

# Simulador de Ondas Beta Obtenidas a Través de un Generador de Números Pseudoaleatorios, un Análisis de Similitud de Datos

Dra. Mercedes Flores Flores<sup>1</sup>, Dra. Griselda Cortés Barrera<sup>2</sup>,  
Dr. Abraham Jorge Jiménez Alfaro<sup>3</sup> y Mtro. Edgar Corona Organiche<sup>4</sup>



*Acerca de los autores...*

<sup>1,2,3,4</sup> Académico de la División de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec.

## Resumen

**E**sta investigación es resultado de un análisis llevado a cabo con la obtención de ondas beta a través de un dispositivo Interfaz Cerebro-Computadora (BCI) y la generación de números pseudoaleatorios, así como la gran diversidad que tiene

la simulación para relacionarse con muchas disciplinas, entre éstas, el reconocimiento y la medición eléctrica de los pulsos emitidos por el sistema nervioso central (SNC) y la medición de la concentración de una persona. Estos pulsos generados a través de pequeñas corrientes eléctricas, pueden ser obtenidos a través de las ondas beta; existen diversos dispositivos para medir la actividad cerebral, como pueden ser la medición de las señales generadas mediante un estudio de electroencefalografía, y otros como el BCI, capaz de registrar los tipos de ondas que genera el cerebro es el EMOTIV EPOC+, en una experimentación llevada a cabo con diversos pacientes, en este caso estudiantes, para medir a través del BCI los valores generados por los pulsos eléctricos del sistema nervioso central SNC y cómo se diversifican los resultados si al paciente se le encomienda resolver diversas tareas que infieren en la actividad cerebral, incógnitas que van elevando el nivel de complejidad a esto se refiere el Taks Evoked Activity, es decir, la actividad evocada por tareas.

En un principio, la investigación incluía un promedio de 40 estudiantes, a los cuales se les pondría a resolver operaciones matemáticas sencillas y se iría elevando el nivel de complejidad para registrar el comportamiento cerebral; sin embargo, debido a la emergencia sanitaria del Covid-19, fue necesario llevar a cabo la experimentación de forma simulada, es decir con los primeros registros que se obtuvieron con el BCI, se analizó el comportamiento y se hizo una analogía de cómo poder simular el comportamiento del cerebro ante los estímulos de las actividades evocadas por tareas; para ello se generaron intervalos, determinando de forma completamente aleatoria, una tarea para un usuario y de acuerdo al número pseudoaleatorio generado, representaría la onda beta simulada.

**Palabras clave:** Ondas cerebrales, Ondas beta, Electroencefalograma, Números pseudoaleatorios, Simulación.

## **Abstract**

*This research is the result of an analysis carried out with the obtaining of beta waves through a Brain Computer-Interface (BCI) device and the generation of pseudo-random numbers, as well as the great diversity that the simulation has to relate to many disciplines, among these, the recognition and electrical measurement of the pulses emitted by the central nervous system (CNS) and the measurement of a person's concentration. These pulses generated through small electrical currents, can be obtained through beta waves; there are various devices to measure brain activity, such as the measurement of the signals generated by an electroencephalography study, and others such as the BCI, capable of recording the types of waves generated by the brain is the EMOTIV EPOC+, in an experiment carried out carried out with various patients, in this case students, to measure through the BCI the values generated by the electrical pulses of the central nervous system CNS and how the results are diversified if the patient is entrusted with solving various tasks that infer brain activity, unknowns that increase the level of complexity, this is what the Taks Evoked Activity refers to, that is, the activity evoked by tasks.*

*Initially, the research included an average of 40 students, who would be asked to solve simple mathematical operations and the level of complexity would be raised to record brain behavior; however, due to the Covid-19 health emergency, it was necessary to carry out the experimentation in a simulated way, that is, with the first records obtained with the BCI, the behavior was analyzed and an analogy was made of how being able to simulate the behavior of the brain before the stimuli of the activities evoked by tasks; For this, intervals were generated, determining in a completely random way, a task for a user and according to the generated pseudo-random number, it would represent the simulated beta wave*



