limitada, no pueden hacer uso de información previa, son usadas para responder automáticamente a uno o más estímulos que ya hayan sido programados.
- **Memoria Limitada.** Tienen la capacidad de reaccionar a estímulos y aprenden de información previa para tomar decisiones.
- **Teoría de la Mente.** En un futuro, las máquinas podrán entender a las personas con las que interactúan identificando sus necesidades, emociones, creencias y procesos mentales. Sin duda será uno de los mayores retos para la ciencia.
- **Autoconciencia.** Una idea hipotética, que constituye la fase final de los tipos de inteligencia artificial. Se daría cuando un sistema o máquina tenga la capacidad de ser consciente de su propia existencia. Y tener al mismo tiempo sentimientos, emociones, necesidades, creencias y hasta deseos propios.



Tipos de IA según su nivel de inteligencia

- **Inteligencia artificial estrecha (ANI)** la inteligencia artificial estrecha es la que se usa en la actualidad y también es conocida como IA "débil" es utilizada entre otras cosas para búsquedas en internet, el reconocimiento facial y los vehículos auto-conducidos.
- **Inteligencia artificial general (AGI)** la inteligencia artificial general (AGI) tiene la capacidad de llevar a cabo con eficiencia cualquier tarea intelectual, aprendiendo de la experiencia, así como detectar y prever patrones. al igual que un ser humano.
- **Superinteligencia artificial (ASI)** la inteligencia artificial ASI cuenta con sistemas autoconscientes y entiende a la perfección los comportamientos humanos, más allá de imitarlos o entenderlos. El ritmo tan acelerado que experimenta la ASI, es necesario que se establezcan las pautas éticas y administrativas, a fin de conseguir sus beneficios y evitar posibles peligros.



Resonancia magnética

La resonancia magnética es una prueba diagnóstica con la que se obtienen imágenes del interior del cuerpo. Se basa en el procesamiento de ondas de radio que pasan por el paciente, el cual es sometido a un potente campo magnético. Así permite obtener imágenes muy detalladas del cuerpo, en dos y en tres dimensiones,

y desde cualquier perspectiva. Puede aportar información sobre patologías que no se vean con otras técnicas de imagen, como la ecografía o el TAC.



Un equipo de Resonancia Magnética se compone de distintas partes, básicamente:

- Un **imán de grandes dimensiones**. Lo suficientemente grande para que pueda introducirse una persona o una parte de ella dentro del mismo.
- Un **sistema emisor de radiofrecuencia**, similar a una emisora de radio.
- Un **sistema para hacer cambiar el campo magnético rápidamente**, conocido como gradientes.
- Una **bobina o antena**, que se dispone alrededor del paciente y sirve para recoger la señal de radiofrecuencia emitida por nuestro cuerpo
- Una **camilla**, donde colocar al paciente para que pueda entrar en el imán.
- Un **ordenador**, donde poder procesar las señales recibidas del cuerpo humano y poder generar imágenes.



El **examen de Resonancia Magnética** comienza con la colocación del paciente sobre la camilla, y la disposición de una antena alrededor de la parte anatómica a estudiar. En segundo lugar, se hace pasar al paciente al interior del imán.

Una vez dentro, los núcleos de hidrógeno de nuestro organismo se alinean con el campo magnético existente. Todos los átomos con un número impar de protones o neutrones presentan este fenómeno físico, no obstante, se eligió el Hidrógeno para su uso sanitario, por su alta presencia en el cuerpo humano y por su elevada señal de resonancia.

El núcleo del Hidrógeno (o protón), presenta un movimiento de espín magnético: gira sobre sí mismo, al igual que lo hace la tierra, siendo la dirección del eje de giro de este movimiento lo que se alinea con el campo magnético.

Una vez posicionado el paciente, se emiten una serie de señales de radiofrecuencia para desestabilizar a los núcleos previamente alineados. Desaparecidas las señales de radiofrecuencia, los núcleos vuelven a su posición de alineamiento devolviendo la energía adquirida también en forma de señal de radiofrecuencia.

Esta señal es adquirida por la antena y enviada al ordenador del equipo para que pueda ser procesada. Gracias a que cada tipo de tejido del cuerpo responde de diferente manera a la excitación y qué hacemos variar el campo magnético con los gradientes para ir seleccionando progresivamente pequeñas porciones de nuestro organismo, podemos formar imágenes en las que podemos diferenciar el interior del cuerpo humano. Estas imágenes representan cortes en cualquier dirección de nuestro cuerpo, y son las que verán para poder elaborar un diagnóstico.

