

## **Identificación de perfiles y subgrupos de pacientes para tratamiento basado en patrones cerebrales y tecnologías BCI**

### **Identification of patient profiles and subgroups for treatment based on brain patterns and BCI technologies**

**Cecilia E. Cabanilla B.**

[cecilia.cabanillac@ug.edu.ec](mailto:cecilia.cabanillac@ug.edu.ec)

Universidad de Guayaquil

Codigo ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-9360-8451>

Ecuador, Guayaquil

**Francisco G. Palacios O.**

[francisco.palacios@ug.edu.ec](mailto:francisco.palacios@ug.edu.ec)

Universidad de Guayaquil

Codigo ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3705-3862>

Ecuador, Guayaquil

**Fabián A. Espinoza B.**

[fabian.espinozab@ug.edu.ec](mailto:fabian.espinozab@ug.edu.ec)

Universidad de Guayaquil

Codigo ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4487-0548>

Ecuador, Guayaquil

**John B. Morante M.**

[john.morantem@ug.edu.ec](mailto:john.morantem@ug.edu.ec)

Universidad de Guayaquil

Codigo ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-5077-1025>

Ecuador, Guayaquil

**Michael L. Palma L.**

[michael.palmaal@ug.edu.ec](mailto:michael.palmaal@ug.edu.ec)

Universidad de Guayaquil

Codigo ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-0673-7344>

Ecuador, Guayaquil

## Resumen

En este artículo se presenta la fase inicial de un estudio que busca aplicar tecnologías emergentes como la de interfaces cerebro-computadora (BCI), para aportar con contenido relevante en el proceso de rehabilitación y tratamiento de las personas que tienen problemas de adicción a las drogas. Para ello, se trabajaron con el levantamiento de variables claves del CETAD Los Libertadores, siendo el paso primario para el posterior proceso experimental con BCI, en el que se detallan los patrones cerebrales relacionados con la dependencia, niveles de estrés y deseo de consumo.

Las expectativas del estudio y las posibles implicaciones de los hallazgos para la rehabilitación de pacientes con problemas de adicción ofrecen una visión integral proporcionando los fundamentos teóricos y la metodología de investigación a seguir, para las futuras investigaciones.

**Palabras clave:** BCI, CETAD, rehabilitación, adicción, drogas.

## Abstract

This article presents the initial phase of a study that seeks to apply emerging technologies such as brain-computer interfaces (BCI), to provide relevant content in the rehabilitation and treatment process of people who have drug addiction problems. To this end, they worked with the survey of key variables of CETAD Los Libertadores, being the primary step for the subsequent experimental process with BCI, in which the brain patterns related to dependence, stress levels and desire for consumption are detailed.

The expectations of the study and the possible implications of the findings for the rehabilitation of patients with addiction problems offer a comprehensive view providing the theoretical foundations and research methodology to be followed, for future research.

**Keywords:** BCI, CETAD, rehabilitation, addiction, drugs.

## Introducción

Uno de los principales problemas en la salud pública a nivel internacional es el continuo incremento de personas que tienen problemas de adicción a las drogas, esta es una situación crítica que se ha convertido en el centro del interés de los gobiernos lo que provoca que actualmente existan múltiples investigaciones que ofrecen tratamientos disruptivos en los que se incluyen tecnologías emergentes que ayuden a mejorar la calidad y estilo de vida de estos, para reinsertarlos en la sociedad.

Con este propósito es importante destacar que el presente trabajo investigativo, busca establecer los parámetros y fundamentos necesarios para desarrollar o mejorar los tratamientos actuales, por lo que dentro de ese proceso surge BCI (Brain Computer Interface) como una propuesta que nos permite identificar patrones cerebrales que influyen en las alternativas de tratamientos que dejen bases sólidas para nuevas investigaciones enfocadas en la creación de programas integrales y personalizados, según las características predominantes de los individuos.

Esta tecnología de BCI en el área de la salud usualmente ha sido utilizada para investigaciones relacionadas para ayudar a pacientes con EELA, Accidentes Cerebro Vasculares, o aquellos casos en los que se ha perdido la movilidad de las extremidades de manera parcial o total. Sin embargo, se puede emplear para entender el comportamiento y pensamiento de las personas que tienen problemas de adicción y que según, se menciona en los informes presentados por la UNODOC, 2023 presentan tendencias altas de reincidir.