**Keywords:** Brain waves, Beta waves, Electroencephalogram, Pseudorandom numbers, Simulation.

## Introducción

La simulación como una técnica de análisis de datos y experimentación, sin duda es una de las herramientas más útiles para experimentar posibles resultados a diversos fenómenos; con la ayuda de ésta herramienta se logra reproducir un fenómeno de manera artificial, por ejemplo los simuladores de vuelo permiten representar de manera figurada situaciones de riesgo o emergencia en vuelo para los pilotos aviadores, mismas que deben resolver como una vivencia real, con la diferencia de que así no se pone en riesgo las vidas de los usuarios, siendo un entrenamiento básico para este tipo de profesionistas. Otro ejemplo es la simulación sobre los daños que puede llegar a causar un tornado, un huracán, un sismo, entre otros fenómenos naturales, considerando que cualquier fenómeno factible de estudiar y/o experimentar, se puede simular.

Para el caso de esta investigación, se simuló el comportamiento de las ondas cerebrales tipo beta, que genera el sistema nervioso central (SNC) al ser estimulado para resolver tareas; primero se llevaron a cabo diversos experimentos a un grupo de aproximadamente 40 estudiantes, a los cuales se les colocó sobre el cuero cabelludo la diadema Emotiv Epoc+ que es un dispositivo de interfaz cerebro-computadora (BCI), misma que registra a través de diversos sensores, la actividad de las ondas cerebrales,

entre ellas las ondas beta. A continuación se describe el desarrollo de la investigación, la generación de las ondas beta a través de un simulador con valores obtenidos mediante un generador de números pseudoaleatorios y la herramienta Excel.

## I. Desarrollo

### I.1 Las ondas tipo beta y la actividad cerebral

Las ondas beta en general, registran parte de la actividad cerebral en cuestiones de concentración de una persona o bien cómo es que se estimula ésta a través de la resolución de tareas. Se puede decir que se consideró el *taks evoked activity*, es decir, la actividad evocada por tareas, como la forma para estimular la activación cerebral. El procedimiento fue el siguiente:

- 1.- Se colocó a los estudiantes la diadema Emotiv EPOC+.
- 2.- Se les solicitó la resolución de operaciones matemáticas sencillas, y una vez que el estudiante las resolvía, se fue aumentando el nivel de complejidad de la operación.
- 3.- Se obtuvieron los valores que registraba la diadema, en específico las ondas beta, indicando qué tanto se estimulaba el cerebro y si esta actividad se veía reflejada en las ondas beta.

Cabe señalar que las ondas cerebrales son un reflejo directo de la función del sistema nervioso central. El estudio del SNC nos lleva a tratar de entender el comportamiento de éste, y la comunicación entre las neuronas, que se cuantifican por millones. Las neuronas tienen comunicación a través de pequeños impulsos eléctricos, que se denominan ondas cerebrales, mismas que se pueden medir. Cada onda generada por el SNC tiene diferente tipo de frecuencia, unas son más rápidas que otras y si se utilizan filtros en las señales, se pueden observar de forma más detallada.

Una técnica con la que se puede registrar la actividad eléctrica del SNC es la electroencefalografía que genera electroencefalogramas, misma que mediante sensores colocados en puntos específicos sobre la cabeza, permite observar esta actividad en forma de ondas, como las cerebrales, que se miden en ciclos por segundos, es decir en Hertz (Hz) (Neurofeedback, Barcelona).

Dentro de la clasificación de las ondas cerebrales, de acuerdo a su frecuencia y amplitud, se utilizan las letras griegas Alfa, Beta, Delta, Theta y Gama, cada una oscila en diferente frecuencia y voltaje de pulso eléctrico; por ejemplo, en un estado mental considerado hipnótico o en meditación, se presenta la onda delta, que oscila en una frecuencia entre 0.5 y 4.0 Hertz (Hz) y un voltaje entre 10 y 50 micro volts.

