

SEMILLA 14 - Ampliando el cerebro. Más allá de la última frontera.

0. DATOS DE CONTACTO

0.1 Apellidos y nombre

Grupo de Investigación Neurociencia del Bienestar: Durán García, Emilio; Amores Carrera, Laura; Martín Monzón, Isabel María; Samaniego Sancho, Daniela, Ocaña Campos, Francisco Manuel.

0.2 Correo electrónico: durang@us.es

0.3 Déjanos conocerte un poco a través de tu participación en páginas web, blogs, redes sociales, etc.

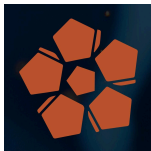
0.4 ¿Cuál es tu formación y en qué institución trabajas?

El autor de contacto* es Licenciado en Psicología por la Universidad de Sevilla, Doctor en Psicología por la Universidad de Sevilla y Profesor Titular del Área de Psicobiología en la Universidad de Sevilla. El resto del equipo son Psicólogos (2), Biólogos (1) y Psicopedagogos (1). Todos son miembros del grupo de investigación Neurociencia del Bienestar.

*Emilio Durán García.

0.5 Género: Hombre

0.6 Rango de edades: 51 – 60 años



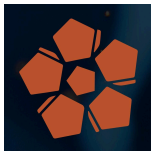
1. DIMENSIÓN ESENCIAL

1.1 Nombre de la semilla

Ampliando el cerebro. Más allá de la última frontera.

1.2 Resumen de la semilla

En las últimas décadas, los avances en el campo de la Neurotecnología, una rama de las Neurociencias, han experimentado un gran desarrollo. El objetivo principal de esta disciplina está dirigido a la comprensión del cerebro como interfaz que nos permite relacionarnos con el medio, pero a través del desarrollo de tecnologías que permitan visualizar sus procesos e, incluso, controlar, reparar o mejorar sus funciones. Para la visualización de la función cerebral disponemos de una gran variedad de técnicas de registro, algunas de ellas no invasivas como la electroencefalografía (EEG), la resonancia magnética funcional (IRMf) o la espectroscopia funcional de infrarrojo cercano (fNIRS), y otras invasivas como la implantación intracraneal de microelectrodos. El conocimiento cada vez más profundo en el ámbito de las Neurociencias nos está permitiendo en los últimos años, no sólo leer las señales del cerebro, sino también modular, modificar o aprovechar su mensaje. Así, disponemos ahora de diferentes técnicas que nos permiten manipular regiones específicas del cerebro mediante estimulación eléctrica como son la estimulación eléctrica transcraneal (tES), la estimulación magnética transcraneal (TMS) o la estimulación cerebral profunda (DBS); técnicas que han probado su eficacia en la mejora de algunas funciones cognitivas y de enfermedades. Pero, probablemente, el mejor indicador del alto grado de conocimiento sobre el funcionamiento de nuestro sistema nervioso sea el desarrollo de Neurotecnologías como las interfaces cerebro-computadora (BCI, por sus siglas en inglés). Las BCI son sistemas avanzados que permiten la comunicación directa entre el cerebro humano y un dispositivo externo, como una computadora o una prótesis. Este tipo de tecnologías ha emergido en las últimas décadas como una de las más prometedoras para la clínica y otros campos. Al captar y procesar las señales eléctricas emitidas por las neuronas, las BCI ofrecen una vía para rehabilitar conductas afectadas, como la comunicación o el movimiento, en personas con discapacidades severas. Por ejemplo, a través de las BCI, personas con parálisis o lesiones en la médula espinal pueden controlar dispositivos robóticos o prótesis con sólo pensar en el movimiento que desean realizar. También, en personas con accidente cerebrovascular o lesión cerebral traumática, las BCI pueden facilitar la reactivación de áreas cerebrales dañadas y promover la neuroplasticidad, a través de ejercicios de estimulación cerebral. Ajeno al ámbito de la clínica, las BCI está revolucionando notablemente diferentes sectores como el de la industria del entretenimiento (videojuegos, permitiendo que los jugadores interactúen con el entorno del juego solo mediante su actividad cerebral) o el



sector de la seguridad (autenticación biométrica mediante el uso de patrones cerebrales únicos como forma de identificación), y abre la puerta al desarrollo de dispositivos de “comunicación metal” que permitan enviar pensamientos, ideas o sentimientos a través de una red neuronal digital.