En este marco, el Ecuador como parte de su política pública busca a través del Ministerio de Salud, otorgar permisos a diversos Centros Especializados de Tratamiento a Adicciones, también conocidos como CETAD en el que trabajaremos con el CETAD de los Libertadores, una institución pública con un staff multidisciplinar, cuyos pacientes se

encuentran entre los 11 y 17 años, 11 meses y 29 días, policonsumidores y que tienen estancia en estas instalaciones como internos, debido a que fueron derivados de la red médica del país o porque fueron enviados por disposición judicial por un comportamiento conflictivo o por pertenecer a bandas, los cuales fueron parte del levantamiento inicial y la comparativa levantada de manera externa en la que existen perfiles de BCI de pacientes con problemas de adicción, en los que se establecerá un comparativo inicial analizando las principales afectaciones a nivel de cerebro y de la misma manera los estímulos que pueden alterar o influir de manera negativa en los pacientes que se encuentran en rehabilitación.

## **2. Marco Teórico**

### **2.1 Antecedentes del estudio**

Este proyecto se enfoca en establecer bases teóricas firmes para desarrollar nuevos tratamientos especializados para pacientes con adicción a las drogas. Se usará información de dos CETAD de la provincia del Guayas, con datos de los últimos 12 a 24 meses. La investigación combinará tecnología BCI y patrones recientes para identificar grupos y crear un modelo de tratamiento basado en las características predominantes de estos individuos.

### **2.2 Antecedentes internacionales**

Este estudio, realizado por (Baquero y Roa 2019), analiza la actividad eléctrica cerebral en adolescentes policonsumidores de 12 a 17 años. Utilizaron un diseño ex post facto retrospectivo con 46 adolescentes, dividiéndolos en 23 policonsumidores y 23 controles, empleando un equipo BCI y un programa de entrenamiento cerebral HQ. Los resultados indican una escasez atencional en los policonsumidores, con ondas theta y beta asociadas a TDAH, y ondas theta y delta que sugieren hipoactividad frontal, enlentecimientos atencionales y bajo rendimiento en tareas de atención.

El trabajo de Galisteo (2021) se propone y evalúa modelos predictivos para personalizar terapias de rehabilitación en pacientes adictos a la cocaína mediante aprendizaje automático. Utiliza datos heterogéneos recopilados antes del ingreso hospitalario y una herramienta de extracción automática de información. El modelo más eficiente fue el algoritmo de bosque aleatorio, con una precisión del 82,12%. Los resultados muestran que estos modelos pueden predecir el éxito del tratamiento y reducir las tasas de abandono, mejorando la reintegración comunitaria. La herramienta de extracción automatizada demostró alta precisión y eficiencia, abriendo nuevas oportunidades para investigaciones y gestión clínica.

### **2.3 Antecedentes nacionales**

Este trabajo presenta un enfoque disruptivo e innovador al utilizar el BCI para mejorar y personalizar tratamientos de salud mental para pacientes con adicción a las drogas. A nivel local, no existen estudios previos que utilicen el BCI con este propósito, ya que su aplicación ha sido mayormente en personas con movilidad reducida que requieren fisioterapia o prótesis.

En cambio, el investigador Corrales Bastidas (2021), desarrolla un sistema BCI basado en redes neuronales y movimientos de la cabeza para manejar ordenadores. Destinado a personas con movilidad reducida en sus extremidades superiores, el sistema usa señales cerebrales capturadas mediante el guiño de los ojos y una diadema Emotiv-insight. Se utiliza una red neuronal MLP para clasificar las señales con una precisión del 91.53% durante el entrenamiento, permitiendo identificar en tiempo real acciones del ratón. Los movimientos del cursor se controlan con acelerómetros de diadema y filtros de Kalman, logrando una precisión del 88.06% en pruebas con individuos sanos y con limitaciones físicas.

## 2.4 Fundamentación teoría

### a. Las drogas

- **Definición de las drogas legales e ilegales**

El concepto de drogas, según la OMS, abarca cualquier sustancia que, al ser introducida en un organismo vivo, puede modificar sus funciones. Esto incluye drogas legales e ilegales, depresoras, estimulantes y psicodélicas. Las drogas psicoactivas afectan el sistema nervioso y pueden inducir euforia, relajación o cambios en la percepción. Las sustancias legales como el alcohol y la nicotina están reguladas, mientras que las ilegales como la cocaína y el LSD son prohibidas debido a sus efectos dañinos y su potencial adictivo.

- **Clasificación de las drogas**

La clasificación de las drogas puede ser complicada debido a sus muchas variantes. Primero, según su estado, se dividen en legales (como tabaco, alcohol, cafeína) e ilegales (cocaína, heroína, marihuana). También pueden clasificarse por su origen: naturales (opioides, coca, salvia) y sintéticas (metanfetamina, LSD, carfentanilo). Otra distinción es entre drogas duras, con riesgos altos para la salud, y drogas blandas, con menor riesgo, pero igualmente dañinas con uso frecuente.