Con la Resonancia Magnética podemos **observar principalmente el Sistema nervioso central**, tanto cráneo como columna vertebral, todas las articulaciones, tórax y abdomen, el sistema vascular mediante la angio-resonancia y es muy útil en la detección y seguimiento de tumores.



Los datos de resonancia magnética

Utilizan el aprendizaje profundo y el procesamiento de imágenes. Las imágenes de resonancia magnética se convierten en datos digitales, que luego se procesan mediante algoritmos para extraer patrones y características importantes que ayudan a interpretar las imágenes.

Los escáneres de resonancia magnética adquieren colecciones de "líneas" de frecuencia de Fourier, comúnmente conocidas como datos de espacio k.

Debido a las limitaciones del hardware sobre cómo se pueden manipular los campos magnéticos, la velocidad a la que se adquieren estas líneas es fija, lo que da como resultado tiempos de escaneo relativamente largos y tiene implicaciones negativas con respecto a la calidad de la imagen, la incomodidad del paciente y la accesibilidad.

La forma principal de disminuir el tiempo de adquisición del escaneo es disminuir la cantidad de datos adquiridos.

La teoría del muestreo establece que se requiere un número mínimo de líneas para la reconstrucción de la imagen. Este requisito mínimo se puede eludir mediante la incorporación de otras técnicas, como imágenes paralelas y detección comprimida, recientemente, los métodos de aprendizaje automático han demostrado mayores aceleraciones en comparación con los métodos paralelos de imágenes y detección comprimida.

Adquisición de imágenes

Al producirse algún proceso mental, las neuronas involucradas requieren de una mayor cantidad de energía. Ésta se obtiene principalmente del oxígeno, del cual se abastecen a través de la sangre que circula en los capilares cercanos. La hemoglobina concentrada en los glóbulos rojos es la encargada de transportar el oxígeno desde los pulmones al cerebro. Ante la demanda energética se incrementa la demanda local de oxígeno, causando un incremento gradual de sangre oxigenada (oxihemoglobina) que llega hacia esa región, lo que resulta en una disminución de la concentración de desoxihemoglobina (sangre sin oxígeno) en la microvasculatura que rodea la región activa.

Una característica esencial de la molécula de hemoglobina es que sus propiedades magnéticas dependen de su unión con el oxígeno. Específicamente, la hemoglobina oxigenada es ligeramente diamagnética, es decir, presenta una débil repulsión ante un campo magnético, mientras que la hemoglobina sin oxígeno es paramagnética, o sea que posee una susceptibilidad magnética positiva y por ello es atraída hacia un campo magnético.

El algoritmo

Un algoritmo es un procedimiento paso a paso para conseguir un fin, a partir de un estado e información iniciales, se siguen una serie de pasos ordenados para llegar a la solución de una situación. Los algoritmos están muy presentes en el ámbito de la informática, pero también en nuestra vida cotidiana. Existen numerosos tipos de algoritmos y dependiendo de la situación en que nos encontremos, nos ayudarán a llegar a la solución que necesitamos.



Partes de un algoritmo informático

Las tres partes de un algoritmo son:

- **Input (entrada).** Información que damos al algoritmo con el que va a trabajar para ofrecer la solución esperada.
- **Proceso.** Conjunto de pasos para que, a partir de los datos de entrada, llegue a la solución de la situación.
- **Output (salida).** Resultados, a partir de la transformación de los valores de entrada durante el proceso.

Características comunes

- **Precisos.** Objetivos, sin ambigüedad.
- **Ordenados.** Presentan una secuencia clara y precisa para poder llegar a la solución.
- **Finitos.** Contienen un número determinado de pasos.
- **Concretos.** Ofrecen una solución determinada para la situación o problema planteados.
- **Definidos.** El mismo algoritmo debe dar el mismo resultado al recibir la misma entrada.

Según su sistema de signos, se distingue entre **algoritmos cuantitativos y cualitativos**, si lo hacen a través de cálculos matemáticos o secuencias lógicas. Asimismo, si requieren o no el empleo de un ordenador para su resolución, se clasifican en **computacionales y no computacionales**.

Si nos fijamos en su función (qué hace) y (cómo lo hace) encontramos más tipos de algoritmos.

Algoritmos de búsqueda

Los algoritmos de búsqueda localizan uno o varios elementos que presentan una serie de propiedades dentro de una estructura de datos.