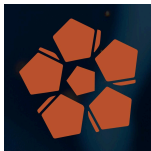
En resumen, el desarrollo de estas interfaces no solo supone un reto técnico, sino también un desafío en términos de comprensión de nuestro sistema nervioso o de la adaptación de los sistemas computacionales a las complejidades del cerebro humano. Este enfoque expande la capacidad del cerebro para interactuar con el entorno a través de la integración entre lo biológico y lo artificial. Las BCI están cambiando la forma en que nos relacionamos con las máquinas, abriendo nuevas posibilidades para el futuro de la humanidad, pero abriendo, al mismo tiempo, un intenso debate sobre las implicaciones éticas de estas Neurotecnologías.

1.3 Metáfora. *¿Existe alguna metáfora que ayude a explicar de forma más intuitiva esta semilla? Algún texto imaginativo puede llegar a inspirar tanto como una poesía.*

La metáfora estaría basada en el concepto de "El hombre máquina" de La Mettrie, quien veía al ser humano como una máquina compleja en la que mente y cuerpo operan según principios mecánicos, con el cerebro funcionando como el motor central que genera impulsos eléctricos que controlan tanto las funciones físicas como las mentales. En este sentido, las interfaces cerebro-computadora (BCI) actúan como el puente tecnológico entre esta máquina biológica y el mundo externo. Así como un director de orquesta coordina a sus músicos, el cerebro guía las señales neuronales, mientras que las BCI conectan esos impulsos con dispositivos tecnológicos, ampliando las capacidades del cerebro para interactuar con el entorno. La neurotecnología refuerza esta conexión al permitir que el cerebro no sólo regule sus funciones internas, sino que también controle máquinas externas. De esta manera, el concepto de "El hombre máquina" se convierte en una representación contemporánea de cómo las BCI integran lo biológico con lo artificial, borrando las fronteras entre lo humano y lo mecánico y creando una simbiosis perfecta entre cuerpo, mente y tecnología.

1.4 Palabras clave (separadas por comas)

(En inglés). Neural networks, Brain signals, Neuroplasticity, Neurostimulation, Neurofeedback, Neural modulation, Brain-Computer Interface (BCI), Machine learning, Artificial Intelligence.



1.5 Campo científico (general)

Neurociencia

1.6 Subcampo científico (específico)

Neurotecnología

1.7 Recursos (Archivos)

El contenido relacionado con la neurotecnología incluye imágenes de actividad cerebral obtenidas mediante técnicas como la resonancia magnética funcional (RMf), la tomografía por emisión de positrones (PET) y la tomografía axial computarizada (TAC), así como representaciones de redes neuronales y dispositivos avanzados como las interfaces cerebro-computadora (BCI) y el electroencefalograma (EEG). También se incluyen vídeos demostrativos y documentales que exploran el impacto de la neurotecnología en la salud mental y en el ámbito clínico. Además, se presentan grabaciones de ondas cerebrales transformadas en sonidos, así como entrevistas con expertos en el campo. El contenido abarca, asimismo, estudios científicos sobre las BCI, la neuroplasticidad y la interacción entre la mente y la tecnología, complementados con gráficos y visualizaciones interactivas que ilustran la actividad neuronal y su relación con diversos estados corporales.

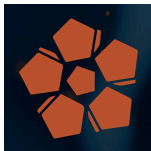
1.8 Recursos (Links)

<https://theconversation.com/de-las-ondas-alfa-a-las-interfaces-cerebro-maquina-el-auge-de-las-neurotecnologias-201011>

<https://www.youtube.com/watch?v=6QcY7v9Kio4>

<https://www.youtube.com/watch?v=FR7X2s0yZTY>

<https://www.youtube.com/watch?v=jdynP-ZFDNA>



2. DIMENSIONES ADICIONALES

2.1 DIMENSIÓN SINESTÉSICA

Esta dimensión busca asociar ciertas características sensoriales a la semilla.

2.1.1 ¿Qué colores te sugiere esta semilla?

El azul eléctrico podría simbolizar la precisión y energía de los impulsos cerebrales, mientras que el verde neón reflejaría la neuroplasticidad y la interacción entre el cerebro y la tecnología. Los colores cálidos como el naranja y el rojo destacarían la actividad cerebral, las emociones y ciertos estados corporales. El blanco y el plateado sugerirían claridad y sofisticación en la comunicación cerebro-tecnología, mientras que el negro resaltaría lo desconocido del cerebro. Finalmente, el amarillo, representaría la activación cerebral y la conexión cerebro-tecnología.

