



**UNIVERSIDAD DOMINICANA O&M**  
**FUNDADA EL 12 DE ENERO DE 1966**

ÁREA DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN CONTINUADA Y CURSOS DE  
MONOGRÁFICO

**ANTEPROYECTO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE  
INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN**

**TEMA:**

**ANÁLISIS DE LAS INTERFACES CEREBRO-COMPUTADORA COMO SOLUCIÓN A  
DISCAPACIDADES MOTORAS**

**SUSTENTADO POR:**

JOSE RAFAEL LORENZO DE LA ROSA	18-SISN-1-068
DARLIN BELEN	18-MISM-1-036
HENRY JUNIOR ACOSTA VARGAS	18-EISM-1-037
ANGEL YARIEL COLON MARCELO	19-EISM-1-096

**ASESOR:**

ING.WILSON NUÑEZ

Los conceptos expuestos en este informe de  
Monográfico son de la exclusiva  
responsabilidad del o los sustentantes.

**SANTO DOMINGO, D.N., REPÚBLICA DOMINICANA**

**MARZO DEL 2024**

**Análisis de las interfaces cerebro-computadora  
como solución a discapacidades motoras.**

## ÍNDICE

<b>HISTORIA.....</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>1-ANTECEDENTES.....</b>	<b>2</b>
<b>2-DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>5</b>
<b>3-JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>5</b>
<b>4-OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>4.1 OBJETIVO GENERAL.....</b>	<b>7</b>
<b>5-METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>8</b>
<b>5.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>8</b>
<b>6-ESQUEMA TENTATIVO.....</b>	<b>11</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:.....</b>	<b>13</b>
<b>GLOSARIO:.....</b>	<b>14</b>

## **HISTORIA**

Hace un siglo, aproximadamente en la década de 1920, Hans Berger de la Universidad en Jena, Alemania, marcó el comienzo al registrar actividad eléctrica mediante la colocación de electrodos en una trepanación craneana y conectándose a un galvanómetro. Desde entonces, el avance en este campo ha sido constante. En los años sesenta, Thelma Estrin del Instituto de Investigación Cerebral de la UCLA, propuso el sistema de computación digital electroencefalográfico (sistema de cómputo digital electroencefalográfico en línea, en inglés), abriendo paso a la construcción de dispositivos ICC capaces de transmitir señales cerebrales a una computadora. En la década de 1970, Jacques J. Vidal de la UCLA publicó un artículo con sugerencias técnicas para crear una comunicación directa entre el cerebro y la computadora.

## **INTRODUCCIÓN**

Las interfaces cerebro-computadora (ICC) posibilitan la interacción con el entorno utilizando la señal eléctrica generada por el cerebro, prescindiendo de los nervios periféricos y el movimiento físico. Estos sistemas son de gran utilidad para individuos

con limitaciones motoras graves, como la esclerosis lateral amiotrófica, brindándoles una mayor autonomía y mejora en su bienestar.

En este texto se describen dos formas de obtener señales cerebrales: la electrocorticografía invasiva y la electroencefalografía no invasiva. La actividad cerebral se mide con electrodos en la cabeza, lo que facilita el control de aparatos como sillas de ruedas eléctricas o prótesis.

En el debate sobre la Interfaz Cerebro-Computadora se hace hincapié en la utilización del potencial P300, el cual se genera como respuesta a estímulos importantes y puede ser registrado en el electroencefalograma. Este modelo no necesita que el usuario tenga que pasar por un largo proceso de entrenamiento.

Se menciona un sistema creado en el Laboratorio LIRINS de la Universidad Nacional de Entre Ríos, que se fundamenta en el enfoque del P300 y consta de fases de captura de señales, preparación previa, conversión analógico-digital y análisis en tiempo real. Este sistema utiliza una matriz de estimulación adaptada y ha sido actualizado con un nuevo software de simulación para sillas de ruedas. No obstante, se indica que algunas propiedades de la matriz de estimulación necesitan ser examinadas con mayor detalle, como su tamaño.

