

# Implante de microchip en el cerebro humano para el dominio de idiomas.

Raul Sanchez<sup>1</sup>, Castro Luis<sup>2</sup>, Ponce Miguel<sup>3</sup>

22 de junio de 2020

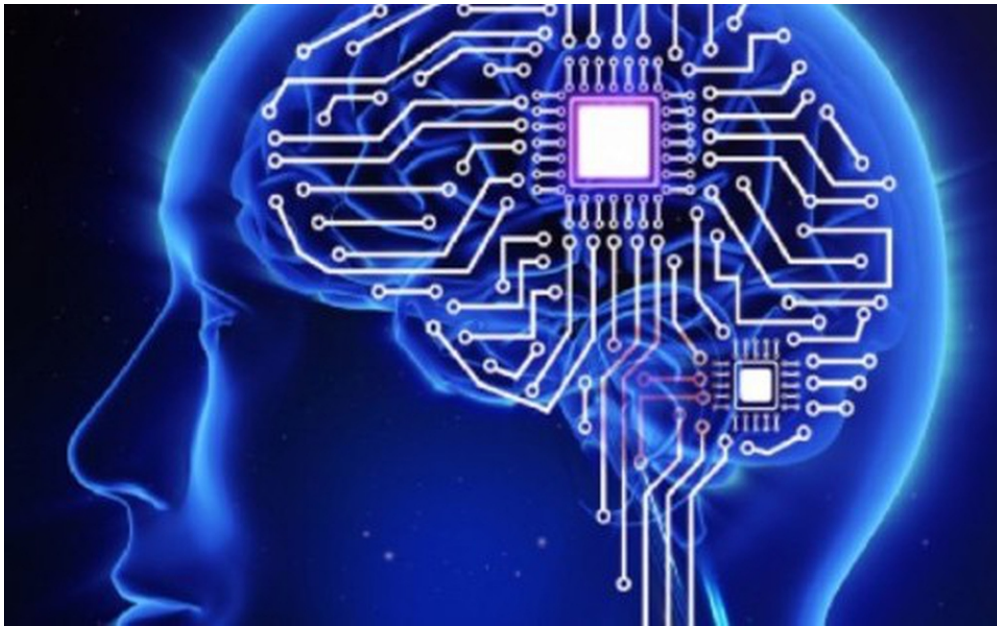


Figura 1: Portada[Mus19]

# Índice

<b>1. Resumen</b>	<b>3</b>
<b>2. Abstract</b>	<b>3</b>
<b>3. Introducción</b>	<b>3</b>
<b>4. Estudios Anteriores</b>	<b>4</b>
<b>5. Desarrollo</b>	<b>4</b>
<b>6. Método</b>	<b>5</b>
<b>7. Aplicaciones</b>	<b>7</b>
<b>8. Discusión</b>	<b>7</b>
<b>9. Trabajo futuro</b>	<b>8</b>
<b>10. Conclusiones</b>	<b>9</b>
<b>Referencias</b>	<b>10</b>
Artículos . . . . .	11
Libros . . . . .	11
Otras Fuentes . . . . .	11

# 1. Resumen

Un implante de microchip en el cerebro humano es una tecnología desarrollada con el fin de ayudar a seres humanos en situación de minusvalía motora y sensorial por ende uno de los primeros objetivos de esta tecnología es atender pacientes con enfermedades neurológicas, a largo plazo, se pretende desarrollar implantes que sean muy seguros, fiables y simples, la implantación consiste en usar hilos con decenas de sensores integrados con un diámetro de un cuarto del diámetro del cabello humano, para evitar dañar los vasos sanguíneos o el propio cerebro, de tal manera que la interface máquina(microchip)-cerebro sea excelente, la implementación de un microchip en el cerebro humano es una acción sumamente compleja que requiere un trabajo coordinado de disciplinas como fisiología, ciencia de los materiales, instrumentación y procesamiento de señales, inteligencia computacional, mecánica, electrónica, robótica e informática, entre otras, estas disciplinas fusionadas van a dar lugar y a lograr una correcta interconexión entre la dualidad microchip-cerebro.

**Palabras clave:** minusvalía, microchip, enfermedades neurológicas, interconexión, interfaz, redes neuronales, procesamiento señales cerebrales.