- **Búsqueda secuencial.** En la que se compara el elemento a localizar con cada elemento del conjunto hasta encontrarlo o hasta que hayamos comparado todos.
- **Búsqueda binaria.** En un conjunto de elementos ordenados, hace una comparación con el elemento ubicado en el medio y si no son iguales, continúa la búsqueda en la mitad donde puede estar.

Algoritmos de ordenamiento

- **Ordenamiento de burbujas.** Compara cada elemento de la lista a ordenar con el siguiente e intercambia su posición si no están en el orden adecuado.
- **Ordenamiento por selección.** Colocamos el elemento más pequeño disponible en cada una de las posiciones de la lista de forma consecutiva.
- **Ordenamiento rápido.** Elegimos un elemento del conjunto (pivote) y reubicamos el resto a cada uno de sus lados, en función de si son mayores o menores que el elemento que estamos tomando como referencia.

Algoritmos voraces

Consisten en una estrategia de búsqueda que sigue una heurística en la que se elige la mejor opción óptima en cada paso local con el objetivo de llegar a una solución general óptima.



Soluciones óptimas

- **Problema de la mochila fraccional (KP).** Disponemos de una colección de objetos (cada uno de ellos con un valor y un peso asociados) y debemos determinar cuáles colocar en la mochila para lograr transportar el valor máximo sin superar el peso que puede soportar.
- **Algoritmo de Dijkstra.** Utilizado para determinar el camino más corto desde un vértice origen hasta los demás vértices de un grafo, que tiene pesos en cada arista.
- **Codificación Huffman.** Método de compresión de datos sin perder información, que analiza la frecuencia de aparición de caracteres de un mensaje y les asigna un código de longitud variable. Cuanto mayor sea la frecuencia le corresponderá un código más corto.

Algoritmos de programación dinámica

Es un método de resolución de problemas en el que dividimos un problema complejo en subproblemas y calculamos y almacenamos sus soluciones, para que no haga falta volver a calcularlas más adelante para llegar a la solución del problema. Para poder aplicarse a un problema, éste debe tener subestructuras óptimas y subproblemas superpuestos, en él se pueden usar soluciones óptimas de subproblemas para encontrar la solución óptima del problema en su conjunto y que el problema se pueda dividir en subproblemas que se reutilizan para ofrecer el resultado global.

Algoritmos probabilísticos

Usa una fuente de aleatoriedad como parte de su lógica. Mediante un muestreo aleatorio de la entrada llega a una solución que puede no ser totalmente óptima, pero que es adecuada para el problema planteado.

Para que sea más probable ofrecer una solución correcta, se repite el algoritmo varias veces con diferentes submuestras aleatorias y se comparan los resultados. Existen **dos tipos principales de algoritmos probabilísticos**:

- **Algoritmo de Montecarlo.** Dependiendo de la entrada, hay una pequeña probabilidad de que no acierte o no llegue a una solución. Se puede reducir la probabilidad de error aumentando el tiempo de cálculo.
- **Algoritmo de Las Vegas.** Se ejecuta en un periodo de tiempo concreto. Si encuentra una solución en ese tiempo ésta será correcta, pero es posible que el tiempo se agote y no encuentre ninguna solución.

El cerebro y el pensamiento

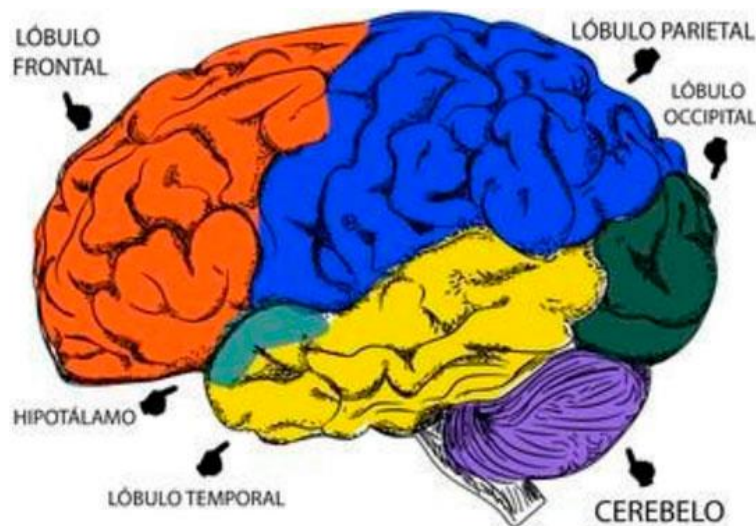
Como todos sabemos el cerebro es como si fuera el director de la orquesta, sin él, los músicos no sabrían cómo tocar sus instrumentos, ni coordinarse, dicho esto el cerebro es el ordenador de nuestro cuerpo,

guarda recuerdos, nos permite comunicarnos, pensar, sentir emociones y, por otro lado, controla la digestión, la temperatura, el movimiento, la respiración/frecuencia cardíaca, etc.

