



**UNIVERSIDAD  
DE GRANADA**

# **Interfaces de usuario cerebrales**

Computación Ubicua e Inteligencia Ambiental

**Ángela Izquierdo García**

# Índice

1. Breve recordatorio sobre el concepto de interfaz --- 1
2. Tipos de interfaces --- 1
3. Interfaces manejadas con el cerebro --- 5
4. Principios fundamentales y bases --- 6
5. Breve recapitulación histórica --- 6
6. ¿Cómo se aborda actualmente? Distintos tipos de técnicas. --- 6
7. Abordaje de investigación y experimentos para el desarrollo --- 8
8. Ventajas --- 9
9. Desventajas y riesgos --- 10
10. Panorama actual --- 11
11. Conclusión --- 12
12. Bibliografía --- 13

# Interfaces de usuario manejadas con la mente

## Breve recordatorio sobre el concepto de interfaz

Una **interfaz de usuario** es el medio por el cual una persona controla una aplicación de software o dispositivo de hardware. Esto significa que el programa incluye controles gráficos que **optimizan la experiencia de usuario** ya sea desde el teclado, desde un ratón o pulsando unos botones.

Normalmente, incluye **diseños intuitivos** que hacen que los clientes puedan manejarse fácilmente sin un aprendizaje previo y favorece la interacción inmediata del usuario con la aplicación.

Por ejemplo, los **sistemas operativos** Macintosh y Windows tienen diferentes interfaces de usuario pero comparten muchos de los mismos elementos, como un escritorio, ventanas o iconos. Estos elementos comunes hacen posible que las personas utilicen cualquiera de estos sistemas operativos **sin tener que aprender completamente esa interfaz**.

Del mismo modo, los programas como los procesadores de texto y los navegadores web tienen interfaces bastante similares, lo que proporciona una **experiencia de usuario consistente entre varios programas**.

## Tipos de interfaces

Los tipos de interfaces de usuario que encontramos son:

### 1. Interfaz de lenguaje natural

Las interfaces de lenguaje natural permite la comunicación entre humanos y máquinas en un lenguaje cotidiano o natural. Es decir, no se requieren habilidades especiales del usuario para controlarla. Un ejemplo es **Alexa**, que cuenta con un software basado en modelos acústicos y del lenguaje.

### 2. Interfaz de preguntas y respuestas

En ella la computadora muestra en la pantalla una pregunta al usuario. Para interactuar, el usuario ingresa una respuesta (a través de un golpe de teclado o un

clic del mouse), y la computadora actúa sobre esa información de entrada de una manera preprogramada, generalmente pasando a la siguiente pregunta.

### **3. Interfaz gráfica de usuario**

La interfaz gráfica de usuario, conocida también como GUI (del inglés graphical user interface), utiliza imágenes, iconos y menús para mostrar las acciones disponibles en un dispositivo, entre las que el usuario puede escoger una o varias.

### **4. Interfaz manejada con la mente**

Sobre esta interfaz realizaremos el trabajo.

# Interfaces manejadas con el cerebro

## Introducción

Los sistemas BCI (*Brain-Computer Interface*) nos permiten **controlar dispositivos digitales con la mente**, como en una película de ciencia ficción. Probablemente, gracias a esta tecnología, algún día conseguiremos que los cerebros de las personas intercambien información entre sí sin mediar palabra ni ningún otro medio físico de comunicación.

Son capaces de **traducir** las intenciones del usuario –sus pensamientos- en comandos de control para dispositivos electrónicos. O, lo que es lo mismo, una tecnología que nos permite **interactuar con el medio físico utilizando la mente**.

Se basa en **recoger e interpretar las señales que emite el cerebro humano**, y **transmitirlas** a una máquina, que está programada para ejecutar comandos asociados a dichas señales.