# 2. Abstract

A microchip implant in the human brain is a technology developed to help humans in situations of motor and sensory disability; therefore, one of its first objectives is to care for patients with neurological diseases. In the long term, it is expected developing implants can become safe, reliable, and simple. A surgery implantation procedure consists of using threads with dozens of integrated small sensors, like a quarter of the diameter of human hair, so that it can avoid damage to the

blood vessels in the brain. The fact that the machine (microchip)-brain communication is excellent, suggest the human brain's microchips will be extremely complex so that it requires coordinated work from disciplines such as physiology, materials science, instrumentation and signal processing, computational intelligence, mechanics, electronics, robotics, and computing, among others. Using these merged disciplines are going to give rise to achieve a correct interconnection between the duality of microchip-brain.

**Key words:** handicap, microchip, neurological diseases, interconnection, interface, neural networks, brain signal processing.

# 3. Introducción

## ASPECTOS GENERALES Y MOTIVACIONES.

A medida que avanza la neurociencia cognitiva y la tecnología de imagen cerebral han comenzado a proporcionarnos la capacidad de interactuar directamente con el cerebro humano, esta capacidad es posible gracias al uso de sensores que pueden monitorear algunos de los procesos físicos que ocurren dentro del cerebro que corresponden a ciertas formas de pensamiento.[Tan10].

Según un neurocirujano de Neuralink, uno de los primeros objetivos de esta tecnología (implante de chip en cerebro humano) es atender pacientes con enfermedades neurológicas, pero a largo plazo dice Neuralink que es hacer que los implantes sean tan seguros, fiables y simples de tal manera que puedan entrar en el campo de la cirugía electiva para quienes quieran potenciar su cerebro con el poder de un ordenador.[Cla19].

Por otro lado, es una realidad que muchos de los dispositivos de interacción más antiguos siguen siendo insustituibles en gran parte de los entornos, existen casos particulares en donde pueden ser de gran utilidad sistemas basados en otro tipo de tecnologías más

novedosas. Más en concreto, la necesidad de nuevas formas de interacción se hace evidente para aquellas personas que, por determinadas razones, no pueden utilizar sistemas basados en el uso de las extremidades ya sea por imposibilidad al estar realizando una determinada tarea o bien por algún tipo de discapacidad. En este contexto cobran importancia las interfaces cerebro-máquina como alternativa.[Gar15].

## 4. Estudios Anteriores

La VeriChip En octubre de 2002, Applied Digital Solutions lanzó una campaña nacional para promover el VeriChip, un microchip del tamaño de un grano de arroz, pero que se puede implantar en seres humanos. En un selecto grupo de personas ya había sido implantado un chip bajo la piel (chipped) con dispositivos que automáticamente abren puertas, encienden las luces y realizan otros milagros de bajo nivel[Cas18].

Una cosa mala sobre tener un microchip implantado en uno mismo es el hecho de que uno podría entonces ser seguido en cualquier lugar en el mundo. Según el Dr. Kilde, "los microchips de hoy en día operan por medio de ondas de radio de baja frecuencia que se dirigen a ellos. Con la ayuda de los satélites, la persona implantada puede ser rastreada en cualquier parte del mundo". Según el Dr. Kilde, las funciones cerebrales también pueden ser controladas remotamente por superordenadores e incluso alteradas a través del cambio de frecuencias.

Un comunicado de prensa de los laboratorios HRL en Malibú, California, dio cuenta de que un equipo de neurocientíficos logró transmitir patrones neuronales de pilotos comerciales y militares a personas sin conocimientos de aviación que luego obtuvieron muchos mejores resultados en simuladores de vuelo. "Cuando uno piensa en la educación del futuro, en 20 o 30 años, en general me cues-

ta vislumbrar qué innovación puede cambiar las reglas del juego, qué cosa puede patear el tablero agrega Furman, pero estos descubrimientos en relación con las neurociencias nos llevan a pensar en un experimento realizado con veinte voluntarios que ya incorporaban electrodos cerebrales en base a un tratamiento contra la epilepsia. Una vez recaudados los datos de la actividad cerebral y determinar el patrón asociado se utilizaron los electrodos ya implantados para estimular el cerebro por medio de corrientes eléctricas débiles. Una acción que se llevó a cabo en el hipocampo, región vinculada directamente con la memoria de los seres humanos. Todo ello, al mismo tiempo que se alcanzaba el patrón óptimo anteriormente señalado y se realizaba una tarea basada en el aprendizaje[CAM16].