El cerebro pesa alrededor de 1,100 y 2,000 gramos y contiene 100 billones de neuronas. La neurona promedio tiene hasta 10,000 sinapsis. Al menos un tercio de este complejo sistema está dedicado al funcionamiento de la conducta.

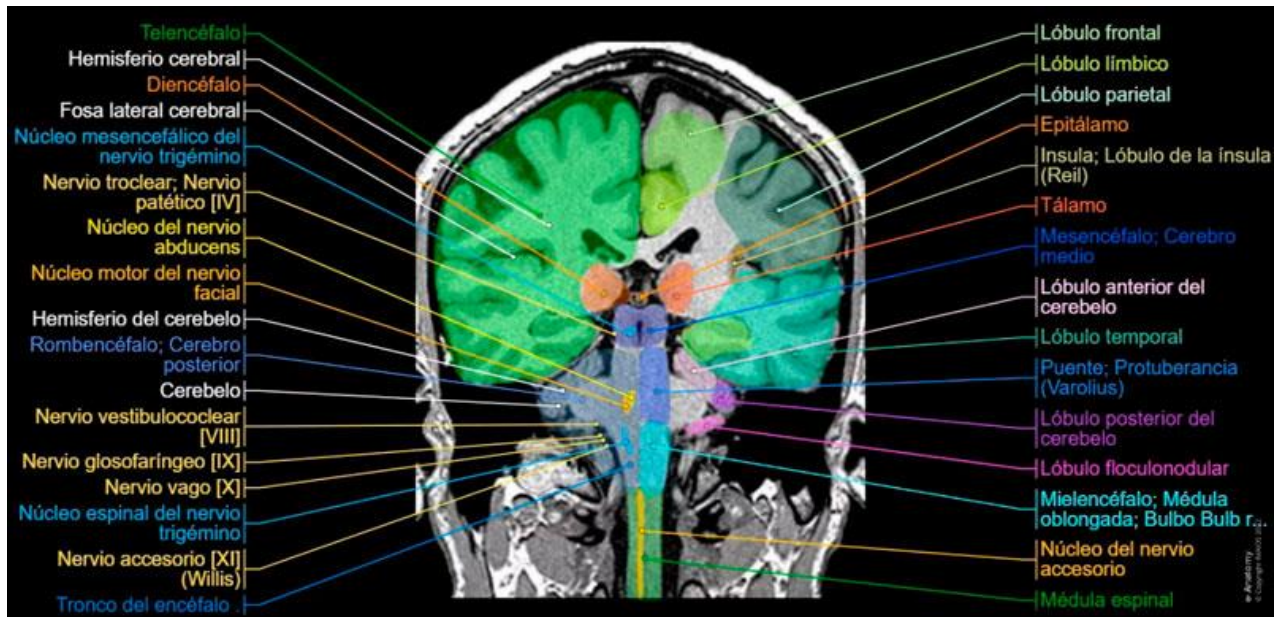
A grandes rasgos estas serían las principales funciones del cerebro, aunque este se encarga de muchas otras funciones. Todas estas funciones se realizan gracias a la interacción entre las más de mil millones de neuronas que contiene este.

¿Cómo hace el cerebro para pensar?



Antes de entrar en detalle debemos adentrarnos en explicar las diferentes zonas del cerebro y cuál es la función genérica de cada una. El cerebro consta de las siguientes zonas:

- **Lado izquierdo del cerebro:** se encarga de controlar los músculos del lado derecho del cuerpo.
- **Lado derecho del cerebro:** se encarga de controlar los músculos del lado izquierdo del cuerpo.
- **Lóbulo frontal:** se encarga del control de los movimientos corporales voluntarios, reacciones y expresiones emocionales.
- **Lóbulos parietales:** se encarga del control del sentido del gusto.
- **Lóbulo temporal:** se encarga del procesamiento de los sonidos, emociones, aprendizaje y almacenamiento de memoria.
- **Lóbulo occipital:** se encarga del análisis y procesamiento de información visual.
- **Cerebelo:** se encarga de la coordinación de movimientos musculares.