# **1-ANTECEDENTES**

Los orígenes de la ciencia de la interfaz cerebro-computadora (ICC) se remontan a diversos avances significativos en el campo de la neurociencia y la tecnología. Los orígenes de la ciencia de la interfaz cerebro-computadora (ICC) se remontan a diversos avances significativos en el campo de la neurociencia, podemos citar:

## **1.1 Hans Berger y el Electroencefalograma (EEG)**

En la década de 1920, el neurofisiólogo alemán Hans Berger desarrolló el primer electroencefalograma (EEG), un dispositivo capaz de registrar la actividad eléctrica del cerebro humano. Este avance sentó las bases para la comprensión de la actividad eléctrica cerebral y fue fundamental para el desarrollo posterior de las ICC.

## **1.2 Desarrollo de la tecnología informática**

El avance en la tecnología informática a lo largo del siglo XX proporcionó las herramientas necesarias para la implementación de las ICC. El desarrollo de la computación digital y la miniaturización de los componentes electrónicos permitieron la creación de dispositivos más pequeños y portátiles, necesarios para la creación de interfaces cerebro-computadora prácticas.

## **1.3 Investigaciones iniciales en la década de 1960 y 1970**

Durante este período, científicos como Thelma Estrin en el Brain Research Institute de la Universidad de California en Los Ángeles (UCLA) y Jacques J. Vidal, también en

UCLA, comenzaron a explorar la posibilidad de utilizar la actividad cerebral para controlar dispositivos externos. Sus investigaciones sentaron las bases para el desarrollo de las primeras ICC.

#### **1.4 Desarrollo de dispositivos ICC**

A partir de la década de 1970, se produjeron avances significativos en el desarrollo de dispositivos de interfaz cerebro-computadora. Se crearon los primeros dispositivos ICC capaces de traducir la actividad cerebral en comandos que pueden controlar dispositivos externos, como sillas de ruedas eléctricas y computadoras.

#### **1.5 Avances contemporáneos**

En las últimas décadas, ha habido avances significativos en la tecnología ICC. Empresas como Neuralink, fundada por Elon Musk, han desarrollado tecnologías innovadoras para mejorar la comunicación entre el cerebro y las computadoras, con aplicaciones que van desde la restauración de la movilidad en personas con discapacidades hasta la mejora de la interfaz hombre-máquina en aplicaciones de realidad virtual y videojuegos.

En resumen, los antecedentes de la ciencia de la interfaz cerebro-computadora se remontan a los trabajos pioneros en neurociencia y tecnología informática, que sentaron las bases para el desarrollo de las primeras ICC y allanaron el camino para los avances contemporáneos en este campo.

## **1.6 neuralink**

Otro antecedente relevante y más actual, con avances importantes al momento de la realización de esta propuesta, es el dispositivo desarrollado por la empresa Neuralink para la comunicación bidireccional entre el cerebro humano y las computadoras. Esto incluye la capacidad de leer la actividad cerebral y en última instancia, escribir información en el cerebro.

## **2-DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

- Las personas con parálisis encuentran obstáculos en sus actividades diarias como desplazarse, interactuar y realizar sus tareas diarias.
- No existen dispositivos tecnológicos y de procesamiento como prótesis y sillas de ruedas motorizadas, pero tienen limitaciones de uso, comodidad e independencia.
- Las Interfaces Cerebro-Computing (ICC) han surgido como una solución prometedora para superar los problemas de parálisis.
- El ICC permite la conexión directa entre el cerebro y dispositivos externos, donde las personas con discapacidad motora tienen la capacidad de controlar dispositivos con actividad cerebral.
- El objetivo del proyecto es abordarlo en relación con el análisis y explorar el potencial de procesamiento a través de ICC.



### **3-JUSTIFICACIÓN**

Las Interfaces Cerebro-Computadora pueden incrementar la calidad de vida de individuos con discapacidades motoras graves al ofrecerles opciones diferentes para comunicarse y manejar aparatos. Estos avances tecnológicos posibilitan a las personas llevar a cabo sus actividades diarias con mayor autonomía y eficacia, lo que les permite tener una mayor independencia y participación en la sociedad.