Los resultados fueron impresionantes. La capacidad de memoria de los individuos se incrementó entre un 15 y un 20%. Memorizar información se convirtió en una tarea mucho más sencilla para unos voluntarios a los que, posiblemente, les haya cambiado la vida. Cabe destacar que el éxito de este dispositivo ayudará a desarrollar nuevos tratamientos para erradicar enfermedades tan graves como el alzheimer.

## 5. Desarrollo

El tejido cerebral es suave y flexible, mientras que la mayoría de nuestros materiales conductores, los cables que conectamos al cerebro, tienden a ser rígidos. Esto significa que los electrónicos implantados pierdan efectividad con el tiempo. Las fibras flexibles biocompatibles y disposiciones podrían ayudar eventualmente en este respecto[Mus17].

Las interfaces neuronales se consideran como sistemas de transducción bidireccionales que permiten establecer un contacto directo entre el dispositivo técnico y la estructura neurológica, cuyo objetivo es registrar las señales bioeléctricas del cuerpo y la excitación arti-

ficial de los músculos y nervios. La interfaz neuronal comprende: los electrodos o sensores, las conexiones internas (cables), las conexiones al procesador externo, los circuitos para la adquisición de los datos y la unidad controladora del sistema efector. Uno de los elementos clave en la interfaz es el electrodo, encargado de capturar la actividad bioeléctrica o de aplicar las corrientes eléctricas a los tejidos vivos.

En adelante, se describen las principales características y requerimientos de los electrodos utilizados en los sistemas máquina-cerebro y la ingeniería neuronal. Los esquemas del implante tipo microfilamento se puede observar en la figuras 2 y 3. [Mus17].

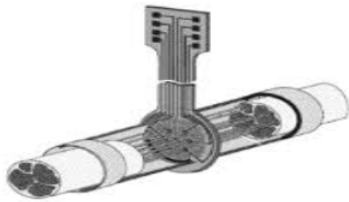


Figura 2: Esquema de un electrodo regenerativo. Se observa como las fibras nerviosas del nervio seccionado crecen a través de los orificios del electrodo encerrado en un nodo guía

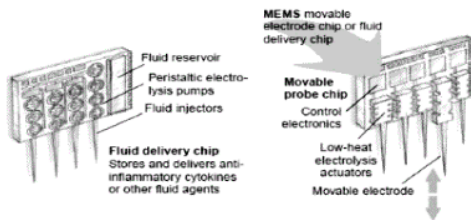


Figura 3: Arreglo de electrodos autoajustables con actuadores que utilizan electrolisis para el desplazamiento de los electrodos. Además permiten la liberación de citoquinas antiinflamatorias con bombas peristálticas de electrolisis.

*La ubicación inadecuada de los electrodos durante el procedimiento de inserción o la pérdida de calidad de la señal debida al*

*movimiento del electrodo en la corteza (producido por la respiración, los cambios en la presión sanguínea o el encogimiento del cerebro) han llevado al desarrollo de electrodos ajustables.*

*Estos permitirían aumentar la calidad de la señal registrada, aislar o buscar grupos celulares particulares e incrementar la estabilidad y la vida útil de los implantes crónicos.*

*Una vez se ha realizado la extracción de las características especiales de las señales bioeléctricas registradas, se requiere de una etapa adicional que permita traducir estas características a los comandos del dispositivo encargado de realizar la orden del paciente.*

*Estos algoritmos pueden usar tanto métodos lineales (análisis estadísticos clásicos) como no lineales (redes neuronales). Un algoritmo eficaz debe adaptarse al usuario en tres niveles:*

1. *El algoritmo se adapta a las características de un paciente nuevo*
2. *Ajustes periódicos para reducir el impacto de las variaciones espontáneas debidas a niveles hormonales, medio ambiente, fatiga, enfermedades, entre otras.*
3. *El tercer nivel acomoda las capacidades adaptativas del cerebro ante los resultados obtenidos con cada acción de la interfaz.* [Garcia 2007]

*Cabe señalar que las redes neuronales utilizadas en el chip permiten el procesamiento de datos de manera natural mientras que el algoritmo aprende y evoluciona para ser más eficiente.*

## 6. Método

Para la captura de procesamiento de señales en el cerebro, utilizaremos un registrador de señales de ELECTROCORTICOGRAFÍA de alta densidad (ECOG) de 50

participantes que se sometieron a monitoreo intracraneal para el dominio de otro idioma mientras visualizaban un objeto en un contexto y hablaban se auto corregían al pronunciar varias oraciones en distintos idiomas en voz alta. Por ejemplo, captura de imágenes de texto y audio.