La OMS clasifica las drogas según sus efectos en el sistema nervioso central en tres categorías:

- **Estimulantes:** Incrementan la actividad del sistema nervioso central, mejorando el estado de alerta y la energía (cafeína, nicotina, anfetaminas, cocaína).
- **Depresores:** Disminuyen la actividad del sistema nervioso central, produciendo relajación y somnolencia (alcohol, barbitúricos, benzodiacepinas).
- **Alucinógenas/Psicodélicas:** Modifican la percepción y emociones, provocando alucinaciones (LSD, psilocibina, mezcalina).

## **b. Efectos de consumo de drogas en la salud**

El consumo de drogas tiene un impacto profundo en la salud física y mental, explotando las emociones del individuo para fomentar la reincidencia. Estas sustancias pueden causar problemas graves como enfermedades crónicas, sobredosis y trastornos psiquiátricos. El abuso de drogas no solo perjudica al individuo, sino también a su entorno social y familiar, complicando la rehabilitación y agravando la enfermedad de la adicción.

## **c. Salud mental e impacto social**

La salud mental como afirma Odilon et al. (2019), se señala que es esencial para controlar pensamientos, sentimientos y comportamientos, impactando todos los aspectos de nuestra vida. Problemas familiares, laborales o escolares pueden afectar negativamente la salud mental y, en algunos casos, derivar en abuso de drogas como escape temporal. Sin embargo, esto puede empeorar la salud mental y crear un ciclo dañino de estrés y abuso de sustancias, afectando también el entorno social y comunitario con consecuencias graves como familias desintegradas y aumento de la delincuencia.

## **3. Tratamientos tradicionales y modernos**

### **a. Tratamientos tradicionales**

Los tratamientos tradicionales para la rehabilitación de personas con adicciones son personalizados y definidos según las necesidades individuales. Según la American Psychiatric Association (2024), estos tratamientos incluyen:

- **Hospitalización (desintoxicación):** Manejo de la abstinencia en un entorno controlado.
- **Comunidades terapéuticas o casas de sobriedad:** Entornos sin sustancias para la recuperación.
- **Aplicación de medicamentos ambulatorios y psicoterapia:** Uso de medicamentos y terapia para controlar la adicción.
- **Programas ambulatorios intensivos y tratamientos residenciales:** Tratamiento continuo tras la reintegración.

- **Terapias específicas:** Incluyen terapia familiar, matrimonial, motivacional, artística y cognitivo-conductual.

## **b. Tratamientos modernos**

De acuerdo con el centro rehaby (2023), los tratamientos modernos para la adicción a las drogas han avanzado considerablemente, combinando estrategias farmacológicas, terapia conductual y apoyo psicosocial, basados en evidencia y avances tecnológicos. Algunos de los enfoques más prometedores incluyen:

- **Terapia de neurofeedback:** Monitorea la actividad cerebral en tiempo real, ayudando a los pacientes a controlar y cambiar patrones disfuncionales asociados con la adicción.
- **Realidad virtual para la prevención de recaídas:** Utiliza entornos virtuales interactivos para que los pacientes enfrenten situaciones adictivas de forma controlada, aprendiendo a manejarlas eficazmente.
- **Realidad aumentada para la terapia de exposición:** Emplea realidad aumentada para recrear entornos difíciles, permitiendo a los pacientes enfrentar gradualmente sus miedos y desencadenantes, desarrollando estrategias de afrontamiento.

Estas terapias combinan BCI y realidad aumentada, creando entornos virtuales interactivos que imitan el mundo real, permitiendo a los pacientes practicar y mejorar sus habilidades para manejar el estrés y la ansiedad, con la flexibilidad de modificar las terapias en función de la actividad cerebral en vivo.

## **c. Sistemas BCI**

Un Sistema BCI (Brain-Computer Interface), o interfaz cerebro-computadora (ICC), es un dispositivo que permite la comunicación directa entre el cerebro humano y una computadora, traduciendo señales neuronales en comandos para controlar dispositivos electrónicos.



### **Métodos de medición de actividad cerebral:**

- **Métodos invasivos:** Implican colocar electrodos directamente en la superficie del cerebro a través de una cirugía. Las señales registradas son de alta calidad con mínima interferencia.
- **Métodos no invasivos:** Consisten en colocar electrodos en el cuero cabelludo sin intervención quirúrgica. Aunque menos invasivos, ofrecen una calidad de señal más baja y están propensos a interferencias.