La **aplicación** más directa de esta tecnología se centra en la **sanidad**, y, más en concreto, en los ámbitos de la **rehabilitación** y de la **sustitución motora**. Sin embargo, las posibilidades que ofrece en distintos campos son inmensas, tanto en el **ocio** –los **videojuegos** son un terreno abonado para su utilización-, como en otros que están basados en acciones que pueden ser optimizadas estableciendo una relación más directa entre la mente y la máquina.

## Principios fundamentales y bases

El uso de dichas interfaces como su propio nombre indica, se basa en la **actividad del cerebro humano**, que se basa a su vez en las **neuronas**, las cuales emiten **señales eléctricas** cuando pensamos, sentimos o nos movemos. A través de la **electroencefalografía** (EEG) podemos recoger esa **actividad cerebral**, amplificarla y enviarla a un algoritmo de inteligencia artificial, que se encarga de **interpretarla**, y, en su caso, **traducirla** a una acción, como, por ejemplo, mover un brazo mecánico.

Los algoritmos utilizados por esta tecnología han sido **entrenados** para asociar la información que suministra el EEG con emociones, expresiones o acciones concretas, y para ejecutar un comando en consecuencia.

## Breve recapitulación histórica

Los BCI, a pesar de lo innovador de su planteamiento, **no son algo nuevo**. La primera vez que **fueron registradas ondas cerebrales** a través de técnicas EEG fue en **1924 por Hans Berger**, el inventor del encefalograma. Más tarde, en **1977**, se llevó a cabo con éxito el experimento de **mover un cursor** en una pantalla utilizando la actividad mental.

Posteriormente, en **1988**, Stevo Bozinovski, Mihail Sestakov y Liljana Bozinovska consiguen controlar el **movimiento de un objeto físico con el cerebro**, en concreto, un robot, al que hacen avanzar siguiendo una línea trazada en el suelo. Más recientemente, en **2017**, un hombre tetrapléjico, Rodrigo Hübner Mendes, consigue pilotar un coche de **fórmula 1** mediante un interfaz BCI.

## ¿Cómo se aborda actualmente? Distintos tipos de técnicas.

Podemos distinguir a la hora de diseñar dichas interfaces, distintos tipos de técnicas, técnicas invasivas y no invasivas , que explicaremos a continuación.

Las técnicas para **conectar** el cerebro humano a una máquina se diferencian en, por una parte, sí requieren **intervención quirúrgica** (invasiva) y exigen la instalación de algún tipo de **electrodo** u objeto similar dentro del cráneo, o si, por otra, se pueden **aplicar directamente** sin **ningún tipo de operación** (no invasiva).

El método más fácil y menos invasivo es un conjunto de electrodos, un dispositivo conocido como **electroencefalograma** (EEG), que se adhiere al cuero cabelludo, de esta manera los electrodos pueden leer señales cerebrales. Tienen la ventaja de que no implican ningún riesgo para el sujeto, pero, en cambio, presentan **limitaciones** en relación a su **efectividad**, dado que el **cráneo debilita y distorsiona** las **señales** procedentes de las neuronas.

Para obtener una señal de **mayor resolución**, los científicos pueden implantar electrodos directamente en la materia gris del cerebro mismo, o en la superficie del cerebro, **debajo del cráneo**. Esto claramente son técnicas más **invasivas**. Esto permite una recepción mucho más directa de señales eléctricas y permite la colocación de electrodos en el área específica del cerebro donde se generan las señales apropiadas. Sin embargo, este enfoque tiene muchos problemas. Requiere **cirugía invasiva** para implantar los electrodos, y los dispositivos que quedan en el cerebro a **largo plazo** tienden a causar la formación de tejido cicatricial en la materia gris. Además, este **tejido cicatricial** finalmente bloquea las señales.

Independientemente de la ubicación de los electrodos, el mecanismo básico es el mismo: **los electrodos miden diferencias mínimas en el voltaje entre neuronas**. Luego, la señal se **amplifica y filtra**. En los sistemas BCI actuales, luego se interpreta mediante un programa de ordenador.