Se realizará una presentación de imágenes con frases relacionadas en 4 idiomas (INGLÉS, ESPAÑOL, FRANCES, ALEMÁN) en donde se marcará con un color distintivo la imagen dominante en el contexto para crear una relación entre las frases y la imagen.

Los sujetos de prueba deberán leer estas frases y se realizara las correcciones para basarnos en el principio de aprendizaje basado en refuerzo. Para esto se hará un esquema análogo al que se utiliza en los dispositivos de narración para realizar los ajustes sobre la pronunciación. Es importante recalcar que se hará uso de una pronunciación básica.

Las redes neuronales permiten el procesamiento de datos de manera natural mientras que el algoritmo aprende y evoluciona para ser más eficiente. Utilizaremos el esquema de Google TRANSTALE para el aprendizaje de redes neuronales para la traducción no literales basadas en contexto ya que estas tienen mayor grado de similitud al lenguaje natural. Recalcar que existe ya valores aproximados entre el 50 y 80 de exactitud de estos algoritmos[Dic16]. Habrá redes neuronales convolucionales para la representación de la imagen y los significados correspondientes en varios idiomas es decir se hará una representación de imágenes de los objetos traducidos al idioma dominantes para tener una mayor facilidad al momento de procesarlas.

Se utilizará la información de todas las diferentes bases de datos de imágenes, traducciones y los algoritmos de RNA para crear un resultado natural de procesamiento del idioma. Por tanto, se brindará un potencial para aprender un nuevo idioma.

El aprendizaje de los idiomas depende del individuo, cada idioma que desea aprender

aparte de los que viene alojados en el chip lo puede realizar principalmente con la observación de videos en el idioma que desea aprender, porque el chip implantado tiene la función de autoaprendizaje.

La síntesis del procedimiento descrito anteriormente se puede ver en la imagen ver figura 4. Para la ejecución de las pruebas de funcionamiento del chip se realizó una división de un grupo de 100 sujetos de prueba entre los cuales el 50 % de ellos tenían el chip implantado. Se realizó talleres prácticos ejemplificando los métodos descritos en los procesos anteriores para el dominio de un idioma que se basan en la contextualización de imágenes y la traducción natural de frases. Se le dio un plazo de 3 semanas para que los sujetos puedan aprender idiomas viendo diferentes películas con subtítulos.

El resultado obtenido fue que un 50 % de las personas que no tenían el chip no pudieron traducir o entrar una posible respuesta a una frase e imagen en un contexto. Adicionalmente, el 80 % de los sujetos que no utilizaban el chip no pudieron traducir más de un idioma a la vez. Por otro lado, el 95 % de los sujetos que utilizaban el chip pudieron determinar con un porcentaje de ratio de éxito del 80 % cada una de las frases y el contexto en diferentes idiomas. En donde se evidencio que aquellas personas que utilizaban el chip y estuvieron más expuestos al aprendizaje utilizando películas obtuvieron una ratio de éxito superior 98 %. Evidenciando los resultados realizados en los laboratorios.

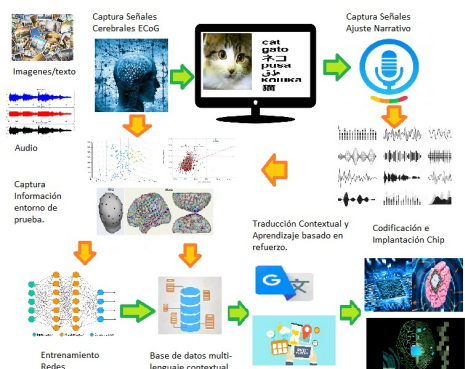


Figura 4: Descripción del método

## 7. Aplicaciones

Las interfaces neuronales también incluyen las aplicaciones relacionadas con los dispositivos de estimulación neuromuscular (FES systems) y cerebral (DBS systems) para la recuperación funcional, así como los dispositivos de obtención de la información sensorial que es llevada al cerebro para su interpretación cuando hay deficiencias en los órganos de los sentidos.[Garcia'2007].