Por otra parte, las ondas beta, reflejan un estado mental de alerta máxima, su frecuencia oscila entre los 13 y 25 Hertz y su voltaje entre los 150 y 200 micro volts.

### I.2. *Taks Evoked Activity* (Actividad Evocada por Tareas)

Dentro de las complejidades que resultan de analizar el comportamiento cerebral, está el poder medir la actividad de una persona con una concentración en curso,



llamémosle concentrada en atender algo en específico, como mencionar su nombre, edad, etcétera y está sumada a una actividad evocada; sin embargo, no es posible medir de forma directa la interacción entre ambas actividades, porque la actividad en curso continua variando después del inicio del estímulo.

Según Takuya (2020), las activaciones de tareas pueden inflar las estimaciones de conectividad funcional de tareas en datos humanos registradas en imágenes de resonancia magnética. Es importante destacar que la respuesta evocada por la tarea media es un procedimiento estándar en la literatura de picos. De acuerdo con su investigación, para separar o disociar las correlaciones de señal de tarea con las correlaciones de ruido en la función de la imagen de resonancia magnética (IRM), se debe considerar que las correlaciones de señal y de ruido son estadística y conceptualmente análogas a las coactivaciones de tareas y la conectividad funcional.

Por otra parte, Biyu (2013) señala que la actividad en curso y la actividad evocada por la tarea, suman sin interacción, entonces, el promedio entre los ensayos suprimirá la variabilidad de la actividad en curso, atendiendo o considerando la respuesta verdadera evocada por la tarea. Biyu utilizó la Ley de variación de sumas para estimar la superposición de la actividad espontánea y la actividad evocada, y determinó que éstas varían independientemente una de la otra.

### I.3 Interfaz cerebro-computadora (BCI) Emotiv EPOC+

Es un dispositivo/sistema de detección neuroeléctrica que capta y amplifica las ondas cerebrales generadas por diferentes estímulos mentales; el dispositivo es capaz de obtener las señales que emite el SNC (alfa, beta, gama, delta y theta); sus componentes principales son 14 electrodos, divididos en sensores, que se colocan en ambos hemisferios en el cuero cabelludo para realizar pruebas de electroencefalogramas (véase Figura 1).



Figura 1

Dispositivo BCI Emotiv EPOC+(Emotiv EPOC+)

### I.4 Generación de números pseudoaleatorios y la simulación de ondas beta

Una de las formas en que se puede simular, es utilizando números pseudoaleatorios; por ejemplo, se puede considerar simular una línea de espera a través de una distribución de probabilidad, como puede ser una uniforme o exponencial y los números pseudoaleatorios, mismos que pueden ser generados mediante alguna herramienta de software de aplicación, como puede ser Excel o a través de métodos generadores, de los cuales existen muchos y variados, como el congruencial, aditivo, multiplicativo decimal, multiplicativo binario, mixto, de congruencias, entre otros. Para el caso de

esta investigación, se utilizó el método mixto de congruencias, cuya metodología de generación de números pseudoaleatorios, también conocidos como (ri), se describe a continuación.

### 1.4.1 Método mixto de congruencias

1.- Se toma **a** como una constante multiplicativa, **n<sub>0</sub>** como una semilla para iniciar la generación de números, **c** como una constante aditiva y **mod m** como un módulo; pero es importante que **a**, **n<sub>0</sub>**, **c** y **mod m** no sean múltiplos; la generación se lleva cabo de la siguiente manera (Azarang, 1996):

$$n_{i+1} = (a \times n_0 + c) \approx - \text{mod } m$$

$$n_{i+1} = mrc;$$

$$r_{i+1} = mrc/\text{mod } m$$

$$n.a. = 0. \_ \_ \_ \_ \_$$

**Donde:**

**mrc:** es el residuo de la división del resultado de **(a\*n<sub>i</sub> + c)** entre **mod m**

**n<sub>i+1</sub>:** es la nueva semilla para continuar la generación de **ri**

**n.a.:** número aleatorio que se genera de la división de la **mrc** entre el módulo **mod m**

Para esto se simuló de acuerdo con los números que se generaban, y se colocaron en el intervalo considerado, conforme los números que registró la diadema Emotiv EPOC+ de la siguiente forma:

El dispositivo Emotiv EPOC+ genera valores en  $\mu$ Volts (microvolts), los rangos de la diadema principalmente están entre 0.2 y 2.500, por lo que el criterio para determinar los intervalos fue el siguiente:

Cada uno de los electrodos genera un valor entre 0.2 y 2.500, cada dato es representado con un número entre 0.2 y 2.500 y estos valores son representados de acuerdo con los rangos, como lo muestra la Tabla 1:

**TABLA 1**  
**RANGOS DE VALORES DE LO ri Y LOS VALORES SIMULADOS**

Rango del valor del ri	Valor simulado
0.0-0.20	0.30-0.65
0.20-0.40	0.65-0.95
0.40-0.60	0.95-1.45
0.60-0.80	1.45-1.85
0.80-1.0	>2.500

De acuerdo al valor del **ri** generado, con las consideraciones de los rangos establecidos para el valor que genera la diadema Emotiv EPOC+ en microvolts ( $\mu$ V)

## I.5. Experimentación con Emotiv EPOC+ y números pseudoaleatorios

### I.5.1 Materiales y métodos

#### Materiales:

- Diadema Emotiv EPOC+
- Líquido limpiador
- Hojas de registro
- Computadora
- Mesa
- Silla

#### Métodos

Se colocó la diadema Emotiv EPOC+ a cada uno de los estudiantes para solicitarles realizar una serie de tareas de resolución de operaciones matemáticas; primeramente las más sencillas, como hacer una adición o sustracción, y progresivamente se fue aumentando el nivel de complejidad de la operación; los valores que se iban obteniendo con la diadema, se fueron registrando.

Una vez que se consiguieron todos los registros de los estudiantes, se hizo un análisis sobre los resultados.

Como se comentó en la introducción, no fue posible llevar a cabo toda la experimentación con los 40 estudiantes, debido a que las clases presenciales tuvieron que ser suspendidas; entonces, la sugerencia fue llevar a cabo la experimentación pero de forma simulada, utilizando un método generador de números pseudoaleatorios.

El dispositivo Emotiv EPOC+ como se explicó, tiene 14 sensores; para esta experimentación, solo se consideraron ocho mediciones de las ondas beta en específico, a estos valores que se generan por miles, solo se consideraron 500 datos de los obtenidos con la diadema, ya que se simularían a través de un método 500 números, que serían asociados a los valores generados por el dispositivo, dando como resultado la Tabla 2.