Progresos en el campo de la medicina y la rehabilitación: Las Interfaces Cerebro-Computadora pueden ser empleadas en el ámbito médico y de rehabilitación para asistir a individuos con lesiones neurológicas o problemas de coordinación motora. Por ejemplo, pueden mejorar la comunicación y la gestión de dispositivos para personas con parálisis o enfermedades como el síndrome de locked-in. Asimismo, estas herramientas pueden ser beneficiosas en el proceso de recuperación de individuos que han sufrido accidentes cerebrovasculares o lesiones en la médula espinal, facilitando la recuperación de habilidades motoras y cognitivas.

Progresos en la investigación neurocientífica: Las interfaces cerebro-computadora son útiles para los estudios de neurociencia al facilitar la observación y control preciso de la función cerebral. Estos avances tecnológicos son útiles para investigar cómo funcionan las conexiones neuronales que influyen en la cognición, el aprendizaje, la memoria y otras funciones mentales, lo cual ayuda a mejorar nuestra comprensión en el ámbito de la neurociencia.

## **4-OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN.**

### **4.1 OBJETIVO GENERAL**

El propósito de este estudio es investigar y evaluar de forma exhaustiva la situación actual de las interfaces cerebro-computadora (ICC) como una alternativa para individuos con parálisis.

### **4.2 OBJETIVO ESPECÍFICO**

- Evaluar la eficacia de las interfaces cerebro-computacionales en la mejora de la calidad de vida de personas con discapacidades motoras, mediante mediciones objetivas y subjetivas.
- Investigar los avances tecnológicos en el diseño de interfaces cerebro-computacionales para adaptarse a las necesidades específicas de diferentes tipos de discapacidades motoras.
- Analizar las limitaciones actuales de las interfaces cerebro-computacionales, como la precisión, la velocidad y la facilidad de uso, y proponer mejoras para superar estas limitaciones.
- Estudiar los desafíos éticos y de privacidad asociados con el desarrollo y la implementación de interfaces cerebro-computacionales en personas con discapacidades motoras, y proponer estrategias para abordarlos.
- Explorar la viabilidad económica y la accesibilidad de las interfaces cerebro-computacionales como solución a largo plazo para personas con

discapacidades motoras, considerando factores como el costo, la disponibilidad de recursos y la infraestructura necesaria.

- Investigar el impacto psicológico y emocional de utilizar interfaces cerebro-computacionales en personas con discapacidades motoras, incluyendo el empoderamiento, la autoestima y la percepción del control sobre su entorno.

## **5-METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **5.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.**

#### **5.2 Descripción del problema:**

Las personas con parálisis enfrentan una alta cantidad de desafíos en la realización de tareas comunes, como moverse, comunicarse y llevar a cabo actividades diarias. Si bien existen enfoques terapéuticos y tecnológicos para ayudar a estas personas, como las prótesis motoras y las sillas de ruedas motorizadas, estas soluciones a menudo tienen limitaciones significativas en términos de funcionalidad, comodidad y autonomía.

En este contexto, las interfaces cerebro-computacionales (ICC) han surgido como una prometedora solución tecnológica para abordar los desafíos de la parálisis. Las ICC permiten la comunicación directa entre el cerebro y los dispositivos externos, lo que potencialmente permite a las personas con parálisis controlar dispositivos y realizar acciones utilizando solo su actividad cerebral.

En vista de lo anteriormente mencionado, es la intención de este proyecto circunscribir su objeto de estudios a las afecciones relacionadas con la parálisis y su posible tratamiento a través de las ICC.

### **5.3 Análisis de la literatura:**

Llevar a cabo una investigación exhaustiva de los estudios previos acerca de las conexiones entre el cerebro y las computadoras, así como su uso en la recuperación de limitaciones físicas.

Buscar estudios anteriores, tecnologías ya desarrolladas y metodologías empleadas en investigaciones relacionadas.

### **5.4 Propósitos de la investigación:**

Establecer de manera precisa los propósitos generales y detallados de la investigación.

Definir las preguntas de investigación que orientarán la planificación y realización del estudio.

### **5.5 Planificación de la Investigación:**

Elegir el tipo de investigación (como experimental, cuasi experimental o descriptivo) más indicado para abordar los objetivos del estudio.

Establecer los requisitos para la inclusión y exclusión de los sujetos de estudio.