Un implante de microchip en el cerebro humano para el dominio de idiomas sería la solución definitiva para todos aquellos que quieren dominar uno o varios idiomas con la ayuda de la inteligencia artificial, el objetivo de este implante(microchip) busca en su primera función crear, potenciar las funciones naturales que tiene el cerebro para el aprendizaje de una lengua extranjera, a más de esto el microchip contendrá información almacenada en una base de datos en la que tendrá referencia de 50 lenguas extranjeras.

El microchip tendrá conexiones a partir de una estimulación eléctrica, esta estimulación eléctrica estará directamente relacionada con el área de Broca y el área de Wernicke, que son las encargadas en el caso del área de Broca a ayudar a comunicar con precisión nuestras ideas a otros a través del habla y en el caso del área de Wernicke, que está ubicada en el lóbulo temporal, a procesar tanto el len-

guaje hablado como el escrito.

Finalmente, en su segunda función el microchip estará conectado vía estimulación eléctrica a los lóbulos temporales se encuentran detrás de los ojos, debajo de las sienes, y que guardarán nuestra memoria a corto y largo plazo en base a esta conexión el cerebro será capaz de acceder a la información guardada en el microchip para de esa manera y sin la necesidad previa de un desgaste cognitivo(aprendizaje) acceder al idioma que queremos entender.

## 8. Discusión

En el presente trabajo hemos demostrado que, utilizando fibras flexibles biocompatibles, electrodos e implantes es posible potenciar las funciones naturales que tiene el cerebro para facilitar el aprendizaje de una lengua extranjera. Estrategias previas fueron desarrolladas en los años 80's. Jose M. R. Delgado fue uno de los principales científicos pioneros en el uso de implantes cerebrales cuyo trabajo e investigaciones, por un largo tiempo desestimadas y criticadas, dieron paso a la creación de procedimientos quirúrgicos en conjunto con electrodos como tratamientos efectivos para personas con desordenes como la distonía y La enfermedad de Parkinson[Hor05].

Electrodos eran implantados en animales en regiones del sistema límbico; estos producían diferentes estímulos y permitan regular emociones por ejemplo el miedo, ira, lujuria, hilaridad, y otras reacciones. En sus investigaciones estudio regiones neuronales para inhibir la agresión[Hor05].

En contraste en el presente trabajo, se hace referencia al uso de electrodos, encargados de capturar la actividad bioeléctrica más no de generar descargar eléctricas. Adicionalmente, debido a los desarrollos tecnológicos ha sido posible la miniaturización de estos componentes es por eso que su tamaño será tan



pequeño como el de un filamento de cabello. Adicionalmente, la implantación o pruebas sobre animales no será tan extrema como las investigaciones de esa época.



Figura 5: Caroline Delgado, monitorización y lecturas encefalografías de un mono[Hor05]

Para el aprendizaje de una lengua extranjera se plantea el uso de dispositivos de percepción. Por ejemplo, implantes cocleares que se han desarrollado para ayudar a personas con algún tipo de discapacidad auditiva. Revisaremos sus efectos producidos por la discriminación del lugar del electrodo del nivel de estímulo en la identificación de sílabas. Kevin h. Franck y otros en el artículo “Effects of Stimulus Level on Speech Perception with Cochlear Prostheses”, sugiere que algunos efectos de los estímulos eléctricos en la identificación de la silabas, varían en aproximadamente en un 50 %, mostrando un incremento el rendimiento general de la funciones de identificación; estos resultados sugieren que se debe realizar un mayor trabajo en la optimización de los procesadores de lenguaje y de esta manera mejorar el rendimiento de este dispositivo de percepción[FXP03]. Por tanto, se buscará una solución alternativa basada en los principios de percepción computacional tomando ventaja del uso de la capacidad de procesamiento del microchip en el cerebro. Para esto se hará énfasis en el trabajo de Edward F. Chang y otros en su artículo “Speech synthesis from neural decoding of spoken sentences”.