### **Etapas de los sistemas BCI**

Las etapas de un sistema BCI (Brain-Computer Interface) son esenciales para capturar, procesar y traducir correctamente la actividad cerebral en comandos que una computadora pueda interpretar. Según (Ospina Cuervo & Vargas Montoya, 2022), estas etapas son:

1. **Captación y digitalización de señales:** La persona se conecta a un dispositivo de electroencefalografía (EEG) y se le muestran imágenes para visualizar movimientos o acciones. Los datos recogidos se transmiten a través de un sistema de comunicación específico.
2. **Preprocesamiento de señales:** Se eliminan interferencias causadas por artefactos o movimientos no relacionados con la actividad cerebral. Se categoriza el sistema BCI, reconociendo patrones en las actividades registradas por el EEG y vinculándolas con actividades mentales específicas.
3. **Salida e interacción:** Los datos se dirigen a un aparato de salida, donde se acumula la información originada en el sistema cerebro-computadora, preparándola para la interacción final.

### **d. Algoritmos de aprendizaje automático**

Un algoritmo de aprendizaje automático permite a las máquinas identificar patrones y tomar decisiones basadas en datos. Según (Nieto Jeux, 2021), existen tres tipos principales de aprendizaje automático:

- **Aprendizaje supervisado:** El sistema recibe datos de entrada y resultados esperados, desarrollando una norma para correlacionar ambos.
- **Aprendizaje no supervisado:** El sistema encuentra patrones en los datos de entrada sin intervención humana.
- **Aprendizaje por refuerzo:** El sistema aprende mediante interacción con el entorno, recibiendo recompensas o castigos por sus acciones.

### 3. Metodología

Este trabajo investigativo es la consecución de una investigación realizada en un centro de rehabilitación con pacientes que tienen problemas de adicción a las drogas, como lo es el CETAD Los Libertadores, en el que existen menores de edad con rangos etarios comprendidos entre los 11 hasta los 17 años 11 meses y 29 días, los cuales consumen sustancias sujetas a fiscalización, principalmente: la H (compuesto de la heroína mezclado con otros componentes nocivos para el cuerpo humano), base de cocaína y marihuana.

En esta primera etapa, estuvimos enfocados en realizar un levantamiento de las variables que pueden ser de utilidad para realizar propuestas o planteamientos en beneficios de los pacientes de la institución.

Se levantaron alrededor de 132 variables de las cuales se realizaron varias depuraciones y normalizaciones, obteniendo un resultado total de 101 variables, clasificadas de la siguiente manera:

- Rasgos físicos
- Factores demográficos
- Historial Clínico y Psicológico /
- Adherencia a Tratamientos (considerando la permanencia y finalización de estos)
- Historial Familiar
- Antecedentes penales

- Características del consumo

Las variables con sus respectivas categorizaciones se encuentran en la siguiente tabla:

**Taba. 1.**

*Categorización de variables pacientes*

RASGOS FÍSICOS	FACTORES DEMOGRÁFICOS	HISTORIAL CLÍNICO Y PSICOLÓGICO / ADHERENCIA A TRATAMIENTOS	HISTORIAL FAMILIAR	ANTECEDENTES PENALES	CARACTERÍSTICAS DE CONSUMO
EDAD	NIVEL_SOCIOECONOMICO	ENFERMEDADES_CRONICAS	CONF_FAMILIAR_DE_SU_INFANCIA	VINCULADO_A_BANDAS	EVENTOS_DERIVADOS_BAJÓ_EFECTOS_DE_LA_DROGA
PESO_EN_KG	SITUACION_ECONOMICA	TIEMPO_DE_TRATAMIENTO	CONF_FAMILIAR_ACTUALES	VINCULADO_A_ACTIVIDADES_ILICITAS	TIPO_DE_DROGA_QUE_CONSUME_ACTUALMENTE_O_AL_INGRESO
ESTATURA	CON QUIEN VIVE	TERMINO_EL_TRATAMIENTO	FAM_CON_A_NTE_DE_CONSUMO	PENSAMIENTOS_HOMICIDAS	TIPO_DE_DROGA_QUE_CONSUMISTE_EL_ULTIMO_AÑO
TEMPERATURA	NUMERO_DE_HERMANOS	TRATAMIENTO_AMBULATORIO_PREVIO	SUFRIDO_ABUSO_SEXUAL	INCURRIDO_EN_PELEAS	VIA_DE_ADMINISTRACION_DE_LA_DROGA_AL_INGRESO
FECHA_DE_NACIMIENTO	TIENE_PADRES_SEPARADOS	TRATAMIENTOS_PREVIOS_EN_CENTROS_DIARIOS		INCURRIDO_EN_ROBOS	VIA_DE_ADMINISTRACION_DE_LA_DROGA_ANTERIORMENTE
ESTADO_CIVIL	PADRES_FALLECIDOS	REINGRESO			FRECUENCIA_ACTUAL_DE_CONSUMO
	TIPO_DE_HOGAR	INGRESO_AL_CETAD_POR			FRECUENCIA_DE_CONSUMO_EL_AÑO_O_DEL_ULTIMO_AÑO
	TIENE_HIJOS	APARIENCIA_VISUAL			FRECUENCIA_DE_CONSUMO_DEL_ULTIMO_MES
	CONVIVE_CON_PAREJA	CONCIENCIA			FRECUENCIA_DE_CONSUMO_DEL_INICIO