Elaborar métodos experimentales para recopilar información, teniendo en cuenta tanto la ética como la viabilidad práctica.

Elección de individuos para formar parte de un grupo o evento determinado.

Seleccionar y reclutar a individuos que cumplan con los requisitos de participación en la investigación, como aquellos que presenten discapacidades motoras específicas.

Obtener la autorización formal de los participantes o de sus tutores legales, dependiendo de cada caso.

#### **5.6 Puesta en marcha de la intervención:**

Poner en marcha las interfaces cerebro-computadora elegidas para la investigación.

Brindar el entrenamiento y la guía necesarios a los usuarios para que puedan utilizar las interfaces de forma eficaz.

#### **5.7 Recopilación de información:**

Recopilar información pertinente antes, durante y después de la intervención mediante técnicas y herramientas adecuadas, como encuestas, evaluaciones de habilidades motoras y monitoreo de la actividad cerebral.

Asegurar que la información recolectada sea precisa y confiable mediante la implementación de procedimientos uniformes y controles apropiados.

## **6-ESQUEMA TENTATIVO.**

### **1. Capítulo 1: Disposiciones generales:**

- 1.1. Introducción
- 1.2. Planteamiento y sistematización del problema
- 1.3. Objetivo
  - 1.3.1. General
  - 1.3.2. Específico

### **2. Capítulo II. Fundamentación teórica:**

- 2.1. Contextualización
  - 2.1.1. Delimitación de la investigación
  - 2.1.2. Contexto geográfico de la investigación
- 2.2. Antecedentes de la investigación
- 2.3. Análisis comparativo de conceptos

### **3. Capítulo III. Metodología de la investigación:.**

- 3.1. Tipos de investigación
- 3.2. Métodos de investigación
- 3.3. Técnicas de investigación
- 3.4. Población y muestra

### **4. Capítulo IV. Presentación y análisis de hallazgos**

- 4.1. Datos estadísticos
- 4.2. Análisis general de los datos

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

*"Berger, H." (1929). "Über das Elektrenkephalogramm des Menschen". Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten, 87(1), 527-570.*

*"Estrin, T. (1966). "Técnicas Informáticas Digitales Aplicadas al Análisis EEG". Electroencefalografía y neurofisiología clínica, 20(1), 87-95".*

*“Vidal, J. J. (1973). "Hacia la comunicación directa cerebro-computadora".  
Revisión anual de biofísica y bioingeniería, 2(1), 157-180”.*

*“Wolpaw”, JR y Wolpaw, EW (2012). "Interfaces cerebro-computadora: principios y  
práctica". Prensa de la Universidad de Oxford”.*

*“Almizcle, EN. (2020). "Una plataforma integrada de interfaz cerebro-máquina con  
miles de canales". Revista de Ingeniería Neural, 17(5), 56016”.*

## **ANEXOS.**

## **GLOSARIO:**

**Electrocorticografía (ECOG):** Método invasivo utilizado para registrar la actividad eléctrica del cerebro mediante electrodos colocados directamente sobre la superficie del cerebro.

**Electroencefalografía (EEG):** Técnica no invasiva que registra la actividad eléctrica del cerebro mediante electrodos colocados sobre la piel del cabello, utilizada en el estudio de las interfaces cerebro-computadora.



**Interfaz cerebro-computadora (ICC):** Sistema que permite la comunicación directa entre el cerebro y dispositivos externos, utilizando la actividad eléctrica cerebral para controlar acciones y realizar tareas.

**Potencial P300:** Señal eléctrica generada en el cerebro como respuesta a estímulos importantes, utilizada en algunas interfaces cerebro-computadora como método de control sin necesidad de entrenamiento extenso por parte del usuario.

**Laboratorio LIRINS:** Laboratorio de Investigación en Redes Neuronales y Sistemas Inteligentes de la Universidad Nacional de Entre Ríos, donde se desarrolla de sistemas de interfaz cerebro-computadora basada en el potencial P300.

**Neuralink:** Empresa fundada por Elon Musk que trabaja en el desarrollo de tecnología para mejorar la comunicación entre el cerebro y las computadoras, incluidas las interfaces cerebro-computadora.