2.1.2 ¿Qué sonidos o música te inspira esta semilla?

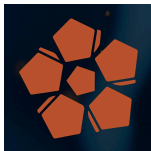
La música combinaría sonidos electrónicos y orgánicos para representar la interacción entre el cerebro y la tecnología. Se utilizarían efectos y pulsos que imitan la actividad neuronal, junto con instrumentos clásicos mezclados con elementos digitales, creando una fusión entre lo humano y lo tecnológico.

2.1.3 ¿Qué aromas asociarías a esta semilla?

Los aromas podrían combinarse para evocar una experiencia sensorial que refleje la interacción entre la tecnología y la mente. Aromas metálicos y a ozono sugerirían la presencia de dispositivos de neurotecnología, mientras que olores frescos como el eucalipto o el aire de mar simbolizarían claridad mental y estimulación cognitiva.

2.1.4 ¿Qué sabores te evoca esta semilla?

Sabores metálicos y salados representarían la presencia de tecnología, mientras que los sabores especiados, como el jengibre y el cardamomo, evocarían el dinamismo entre las conexiones cerebro-tecnología. Los sabores suaves y cremosos podrían transmitir la organicidad del cerebro.



2.2 DIMENSIÓN EMOCIONAL

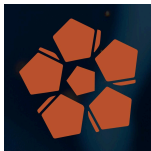
Esta dimensión busca explorar el significado personal de la semilla.

2.2.1 ¿Cuál fue tu motivación para dedicarte a este ámbito de la investigación? ¿Qué motivos personales te llevan a sugerir esta semilla?

La motivación no es una, sino que es poliédrica. Varias facetas determinan este proceso de investigación. Por un lado, el mero hecho de satisfacer el ansia de conocimiento sobre las bases neurobiológicas de la percepción y la acción de los humanos, como complejos adaptativos que somos. Por otro lado, el humilde interés en reducir el sufrimiento humano. Dejando aparte las fuentes de sufrimiento naturales como accidentes, enfermedades y otros reveses que acontecen a lo largo de la vida, el ser humano, como sociedad y también como particular, se empeña, sobre todo en estos últimos tiempos, en abrazar hábitos insanos y deshacerse de los saludables. En esta sociedad del vértigo y lo inmediato, cada vez son más las personas que padecen trastornos relacionados con el estrés, la depresión, o la ansiedad y otras condiciones como enfermedades cardiovasculares, trastornos del sueño. En este contexto, el desarrollo de Neuroterapias, BCIs en este caso, como el Neurofeedback basado en la señal electroencefalográfica, o el Biofeedback basado en la variabilidad de la frecuencia cardíaca, constituyen aportaciones efectivas a la hora de mitigar todas esas patologías típicas de los trastornos afectivos. Por último, y como es obvio, la naturaleza de este ámbito de la investigación suscita actualmente un intensísimo debate desde el punto de vista ético que resulta ineludible y necesario para atajar cualquier “avance científico” que vaya en contra del último reducto de nuestra individualidad como es nuestro propio pensamiento. Contribuir en este debate supone una alta motivación.

2.2.2 ¿Qué reflexiones metafísicas te provoca esta semilla?

En otro plano ya más filosófico, el desarrollo y uso de BCIs y otras Neurotecnologías que, claramente, van más allá de lo estrictamente natural, suponen la aparición de nuevos retos intelectuales que pueden arrojar luz al conocimiento de la naturaleza humana. Está claro que, como expresamos con el título de la semilla, con el desarrollo de estas Neurotecnologías estamos yendo “más allá de la última frontera” de lo natural. Este hecho suscita nuevas e inquietantes reflexiones en torno a nuestra propia entidad ontogénica. ¿Qué es el hombre ahora? ¿Quiénes somos ahora? ¿Aquellos que estamos dejando de ser, que éramos, o la nueva realidad expandida que estamos empezando a ser? De momento, desde un punto de vista biológico, genético, seguimos siendo la misma especie. Pero estamos, por primera vez, en un momento de la historia de la vida en la que una especie natural está generando una especie artificial. ¿Es el principio del fin de la Evolución por Selección Natural que dará paso a la Evolución por Selección Artificial?



2.2.3 ¿Qué reflexiones o retos éticos asociarías a esta semilla?