RASGOS FÍSICOS	FACTORES DEMOGRÁFICOS	HISTORIAL CLÍNICO Y PSICOLÓGICO / ADHERENCIA A TRATAMIENTOS	HISTORIAL FAMILIAR	ANTECEDENTES PENALES	CARACTERÍSTICAS DE CONSUMO
	TRABAJO_ACTUAL	ORIENTACION			LUGAR_DE_CONSUMO
	TIPO_DE_EMPRESA	ATENCION			ACTIVIDADES_PARA_FINANCIAR_SU_CONSUMO
	ESTUDIOS ABANDONO_ESCOLAR	MEMORIA PSICOMOTRICIDAD			HORARIO_DE_CONSUMO
	MOTIVO_DEL_ABANDONO_ESCOLAR	PERCEPCION			CONSUMO_DESDE_QUE_EDAD A_QUE_EDAD_PROBO_SU_PRIMER_VASO_DE_ALCOHOL
	CARRERA NIVEL_ACADEMICO	PENSAMIENTO LENGUAJE AFECTIVIDAD APETITO ALIMENTACION_AD_ECUADA COMIDAS_AL_DIA SUEÑO IDEAS_SUCIDAS INTENTO_DE_SUICIDIO CALCULO_NUMERICO EVAL_PERSONALIDAD COMPORTAMIENTO_SEXUAL CAPACIDAD_DE_JUICIO PENSAMIENTO_ABSTRACTO VOLUNTAD RELACIONES_SEXUALES EDAD_DE_INICIO_DE_RELACIONES COMUNICACIÓN VIDA_SOCIAL ASERTIVIDAD			¿QUE_INICIASTE_CONSUMIENDO? SENSACION_AL_CONSUMO COCAINA BASE_DE_COCAINA OTROS H CRIPY MARIHUANA HEROINA LSD PLOP_PLOP POPER CIGARRILLO FARMACO ALCOHOL

RASGOS FÍSICOS	FACTORES DEMOGRÁFICOS	HISTORIAL CLÍNICO Y PSICOLÓGICO / ADHERENCIA A TRATAMIENTOS	HISTORIAL FAMILIAR	ANTECEDENTES PENALES	CARACTERÍSTICAS DE CONSUMO
		PLANIFICACION_Y_ORGANIZACION IDENTIFICACION_Y_ANALISIS_DE_PROBLEMAS TOMA_DE_DECISIONES_PARA_RESOLUCION_DE_PROBLEMAS AUTOESTIMA AUTOCRITICA CONOCIMIENTO_Y_CONTROL_DE_EMOCIONES HA_SENTIDO_FRUSTRACION			

En este proceso, se consideraron pacientes que se encontraban en tratamiento o que habían formado parte en algún momento de estos, siendo del género masculino y menores de edad como se citó anteriormente, entre los 11 y 17 años 11 meses y 29 días. La cantidad de registros levantados equivale a 37 que contienen datos completos, de los cuales el 43% terminó su tratamiento.

El tratamiento que se aplica en el CETAD Los Libertadores se basa en el modelo transteórico de Prochaska y DiClemente, considerado también como la “Rueda del Cambio”, que busca cambiar las conductas y hábitos de salud, el cual consiste en 4 fases:

- **Fase I: Precontemplación:**

Esta fase se centra en la desintoxicación y en ayudar al paciente a dejar de consumir la sustancia, es un periodo de abstinencia y desintoxicación, ya que la droga puede tardar varios días e incluso semana en ser eliminado del cuerpo, a través del sudor y la orina. Durante este proceso, la salud física y mental del

paciente se deteriora notablemente, siendo necesaria la intervención de un equipo especializado de: medicina general, psicólogo y psiquiatras para contenerlo. Este proceso se considera crucial para estabilizar físicamente al paciente y manejar los síntomas derivados y agresivos de la abstinencia.

- **Fase II: Contemplación / Preparación:**

Aquí es donde el paciente comienza a adaptarse a una vida sin drogas, tomando conciencia de la situación de consumo. Se establece la creación de nuevas rutinas y en la adaptación a un entorno libre de sustancias.