Este trabajo se centra en el uso de la tecnología sobre la actividad neuronal en el habla. Decodificar el habla es un desafío ya que

este requiere de un control multidimensional muy preciso. Entonces mediante el uso de redes neuronales que decodifican la información capturada de la actividad cortical en conjunto con los canales articulares y tracto vocal es posible crear representaciones acústicas del habla[ACC19]. Estas representaciones serán tratadas y procesadas por el micro chip para poder transcribir fácilmente un discurso de forma natural. En nuestro caso tomaremos ventaja de la IA ya que las codificaciones de los algoritmos de aprendizaje automático vendrán contenidos en el microchip el cual en conjunto con la base de información puede crear traducciones en tiempo real. A continuación se muestra un ejemplo de cómo funciona este proceso.

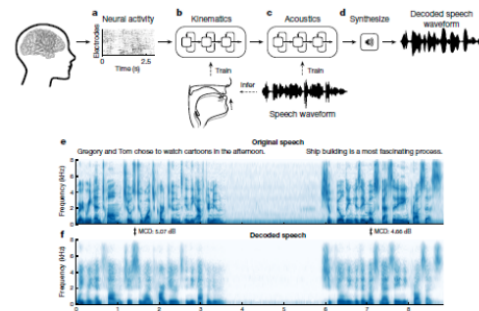


Figura 6: Descripción del método, representaciones acústicas del habla[ACC19]

## 9. Trabajo futuro

Las implantaciones de micro chips en el cerebro tienen muchos beneficios generalmente aquellos relacionado con el mejorar la capacidad de procesamiento. Es decir, se busca potenciar los procesamientos cognitivos mediante el uso de eco sistemas de implantes y llevar estos dispositivos hacia esquemas de actualizaciones de firmware automáticas. Entonces se pueden presentar dilemas éticos relacionados con el uso de estos dispositivos; por ejemplo, que sucedería si estos micro chips tienen una capacidad de influenciar so-



bre las decisiones que toma una persona. Los criterios relacionados con el control o influencia mental son:

- ⊗ Resultado: Una alteración directa en alguna función del cerebro puede dar como resultado un cambio de comportamiento en el sujeto.
- ⊗ Consentimiento: Los cambios de comportamiento no necesariamente deben estar en contra de la voluntad expresada del paciente. Se hizo un cambio en un proceso mental sin el consentimiento del sujeto.
- ⊗ Intención: El cambio de comportamiento puede ser con un objetivo específico buscando el control del DBS.

*En resumen, el control mental puede alterar el comportamiento de una persona de manera observable, sin el consentimiento y generalmente debe ser promulgado para un propósito[KO14]. En el futuro se pretende abordar esta problemática utilizando esquemas de encriptación e identificación biométrica para los algoritmos codificados en estos dispositivos.*

## 10. Conclusiones

Uno de los “atajos”, cuenta, a los que acuden los algoritmos para enriquecer su proceso de adquisición de conocimientos es el de buscar con otras lentes, en lugares a los que no estamos habituados a acudir. Traducido a herramientas concretas que las personas pueden

utilizar: “En vez de Google para buscar información, podemos usar YouTube para aprender sobre un determinado tema. O acudir a la opción ‘Imágenes’ de Google, que a menudo se descarta, y eso es un gran error porque está lleno infografías, mapas mentales y esquemas que pueden llevar a aprender sobre un determinado tema 10 veces más rápido que con la metodología de lectura tradicional”. La necesidad de reinventarse cada pocos años exige un aprendizaje permanente, más allá del final de una carrera, para una sociedad que no está habituada a hacerlo. Se trata de un terreno donde las novedades que parecen salidas de un libro de ciencia ficción están a la orden del día.

“Imagínense que es posible meter un chip en su cerebro. Y que con ese chip ahora saben algo que antes no sabían. Con ese chip aprendieron algo nuevo: el texto completo de Romeo y Julieta, los átomos de la tabla periódica, lo que quieran. Imagínense ahora que tienen su cerebro conectado por un cablecito (o por wifi, si prefieren) al cerebro de otra persona. Y que mientras ese otro cerebro aprende algo se lo pasa a usted en tiempo real. Los dos cerebros, en red, aprenden lo mismo. “Parece futurología, pero no lo es, de hecho, ambas técnicas ya tienen varios años”.