En el caso de una BCI de **entrada sensorial**, la función ocurre a la inversa. Una computadora convierte una señal, como la de una cámara de video, en los voltajes necesarios para activar las neuronas. Las señales se envían a un implante en el área adecuada del cerebro, y si todo funciona correctamente, las neuronas se disparan y el sujeto recibe una imagen visual correspondiente a lo que ve la cámara.

Otra forma de medir la actividad cerebral es con una **imagen de resonancia magnética (IRM)**. Una máquina de resonancia magnética es un dispositivo enorme y complicado. Produce imágenes de muy alta resolución de la actividad cerebral, Los investigadores lo utilizan para obtener puntos de referencia para **ciertas funciones cerebrales o para mapear** en qué parte del cerebro se deben colocar los electrodos para medir una función específica. Por ejemplo, si los investigadores están intentando implantar electrodos que permitan a alguien controlar un brazo robótico con sus pensamientos, primero podrían poner al sujeto en una resonancia magnética y pedirle que piense en mover su brazo real. La resonancia magnética mostrará qué área del cerebro está activa durante el movimiento del brazo, dándoles un objetivo más claro para la colocación de electrodos.

# Abordaje de investigación y experimentos para el desarrollo

Para un tetrapléjico, algo tan básico como controlar el cursor de una computadora a través de comandos mentales representaría una mejora revolucionaria en la calidad de vida. Pero, **¿cómo convertimos esas pequeñas medidas de voltaje en el movimiento de un brazo robótico?**

Las **primeras investigaciones** utilizaron monos con electrodos implantados. Los monos usaron un **joystick** para controlar un brazo robótico. Los científicos midieron las señales provenientes de los electrodos. Eventualmente, cambiaron los controles para que el brazo robótico fuera controlado solo por las señales provenientes de los electrodos, no por el joystick.

Una tarea más difícil es interpretar las señales cerebrales de movimiento en alguien que no puede mover físicamente su propio brazo. Con una tarea como esa, el sujeto debe **"entrenarse"** para usar el dispositivo. Con un EEG o implante en su lugar, el sujeto **visualizaría** cerrando su mano derecha. Después de muchas pruebas, el software puede aprender las señales asociadas con la idea de cerrar la mano. El software conectado a una mano robótica está programado para recibir la señal de "mano cercana" e interpretarla en el sentido de que la mano robótica debe cerrarse. En ese momento, cuando el sujeto piensa en cerrar la mano, se envían las señales y la mano robótica se cierra.

Se utiliza un método similar para manipular el cursor de una computadora, con el sujeto pensando en los movimientos del cursor hacia adelante, hacia la izquierda, hacia la derecha y hacia atrás. Con **suficiente práctica**, los usuarios pueden obtener suficiente control sobre un cursor para dibujar un círculo, acceder a programas de computadora y controlar un televisor. En teoría, podría ampliarse para permitir a los usuarios "escribir" con sus pensamientos.

Una vez que se **perfecciona** el mecanismo básico de convertir pensamientos en acciones computarizadas o robóticas, los **usos potenciales** de la tecnología son casi ilimitados. **En lugar de una mano robótica**, los usuarios discapacitados podrían tener **abrazaderas robóticas adjuntas a sus propias extremidades**, lo que les permite moverse e interactuar directamente con el entorno. Esto incluso podría lograrse sin la parte "robótica" del dispositivo. Las señales podrían enviarse a



los nervios de control motor apropiados en las manos, evitando una sección dañada de la médula espinal y permitiendo el movimiento real de las propias manos del sujeto.

## Ventajas

### Tecnología que es "inteligente"

Una de las principales razones por las que BCI se considera una tecnología avanzada es porque puede **convertir dispositivos previamente pasivos en "inteligentes" y activos**. Un ejemplo de tales dispositivos son las **prótesis**. Por ejemplo, un usuario de prótesis puede usar esta tecnología para sostener un vaso de agua y beber usándolo como si fuera una mano natural. Del mismo modo, las personas sordas y mudas que quieran comunicarse entre sí pueden hacerlo utilizando esta tecnología utilizando dispositivos de comunicación controlados por BCI.