- **Fase III: Tratamiento:**

Se incluye terapias intensivas, tanto individuales como grupales, para abordar las causas subyacentes de la adicción. También puede incluir terapia ocupacional y actividades de integración social.

- **Fase IV: Ambulatoria:**

Durante esta fase, el paciente continúa con su tratamiento de manera ambulatoria, asistiendo a sesiones de seguimiento y apoyo mientras reintegra gradualmente a su vida cotidiana.

De estas 4 fases, 3 se requiere la permanencia del paciente en las instalaciones y su estancia puede estar comprendida entre 6 hasta 12 meses, dependiendo del escenario y su preparación para poder reinsertarse a la sociedad.

#### **4. Análisis de Resultados**

Aunque en esta etapa inicial, no se han realizado pruebas con el BCI, los resultados preliminares del levantamiento de las variables aplicados con algoritmos de agrupación como el de K-means, muestran que existen coincidencias y patrones cerebrales predominantes entre los pacientes del grupo que forma parte de esta investigación. Mientras que, los datos que se han logrado obtener de las entrevistas y cuestionarios,

sugieren la ansiedad y el deseo de consumo, son factores determinantes que se pueden profundizar con el enfoque de BCI.

Otro de los puntos observados en los pacientes, está relacionado con su factor emocional, ya que es determinante en las decisiones de consumo, como parte de su continua búsqueda por salir de su entorno, explorar nuevas experiencias, escapar de sus situaciones conflictivas actuales, debido a que parte de los principales trasfondos, es que provienen de hogares disfuncionales, por lo que eventualmente se puede entender mejor su comportamiento y evolución al reforzar la hipótesis de que un BCI podría aportar de manera significativa en la mejora de los tratamientos personalizados.

La investigación no solo propone un progreso en su tratamiento de rehabilitación, sino también proporciona un incremento en la capacidad para mejorar su proceso de reinserción a la sociedad, disminuyendo su índice de reincidencias y recaídas.

#### 4. 1 Muestra Poblacional

El grupo que tendremos como referencia del CETAD Los Libertadores, corresponde a pacientes menores de edad que tienen sus registros completos, y completaron su tratamiento, con una permanencia mayor a 6 meses, del género masculino que son solteros, lo cual equivale a 16 individuos de la población total de 37 registros levantados, que cuentan con las siguientes características predominantes en su perfil:

- La mayoría tienen o se encuentran en pobreza o pobreza extrema, es decir, un 64% de las personas estudiadas.
- De este mismo grupo, su entorno está conformado en un 43%, por una familia monoparental, compuesta por: abuelo, mamá o papá.
- Con el 71% que indican que no tienen empleos, con un 64% que han pausado su educación formal, por: consumo, desinterés e indisciplina.
- Coincide que un 64% estuvieron vinculados a bandas delictivas, en los cuales al menos el 43% declara haber participado en actividades ilícitas.

- El 50% de este grupo analizado, fueron coaccionado por un tercero (familiar) para ingresar al proceso de rehabilitación, mientras que el otro 50%, fue derivado por un proceso u orden judicial.
- También se evidencia que el 64% tiene familiares con antecedentes de consumo, de los cuales el 71% son policonsumidores.

Para entender mejor la frecuencia de consumo que se presenta en los pacientes que fueron ingresados, se realizó una correlación de cómo fue su proceso evolutivo desde que probaron las sustancias hasta que desarrollaron adicciones, según el tipo de droga, en la que se pueden destacar datos muy interesantes, que se describen en la siguiente tabla:

**Table 2**

*Frecuencia de consumo de drogas CETAD Libertadores*

Tipo de Droga que consume al ingreso al CETAD	Frecuencia Actual de consumo	Frecuencia Consumo último año	Frecuencia de consumo inicial	Cantidad
H	Todos los días	4-6 días a la semana	1 día a la semana	7.14%
			2-3 días a la semana	7.14%
		Todos los días	Todos los días	14.29%
<b>Total H</b>				<b>28.57%</b>
<b>Policonsumidor (varias drogas)</b>	<b>2-3 días a la semana</b>	Todos los días	2-3 días a la semana	7.14%
	<b>4-6 días a la semana</b>	2-3 días a la semana	1 día a la semana	7.14%
		4-6 días a la semana	1 día a la semana	14.29%
			2-3 días a la semana	7.14%
	<b>Todos los días</b>	2-3 días a la semana	1 día a la semana	7.14%
		Total 2-3 días a la semana		7.14%
<b>Total Policonsumidor (varias drogas)</b>				<b>71.43%</b>
<b>Total general</b>				<b>100.00%</b>

Como se observa en la tabla anterior, hay un 28.57% de los pacientes que se han mantenido consumiendo la droga H, la cual es un cóctel de sustancias psicotrópicas y mezclas de varios componentes (cemento, pintura, etc.), que contienen menos del 3% de heroína, según lo indica Segundo Romero, psicólogo forense y policía retirado,



(France24.com, 2023), tienen una frecuencia diaria prácticamente desde el inicio de su consumo hasta la fecha del ingreso a la instalación.