**TABLA 2**  
**GENERACIÓN DE VALORES CON EL DISPOSITIVO EMOTIV EPOC+ Y EL MÉTODO MIXTO DE**  
**CONGRUENCIAS**

No. de Medición	Valor generado por el dispositivo Emotiv EPOC+ en el sensor AF3/ beta L	Valor generado por el dispositivo Emotiv EPOC+ en el sensor AF3/ Beta H	No. Pseudoaleatorio generado a través del método mixto con $a=139$ , $c=34$ , $n_0=17$ , $\text{mod } m=1372$ 1era generación	No. Pseudoaleatorio generado a través del método mixto con $a=139$ , $c=34$ , $n_0=17$ , $\text{mod } m=1372$ 1era generación Rango del ri	Valor generado por el dispositivo Emotiv EPOC+ en el sensor AF3/ beta L	Valor generado por el dispositivo Emotiv EPOC+ en el sensor AF3/ Beta H	No. Pseudoaleatorio generado a través del método mixto con $a=139$ , $c=34$ , $n_0=17$ , $\text{mod } m=1372$	No. Pseudoaleatorio generado a través del método mixto con $a=139$ , $c=34$ , $n_0=17$ , $\text{mod } m=1372$
1	0.28	0.202	0.74708	0.68953	1.05	0.473	0.08896146	0.846379
2	0.299	0.182	0.86953	0.550065	1.144	0.528	0.14764855	0.696279
3	0.328	0.173	0.23250	0.036744	1.168	0.599	0.75133518	0.139563
4	0.37	0.173	0.34329	0.951261	1.128	0.659	0.5737785	0.574016
5	0.42	0.176	0.74271	0.122074	1.038	0.681	0.93450728	0.7901525
6	0.476	0.177	0.26166	0.400001	0.914	0.65	0.93792535	0.893122
7	0.546	0.174	0.39577	0.006749	0.803	0.575	0.55223243	0.571305
8	0.641	0.171	0.03717	0.268473	0.759	0.482	0.53373821	0.116304
10	0.77	0.176	0.19169	0.26538	0.799	0.398	0.6032899	0.101134
11	0.929	0.195	0.66982	0.428479	0.918	0.343	0.78096866	0.123226
12	1.086	0.232	0.13046	0.614856	1.084	0.32	0.28485977	0.518022
13	0.28	0.202	0.15962	0.68953	1.05	0.473	0.08896146	0.449294
14	0.299	0.182	0.21209	0.550061	1.144	0.528	0.14764855	0.282218
500	0.328	0.173	0.50655		1.168	0.599		0.647947

Con el dispositivo Emotiv EPOC+ se llevaron a cabo las mediciones para los sensores AF3/Beta L, AF3/Beta H, T7/Beta L, T7/Beta H, Pz/Beta L, Pz/Beta H, T8/ Beta L, T8/ Beta H. La Tabla 2 muestra los valores que generó el dispositivo y los valores que se produjeron a partir del método mixto de congruencias, y para la relación de los rangos simulados, se consideraron los siguientes valores para la generación de números pseudoaleatorios  $a=139$ ,  $n_0=17$ ,  $c=34$  y  $\text{mod } m=1372$ ; cabe señalar que se generaron valores pseudoaleatorios a través de otras formas, como la herramienta Excel para obtener más réplicas y tres tablas semejantes a la Tabla 2, que por cuestiones de espacio no se incluyen en este artículo.

Posterior a ello, se hizo una revisión de la similitud de los valores obtenidos con la diadema y los que se generaron con el método; para finalizar, se hizo un análisis de varianza para determinar la variación que existió entre los valores que generó el dispositivo Emotiv EPOC+ y los números pseudoaleatorios generados por el método, dando los siguientes resultados. (Véase Tabla 3 y Tabla 4).



## II. Resultados y análisis

Se procedió a realizar un análisis de varianza para determinar la de variación entre los valores que generó el dispositivo Emotiv EPOC+ y los valores producidos a partir del método mixto y de la herramienta Excel, dando como resultado las tablas que se incluyen a continuación (véase Tabla 3 y Tabla 4).

Para este artículo, solo se presenta una muestra de los valores generados con el BCI, con el método y con la herramienta Excel.