### Telepresencia

La **telepresencia** es una tecnología que le da la capacidad a alguien de hacer sentir su presencia, en una ubicación remota, con la ayuda de la **telerobótica**. La telepresencia, con la incorporación de BCI, puede dar al personal militar la capacidad de **vigilar** cualquier actividad sospechosa que pueda tener lugar en la frontera. La **telepresencia** puede así detectar cualquier actividad sospechosa y ayudar a combatirla.

### Menos accidentes

Los accidentes automovilísticos son una de las causas de muerte más graves en todo el mundo. Por lo tanto, un automóvil con BCI puede evitar que ocurra un incidente de este tipo **reconociendo lo que está sucediendo en la mente** del conductor y tomando la decisión en cuestión de segundos. El fabricante de automóviles **Nissan** ha revelado que está investigando un **sistema de control de automóvil** habilitado por BCI que permitirá que el sistema desacelere el vehículo o gire el volante entre 0,2 y 0,5 segundos más rápido que el propio conductor. Esta innovación tecnológica puede potencialmente ser un gran avance en la industria del automóvil.

## Desventajas y riesgos

El sistema BCI, al estar directamente vinculado al cerebro humano, puede tener un impacto negativo en sus usuarios en caso de que no se utilice correctamente. Algunos de los riesgos potenciales asociados con BCI son los siguientes:

### Inexactitud de los resultados

El cerebro es un órgano muy complejo. A veces, nosotros mismos somos **incapaces de comprender lo que pasa por nuestra mente**. Por lo tanto, es injusto esperar que la BCI artificial interprete correctamente todas las señales de nuestro cerebro. BCI puede, a veces, **malinterpretar** las intenciones del usuario. Por ejemplo, una persona discapacitada con una prótesis que realmente quiere levantar su **dedo índice** no es identificada correctamente por el BCI y esto puede resultar en levantar el **dedo medio**. Por lo tanto, el **resultado inexacto** es un gran riesgo asociado con la tecnología BCI.

### Naturaleza voluminosa del sistema

Dado que el sistema BCI implica la **conexión de varios cables debido a la interfaz** entre el cerebro y la computadora, a menudo puede resultar en una experiencia de usuario extremadamente **incómoda**. Esta naturaleza voluminosa del sistema BCI, por lo tanto, actúa como una de las principales desventajas de la tecnología BCI, ya que una gran cantidad de **cableado involucrado** podría generar mucho **estrés** mental y físico en el usuario.

### Falta de seguridad

Siempre que compra o se suscribe a un producto o servicio digital, espera que la seguridad sea un requisito esencial. De hecho, en el caso de la tecnología BCI, no se puede garantizar la **seguridad de sus datos**. Debido al sistema computarizado, cualquiera puede **decodificar lo que está sucediendo en su mente** y así **invadir su privacidad**. Por ejemplo, en el caso de una aplicación militar basada en BCI, podría existir la posibilidad de que un atacante de un país rival pueda **piratear la mente** de cualquier personal militar y eventualmente pueda filtrar toda la información confidencial. Dado que los científicos han revelado que dentro de cinco años, los atacantes pueden potencialmente reescribir recuerdos en la mente de las personas.

## Panorama actual

Actualmente, la tasa de crecimiento anual ha sido de más del 11%, desde el año 2013. El área principal de aplicación es la **sanidad**, seguido de los **videojuegos** y el **entretenimiento** en general, las **comunicaciones** y el control remoto, y, finalmente, la **domótica** ( la integración de la tecnología en el diseño inteligente de un recinto cerrado ).