Mientras que, el 71.43% son policonsumidores en los cuales se puede evidenciar, que han consumido diferentes tipos de drogas desde iniciaron en este proceso, como se ve en la siguiente tabla:

*Table 3 - Polinconsumo en pacientes CETAD Libertadores*

Tipo de Droga que consume al ingreso al CETAD	¿Qué iniciaste consumiendo?	Desde ¿Qué edad consumes?	Edad al momento del Ingreso al CETAD	# Cant.
Policonsumidor (varias drogas)	Cannabis (marihuana/pot/weed)	10	14	1
		12	17	1
			16	1
		13	16	1
			15	1
		14	16	1
		14	1	
	Heroína	12	18	1
	Narcótico	12	14	1
	Policonsumidor (no especificó)	13	17	1
Total general				10

De este grupo, el 60% empezó su vida de consumo con el cannabis, en una edad temprana desde los 10 años.

Tanto en los que consumen “H” como los policonsumidores, tienen un promedio de consumo de 3 años, por lo que sus edades en general presentan un consumo temprano, lo que implica que pueden presentar mayores afectaciones a niveles cognitivos, psicológicos y físicos, con situaciones que puedan tornarse a futuro incluso irreversibles.

En esta primera fase, se lograron revisar los perfiles internos de los pacientes que forman CETAD Los Libertadores, así como conocer las percepciones y opiniones del equipo médico y staff multidisciplinario que forma parte de este centro liderado por el Psicólogo

Luis Guerrero, quien con su pericia y conocimiento ha logrado implementar y fomentar un trabajo que busca la integralidad, por lo que su predisposición y colaboración han sido indispensable para la ejecución del presente trabajo, con lo que pudimos llevar a cabo entrevistas, encuestas que aportaron con su experiencia, así como la revisión bibliográfica de estudios previos al presente y un análisis de los datos recopilados.

Complementando estos primeros análisis, se puede también identificar que existe una problemática derivada, que consiste que el 85% de las personas recaen dentro de un año de tratamiento, según lo indica el Instituto Nacional sobre el Abuso de Drogas (NIDA), deja en evidencia que aquellos pacientes que han recibido un tratamiento y se encuentran en rehabilitación, tienen una alta probabilidad de recaer, con la diferencia de que cuentan con ciertas herramientas y acompañamientos ambulatorios, con reuniones semanales.

En las siguientes fases del estudio, las variables levantadas serán sometidas a pruebas con un sistema BCI basado en EEG, para comprobar cómo las intervenciones pueden ajustarse en tiempo real a las necesidades individuales de los pacientes.

#### **4. Discusión**

El levantamiento de estas variables permite contar con una base sólida sobre la cual se puede trabajar futuras pruebas experimentales, a través del uso de BCI, en la que se puede complementar con el uso de las señales EEG tienen potencial de ofrecer información crítica para personalizar tratamientos para los pacientes con problemas de adicción a las drogas.

El estudio tiene varios desafíos, como la dificultad de obtener una muestra lo suficientemente grande que garantice los resultados que se deriven de la investigación y los altos costos asociados a los equipos de BCI de alta precisión, contemplando que en el Ecuador la cantidad de CETAD (Centros Especializados de Tratamiento de Adicciones) que cumplen con los lineamientos y exigencias del MSP (Ministerio de Salud

Pública) y que, por ello, se encuentran aprobados ha disminuido notablemente y que tengan una población de personas menores a los 18 años.

Sin embargo, los datos iniciales son prometedores y sugieren que con la intervención de la tecnología BCI se puedan obtener alternativas viables y efectivas para mejorar los actuales programas de adicciones a futuro.

## **5. Conclusiones**

Aunque nos encontramos en una fase preliminar los datos obtenidos representan una gran oportunidad para futuras evaluaciones.

Este estudio preliminar ha permitido identificar variables claves que implican un avance para establecer las bases sobre las cuales se desarrollará nuevas investigaciones, en la que se utilizarán algoritmos de K-means, para agrupar y clasificar los datos recopilados en grupos de pacientes que tienen características y perfiles similares, para complementar con un levantamiento de los patrones cerebrales a través del uso de la tecnología BCI, de manera no invasiva, en la que se puedan realizar descubrimientos relevantes, con el propósito de trabajar en la creación de tratamientos personalizados para las personas que tienen problemas de adicción.