El sistema aún puede cometer errores que un traductor humano profesional no pasaría por alto, pero al tratarse de tecnología basada en Inteligencia Artificial y redes neuronales sabemos que irá mejorando a medida que más personas la utilicen ya que, al igual que otras tecnologías basadas en IA, nuestro trabajo va mejorando progresivamente al tiempo que adquieren más “experiencia”.

## Referencias

- [FXP03] Kevin H Franck, Li Xu y Bryan E Pfingst. “Effects of stimulus level on speech perception with cochlear prostheses”. En: *Journal of the Association for Research in Otolaryngology* 4.1 (2003), págs. 49-59.
- [Hor05] John Horgan. “The forgotten era of brain chips”. En: *Scientific American* 293.4 (2005), págs. 66-73.
- [Tan10] Anton Tan Desney S. y Nijholt. *Interfaces cerebro-computadora: aplicando nuestras mentes a la interacción humano-computadora*. Springer Science Business Media, 2010. URL: [https://books.google.com.ec/books?id=AOWyNvgWkb8C&pg=PA56&lpg=PA56&dq=Krepki+%20et+%20al+%20+2007%20source%20=%20b1%20&%20ots%20=%20Nvdtiv5N\\_p%20&%20sig%20=%20ACfU3U3CDbQGplUcEw28ke](https://books.google.com.ec/books?id=AOWyNvgWkb8C&pg=PA56&lpg=PA56&dq=Krepki+%20et+%20al+%20+2007%20source%20=%20b1%20&%20ots%20=%20Nvdtiv5N_p%20&%20sig%20=%20ACfU3U3CDbQGplUcEw28ke).
- [KO14] Andrew Koivuniemi y Kevin Otto. “When “altering brain function” becomes “mind control””. En: *Frontiers in systems neuroscience* 8 (2014), pág. 202.
- [Gar15] Álvaro García. *UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR PROYECTO FIN DE CARRERA DISEÑO DE INTERFACES CEREBRO-MÁQUINA CONTROLADOS MEDIANTE REGISTROS DE EEG*. 2015. URL: <http://arantxa.ii.uam.es/~jms/%20pfcsteleco%20/%20lecturas%20/%2020150203AlvaroMoranGarcia.pdf>.
- [CAM16] SEBASTIÁN CAMPANARIO. *Chips para implantar conocimientos ya no son ciencia ficción*. Jul. de 2016. URL: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-16647006>.
- [dic16] Jose Angel dice. *Google Translate mejora estrenando red neuronal*. Nov. de 2016. URL: <https://elandroidelibre.elespanol.com/2016/11/google-translate-red-neuronal.html>.
- [Mus17] Elon Musk. *¿Qué tan cerca estamos de la interfaz computadora-cerebro de Elon Musk?* Abr. de 2017. URL: <https://expansion.mx/tecnologia/2017/04/12/que-tan-cerca-%20estamos-de-la-interfaz-computadora-cerebro-de-elon-musk>.
- [Cas18] Alicia Urquilla Castaneda. “El impacto de los implantes de los microchips en los Estados Unidos.¿ Esclavitud o beneficio?” En: *Realidad y Reflexión* (2018), págs. 108-121.
- [ACC19] Gopala K Anumanchipalli, Josh Chartier y Edward F Chang. “Speech synthesis from neural decoding of spoken sentences”. En: *Nature* 568.7753 (2019), págs. 493-498.
- [Cla19] Clarín.com. *Implantarse un chip en el cerebro para una computadora, la nueva iniciativa de Elon Musk*. Jun. de 2019. URL: [https://www.clarin.com/tecnologia/implantarse-chip-cerebro%20-conectarse-computadoras-nueva-iniciativa-elon-musk\\_0\\_qcnLgvLjc.html](https://www.clarin.com/tecnologia/implantarse-chip-cerebro%20-conectarse-computadoras-nueva-iniciativa-elon-musk_0_qcnLgvLjc.html).
- [Mus19] Elon Musk. *Elon Musk y el microchip que busca unir los cerebros con computadoras*. 2019. URL: <https://www.milenio.com/virales/elon-musk-microchip-busca-unir-cerebros-computadoras>.