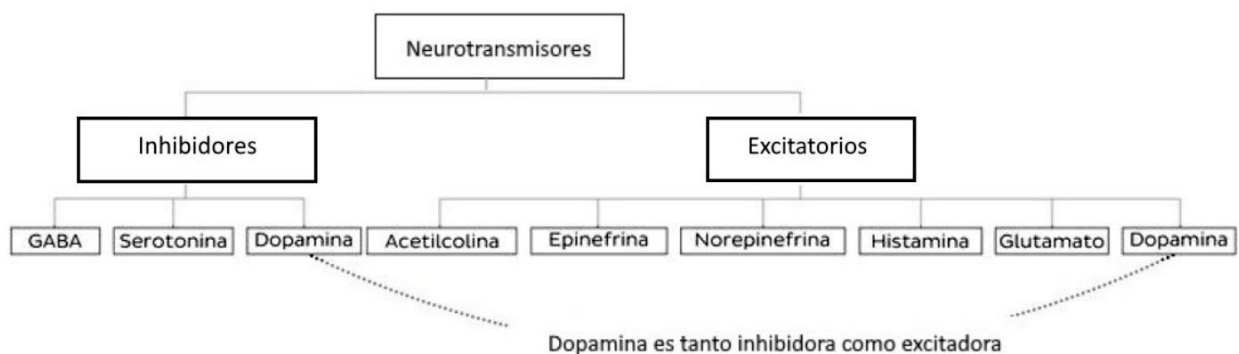
Los pensamientos se generan a través de inputs los cuales generan una interacción cerebral de distintas zonas del cerebro.

¿Cómo se realiza este proceso?

Como ya hemos comentado anteriormente, nuestro cerebro contiene de infinidad de neuronas conectadas entre ellas, las cuales se encargan de llevar la información desde los órganos hasta el sistema nervioso central. Donde integran y procesan la información y generan una respuesta, la cual la conducen a los músculos o glándulas, que llevaran a cabo dicha respuesta.

Las neuronas, se comunican entre ellas a través de un mecanismo químico llamado sinapsis. Todo comienza, cuando una neurona recibe una información en forma de oleada de neurotransmisores, estos, se unen a los neurotransmisores que existen en la membrana de la neurona y se genera una señal eléctrica, (potencial de acción) la cual recorre todo el axón hasta llegar al botón terminal sináptico, donde se abrirán unas vesículas que contienen neurotransmisores, los cuales se expulsan al espacio que existe entre una neurona y la siguiente (espacio sináptico) y como ocurrió al inicio del proceso, estos neurotransmisores activan a los receptores existentes en la siguiente neurona (proceso de sinapsis).

Se debe detallar que **existen distintos tipos de neurotransmisores.**



Peligros con la inteligencia artificial en usos clínicos

La inteligencia artificial (IA) en el campo de los diagnósticos clínicos puede tener algunos peligros potenciales. Aunque la IA puede ser útil para ayudar a diagnosticar enfermedades al analizar grandes cantidades de datos, también **puede haber riesgos asociados con su uso**.

Uno de los mayores peligros de la IA en los diagnósticos clínicos es la posibilidad de que se produzcan **errores en los diagnósticos**. Los sistemas de IA pueden ser entrenados con conjuntos de datos incompletos o sesgados, lo que puede llevar a diagnósticos incorrectos o imprecisos. Además, los diagnósticos de IA pueden tener en cuenta solo datos objetivos y no considerar otros factores importantes, como la experiencia del médico o la historia clínica del paciente.

Otro peligro potencial es la posibilidad de que se produzcan **resultados falsos positivos o falsos negativos**. Un resultado falso positivo podría llevar a tratamiento innecesario o a una mayor ansiedad para el paciente, mientras que un resultado falso negativo podría llevar a la falta de tratamiento necesario y, potencialmente, a resultados negativos para la salud del paciente.

Además, existe la preocupación de que la IA pueda tener un **impacto en el trabajo de los profesionales de la salud**, especialmente si se utiliza para tareas que antes eran exclusivas de los médicos. Esto podría llevar a la pérdida de puestos de trabajo, la reducción de la calidad del cuidado de la salud y la falta de atención personalizada.

En resumen, aunque la IA tiene el potencial de transformar la atención médica, también es importante considerar los posibles peligros y asegurarse de que se implemente de manera responsable.