Estas variables, aunque de manera independiente son claves en este tipo de investigación, con el aporte de las pruebas experimentales con el dispositivo EEG, permite obtener información fundamental que se centrará en evaluar la efectividad de las intervenciones personalizadas basadas en la actividad cerebral en tiempo real.

Se espera que los resultados de las siguientes fases del estudio proporcionen información crítica sobre la tasa de recaída, adherencia de los tratamientos, e incluso personalización en tratamientos.

## 6. Agradecimientos

Este trabajo fue posible gracias al apoyo de la colaboración del CETAD Los Libertadores, quienes proporcionaron datos y soporte técnico para el análisis de señales EEG. Agradecemos especialmente al psicólogo Dr. Luis Guerrero y su equipo multidisciplinario, por su valioso aporte y al equipo multidisciplinario por su asistencia y colaboración en esta fase inicial.

Una especial mención a nuestro equipo de tesis que contribuyeron en la investigación y levantamiento de los datos, los Ing. John Byron Morante y Michael Palma.

## 7. Referencias

- Baquero, A. A. D., & Roa, S. M. C. (2019). Actividad eléctrica cerebral de la atención en adolescentes policonsumidores usando un equipo BCI (brain control interface). *Acta Colombiana de Psicología*, 22(1), 175-201.  
<https://doi.org/10.14718/acp.2019.22.1.9>
- Galisteo, J. T. (2021). *Propuesta de modelos predictivos en salud mental para la personalización de terapias de rehabilitación en pacientes con adicciones* [Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid].  
<https://doi.org/10.20868/upm.thesis.68120>
- Corrales Bastidas, E. F. (2021). *Desarrollo de un sistema BCI basado en redes neuronales y movimientos de la cabeza para el manejo de un ordenador*.  
<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20288>
- Odilon, M., Javier, F., & Simón, A. (2019). Salud mental y drogas. *Tepexi Boletín Científico de La Escuela Superior Tepeji Del Río*, 6(12), 48–53.  
<https://doi.org/10.29057/estr.v6i12.4307>
- American Psychiatric Association . (2024). ¿Qué es el trastorno por consumo de sustancias? Psychiatry.org. <https://www.psychiatry.org/patients-families/la-salud-mental/trastorno-por-consumo-de-sustancias/que-es-trastornos-por-consumo-de-sustancias>
- Rehably. (2023). *Avances en tratamientos y terapias futuras para adicciones*. Rehably.es. <https://rehably.es/blog/los-nuevos-tratamientos-contra-la-adiccion-las-terapias-del->

[furguro#:~:text=Terapia%20de%20neurofeedback%20Realidad%20virtual%20par  
a%20la%20prevenci%C3%B3n,animales%20Realidad%20aumentada%20para%  
20la%20terapia%20de%20exposici%C3%B3n](#)

Nieto Jeux, A. (2021). Algoritmos de aprendizaje automático: un estudio de su difusión y utilización | Archivo Digital UPM. Oa.upm.es. <https://oa.upm.es/68484/>

Ospina Cuervo, J. C., & Vargas Montoya, H. F. (2022). Sistemas interfaces cerebro-computador (BCI): amenazas y ataques cibernéticos. INGENIARE, 33, 41–52.  
<https://doi.org/10.18041/1909-2458/ingeniare.33.9733>

Mella, C. (2023, January 31). *H, el cóctel mortal de heroína, cemento y pintura que causa estragos en Guayaquil*. El País. <https://elpais.com/internacional/2023-01-31/h-el-coctel-mortal-de-heroina-cemento-y-pintura-que-causa-estragos-en-guayaquil.html>

France 24. (2023, January 19). *La “H”, la droga que carcome a los más pobres en Ecuador*. France 24. <https://www.france24.com/es/minuto-a-minuto/20230119-la-h-la-droga-que-carcome-a-los-m%C3%A1s-pobres-en-ecuador>

Franco-Coffré, J., Oviedo-Rodríguez, R., Donoso Triviño, A., Piedra-Chávez K. y Cujilán-Alvarado M. (2020). ¡Quo Vadis Joven! Relatos del abuso de drogas en jóvenes de Guayaquil, Ecuador. *Cultura de los Cuidados* (Edición digital), 24 (56) Recuperado de <http://dx.doi.org/10.14198/cuid.2020.56.03>  
<https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/106012/1/CultCuid56-26-41.pdf>