La neurotecnología enfrenta retos éticos significativos debido a su capacidad para interactuar con el cerebro humano, un órgano central para nuestra identidad y autonomía. Uno de los principales desafíos es proteger la privacidad de los datos cerebrales, ya que estas tecnologías pueden revelar información sensible sobre pensamientos y emociones, exponiéndola a posibles usos indebidos en publicidad o control social. La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha destacado la importancia de proteger la autonomía y garantizar el consentimiento informado, especialmente en intervenciones experimentales, donde los usuarios deben comprender plenamente los riesgos y beneficios.

Otro reto clave es el acceso equitativo, ya que el alto costo de estas tecnologías podría limitar su disponibilidad a ciertos sectores, exacerbando desigualdades en salud. Esto es especialmente relevante en el caso de aplicaciones clínicas o terapéuticas que prometen mejoras cognitivas o tratamientos personalizados. Además, el uso de la neurotecnología fuera del ámbito médico, como en contextos laborales o militares, plantea riesgos de manipulación y pérdida de autonomía personal. Asimismo, la posibilidad de alterar la actividad cerebral podría impactar la percepción de la identidad personal, cuestionando cómo definimos nuestra humanidad y qué límites debemos establecer.

En un contexto global, la falta de marcos regulatorios sólidos que guíen el desarrollo y uso ético de estas tecnologías subraya la necesidad de establecer “neuroderechos” que protejan la privacidad mental, promuevan la equidad y aseguren que el progreso científico se enfoque en el bienestar común, tal como defiende la OMS en su llamado a priorizar el uso seguro y ético de las tecnologías en salud.

2.2.4 ¿Qué dimensiones estéticas te sugiere esta semilla?

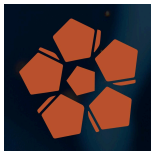
Esta semilla sugeriría una estética dinámica y multisensorial, donde la interacción entre el cerebro humano y las máquinas se manifestaría a través de colores, luces y sonidos que corresponderían a la actividad neuronal, y la interacción cerebro-tecnología.

2.3 DIMENSIÓN PROCEDIMENTAL

Esta dimensión busca explorar los procesos científicos que suelen seguirse al investigar este tópico.

2.3.1 Descripción del proceso de investigación

La investigación en neurotecnología fusiona neurociencia, ingeniería y tecnología avanzada para estudiar, medir y modificar la actividad cerebral. El proceso comienza con la revisión de estudios previos y la formulación de



hipótesis, seguidos del uso de técnicas como la resonancia magnética funcional (RMf), la magnetoencefalografía (MEG), y la electroencefalografía (EEG), la estimulación eléctrica transcraneal (tES), la estimulación magnética transcraneal (TMS) o la estimulación cerebral profunda (DBS) para observar los procesos cerebrales en tiempo real. A continuación, se desarrollan y prueban dispositivos como las interfaces cerebro-computadora en entornos controlados para garantizar su eficacia y seguridad, utilizando modelos animales o humanos para monitorear respuestas cerebrales y variables fisiológicas. Los avances tecnológicos mejoran la precisión de estos dispositivos, lo que permite terapias personalizadas y nuevas formas de interacción humano-computadora. Este ciclo de investigación, desarrollo y pruebas se retroalimenta con hallazgos prácticos y clínicos, impulsando la mejora continua de aplicaciones médicas y tecnológicas.

2.3.2 Diagrama del proceso de investigación

2.3.3 Enlace al vídeo descriptivo del proceso

2.3.4 ¿Qué herramientas se suelen utilizar en este ámbito de investigación? Ya sean instrumentos, tecnologías, hardware o software.

Resonancia magnética (RM)
Electroencefalografía (EEG)
Equipo de bio/neurofeedback
Interfaces cerebro-ordenador
Modelos de redes neuronales artificiales
Realidad virtual y realidad aumentada

3. SUGERENCIAS PERSONALES

Dado que esta semilla propone la simbiosis entre el cerebro y la máquina, se podrían fusionar elementos viscerales, como tejidos biológicos, imágenes de cerebros y elementos metálicos, robóticos, industriales, mecánicos, sintéticos.

4. IMPLICACIÓN DEL CIENTÍFIC@ EN EL EQUIPO CREATIVO

4.1 ¿Qué papel te gustaría tener en el proceso de co-creación de la obra SciArt?

Participar puntualmente en la discusión conceptual y co-creación de la obra.