A pesar de las expectativas que despierta este sector, los interfaces cerebro ordenador todavía se hallan en una **fase incipiente**, y las empresas desarrolladoras de esta tecnología todavía no llevan a cabo un **despliegue comercial** extensivo de sus prototipos y experiencias.

Entre las *startups* que trabajan en este terreno, se pueden mencionar los nombres de la israelita **BrainQ**, orientada a la recuperación de pacientes con daños neurológicos, **NextMind**, que estudia la aplicación de BCI a equipos de **realidad virtual y aumentada** (ha presentado un modelo comercial en el CES 2020 de Las Vegas celebrado la primera semana de enero), **Cognition**, que ha desarrollado un sistema que permite a usuarios con movilidad reducida manejar un ordenador con el uso de la vista, o **Emotiv**, que ya comercializa cascos para interfaces mente máquina, como **Epoc+** o **Insight**.

En junio del pasado año saltaba la noticia de que investigadores de **Carnegie Mellon University** habían desarrollado el primer brazo robótico controlado por la mente basado en tecnología no invasiva. La novedad es que se trata de la primera experiencia exitosa al respecto que no ha requerido implantes en el cerebro, y, por tanto, abre un nuevo espectro de posibilidades para pacientes con limitaciones motoras, excluyendo el **riesgo** que implica para la salud una intervención quirúrgica, además del elevado coste que lleva a asociada.

En el otro extremo se encuentra la iniciativa puesta en marcha por la empresa **Neuralink**, creada por el fundador de Tesla, **Elon Musk**, que plantea desarrollar un “**lazo neural**” (*neural laze*), es decir, una malla de electrodos insertada bajo el

cráneo capaz de monitorizar las funciones del cerebro. En concreto, hablan de crear un **interfaz cerebro máquina (BMI)** para restaurar las funciones motoras y sensoriales, y para tratar desórdenes neurológicos. Neuralink trabaja en un sistema BMI de banda ancha y escalable, capaz de superar las limitaciones que presentan otros interfaces clínicos anteriores.

El prototipo de Musk inserta con absoluta precisión en el cerebro, a través de un robot neurocirujano, racimos de diminutos y flexibles electrodos -hasta 3 072 de ellos-, que constituyen canales de información. El objetivo a largo plazo consiste en llegar a construir una “**capa de superinteligencia digital**” que conecte a los humanos con la inteligencia artificial.

# Conclusión

Como vemos, se presenta un panorama bastante positivo y en crecimiento casi exponencial que permitirá suplir y hacer frente a muchas necesidades para mejorar la calidad de vida de numerosas personas y llevar a cabo tareas que ahora mismo en las condiciones actuales tienen muchas más limitaciones.

No obstante, y a pesar de lo prometedora que se muestra esta tecnología, su aplicación no está exenta de **riesgos**. El cerebro humano es un órgano extremadamente complejo y los sistemas BCI pueden malinterpretar la información recibida de nuestras ondas cerebrales, ejecutando comandos que realizan acciones no deseadas.

También , por ejemplo, la aplicación de los BCI en el marketing puede ser algo invasivo ya que pueden utilizar nuestros datos para analizar las reacciones cerebrales de un potencial consumidor ante un producto o servicio. Situaciones como estas y muchas otras, provocan **dilemas éticos** emergen con fuerza.

## Bibliografía:

Wikipedia

[https://computer.howstuffworks.com/brain-computer-interface.htm?\\_ga=2.172210659.1778822916.1622188583-380155602.1622188583](https://computer.howstuffworks.com/brain-computer-interface.htm?_ga=2.172210659.1778822916.1622188583-380155602.1622188583)

<https://blog.hubspot.es/marketing/interfaz-usuario>

[https://www.nanalyze.com/2019/10/brain-computer-interface-ai/?\\_ga=2.174896482.1778822916.1622188583-380155602.1622188583](https://www.nanalyze.com/2019/10/brain-computer-interface-ai/?_ga=2.174896482.1778822916.1622188583-380155602.1622188583)