## Artículos

- [FXP03] Kevin H Franck, Li Xu y Bryan E Pfingst. “Effects of stimulus level on speech perception with cochlear prostheses”. En: *Journal of the Association for Research in Otolaryngology* 4.1 (2003), págs. 49-59.
- [Hor05] John Horgan. “The forgotten era of brain chips”. En: *Scientific American* 293.4 (2005), págs. 66-73.
- [KO14] Andrew Koivuniemi y Kevin Otto. “When “altering brain function” becomes “mind control””. En: *Frontiers in systems neuroscience* 8 (2014), pág. 202.
- [Cas18] Alicia Urquilla Castaneda. “El impacto de los implantes de los microchips en los Estados Unidos.¿ Esclavitud o beneficio?” En: *Realidad y Reflexión* (2018), págs. 108-121.
- [ACC19] Gopala K Anumanchipalli, Josh Chartier y Edward F Chang. “Speech synthesis from neural decoding of spoken sentences”. En: *Nature* 568.7753 (2019), págs. 493-498.

## Libros

- [Tan10] Anton Tan Desney S. y Nijholt. *Interfaces cerebro-computadora: aplicando nuestras mentes a la interacción humano-computadora*. Springer Science Business Media, 2010. URL: [https://books.google.com.ec/books?id=AOWyNvgWkb8C&pg=PA56&lpg=PA56&dq=Krepki+%20et+%20al+%20+202007+%20&%20source%20=%20bl+%20&%20ots%20=%20Nvdtiv5N\\_p%20&%20sig%20=%20ACfU3U3CDbQGplUcEw28ke](https://books.google.com.ec/books?id=AOWyNvgWkb8C&pg=PA56&lpg=PA56&dq=Krepki+%20et+%20al+%20+202007+%20&%20source%20=%20bl+%20&%20ots%20=%20Nvdtiv5N_p%20&%20sig%20=%20ACfU3U3CDbQGplUcEw28ke).
- [Gar15] Álvaro García. *UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR PROYECTO FIN DE CARRERA DISEÑO DE INTERFACES CEREBRO-MÁQUINA CONTROLADOS MEDIANTE REGISTROS DE EEG*. 2015. URL: <http://arantxa.ii.uam.es/~jms/%20pfcsteleco%20/%20lecturas%20/%2020150203AlvaroMoranGarcia.pdf>.

## Otras Fuentes

- [CAM16] SEBASTIÁN CAMPANARIO. *Chips para implantar conocimientos ya no son ciencia ficción*. Jul. de 2016. URL: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-16647006>.
- [dic16] Jose Angel dice. *Google Translate mejora estrenando red neuronal*. Nov. de 2016. URL: <https://elandroidelibre.lespanol.com/2016/11/google-translate-red-neuronal.html>.
- [Mus17] Elon Musk. *¿Qué tan cerca estamos de la interfaz computadora-cerebro de Elon Musk?* Abr. de 2017. URL: <https://expansion.mx/tecnologia/2017/04/12/que-tan-cerca-%20estamos-de-la-interfaz-computadora-cerebro-de-elon-musk>.

- [Cla19] Clarín.com. *Implantarse un chip en el cerebro para una computadora, la nueva iniciativa de Elon Musk*. Jun. de 2019. URL: [https://www.clarin.com/tecnologia/implantarse-chip-cerebro%20-conectarse-computadoras-nueva-iniciativa-elon-musk\\_0\\_qcnLgvLjc.html](https://www.clarin.com/tecnologia/implantarse-chip-cerebro%20-conectarse-computadoras-nueva-iniciativa-elon-musk_0_qcnLgvLjc.html).
- [Mus19] Elon Musk. *Elon Musk y el microchip que busca unir los cerebros con computadoras*. 2019. URL: <https://www.milenio.com/virales/elon-musk-microchip-busca-unir-cerebros-computadoras>.

	Sí	No	A veces
Todos los miembros se han integrado al trabajo del grupo	X		
Todos los miembros participan activamente	X		
Todos los miembros respetan otras ideas aportadas	X		
Todos los miembros participan en la elaboración del informe	X		
Me he preocupado por realizar un trabajo cooperativo con mis compañeros	X		
Señala si consideras que algún aspecto del trabajo en grupo no ha sido adecuado		X	

Figura 7: Tabla de valoración individual

Documento Latex <https://www.overleaf.com/project/5eee9ba34264200001bfa597>