**TABLA 3**  
**ANÁLISIS DE VARIANZA DE LOS DATOS GENERADOS CON EL DISPOSITIVO EMOTIV EPOC+**

No. de dato generado por el dispositivo Emotiv EPOC+	$X_i$	$X$	$(X_i - X)$	$(X_i - X)^2$
1	0.28	0.28	$0.28 - 1.30443 = -1.02443$	1.04945
2	0.299	$0.28 + 0.299 = 0.579$	$0.299 - 1.30443 = 1.0054$	1.010829
3	0.328	$0.328 + 0.579 = 0.907$	$0.328 - 1.30443 = -0.97643$	0.95341
4	0.37	$0.37 + 0.907 = 1.277$	$0.37 - 1.30443 = -0.93443$	0.98889
5	0.42	$0.42 + 1.277 = 1.697$	$0.42 - 1.30443 = -0.88443$	0.782216
6	0.476	$0.476 + 1.697 = 2.173$	$0.476 - 1.30443 = -0.82843$	1.22553
7	0.546	$0.546 + 2.173 = 2.719$	$0.546 - 1.30443 = -0.75843$	1.15537
8	0.641	$0.641 + 2.719 = 3.36$	$0.641 - 1.3443 = -0.66343$	
9	0.77	$0.77 + 3.36 = 4.13$	$0.77 - 1.30443 = -0.53443$	0.28561
10	0.929	$0.929 + 4.13 = 4.9$	$0.929 - 1.30443 = -0.37543$	0.140197
11	1.086	$1.086 + 4.9 = 5.986$	$1.086 - 1.30443 = 0.55557$	0.308658
12	1.203	$1.203 + 5.986 = 7.072$	$1.203 - 1.30443 = -0.10143$	0.010288
13	1.267	$1.267 + 7.072 = 10.274$	$1.267 - 1.30443 = -0.03743$	0.00140
14	1.297	$1.297 + 10.274 = 11.571$	$1.297 - 1.30443 = -0.00743$	0.000055
500	$\Sigma X =$ $652.215/500 =$ 1.30443	$X/n = 1.30443$	$\Sigma(X_i - X)$	$\Sigma(X_i - X)^2 =$ <b>161.2096</b>

Ahora se obtiene la varianza y la desviación estándar de los valores generados en el análisis de los datos obtenidos con la diadema Emotiv EPOC+

$$S^2 = \frac{\sum(X_i - X)^2}{n-1}$$

Sustituyendo

$$S^2 = 161.2096 / 499 = 0.323065$$

$$s = \sqrt{0.323065} = 0.568388$$

Ahora se analizarán los datos relacionados con la generación de números pseudoaleatorios a través del método mixto de congruencias y la herramienta Excel, como lo muestra la Tabla 4.

**TABLA 4**

**RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE VARIANZA, DE ACUERDO CON LOS DATOS GENERADOS CON EL MÉTODO MIXTO DE CONGRUENCIAS Y LA HERRAMIENTA EXCEL.**

No. de dato generado por el método mixto y la herramienta Excel	$X_i$	$X$	$(X_i - X)$	$(X_i - X)^2$
1	0.74708	0.74708	0.74708-1.2002=-0.45312	0.205317
2	0.86953	0.74708+0.86953=1.61661	0.86953- 1.2002=-0.33067	0.10934
3	0.23250	1.61661+0.23250=1.85186	0.23250- 1.2002=-0.9677	0.93644
4	0.34329	1.85186+0.34329=2.19515	0.34329- 1.2002=-0.8569	0.734294
5	0.74271	2.19515 +0.74271=2.93786	0.74271- 1.2002=-0.45749	0.20929
6	0.26166	2.93786+0.26166=3.19952	0.26166- 1.2002=-0.93854	0.88057
7	0.39577	3.19952+0.39577=3.59529	0.39577- 1.2002=-0.80443	0.64710
8	0.03717	3.59529+0.03717=3.63246	0.03717- 1.2002=-1.16303	1.35263
9	0.19169	3.63246+0.19169=3.82415	0.19169- 1.2002=-1.99851	1.01709
10	0.66982	3.82415+0.66982=4.49397	0.66982- 1.2002=-0.53038	0.281302

11	0.13046	4.49397+0.15962= 4.65359	0.13046- 1.2002=- 1.06974	1.14434
12	0.15962	4.65359+0.15962 = 4.81321	0.15962- 1.2002=- 1.04058	1.08280
13	0.21209	4.81321+0.21209= 5.0253	0.21209- 1.2002=- 0.98811	0.97631
14	0.50655	5.0253+0.50655= 5.53185	0.50655- 1.2002=- -0.69365	0.481150
500	X =500	X/n =600.129 /500 = 1.2002	$\sum(X_i - X)=-$ <b>349.135948</b>	$\sum(X_i - X)^2 =$ <b>280.623157</b>

Nuevamente se obtiene la varianza y la desviación estándar de los valores generados en el análisis de los datos obtenidos con el método mixto de congruencias y la herramienta Excel.

$$S^2 = \sum(X_i - X)^2 / n-1$$

Sustituyendo

$$S^2 = 280.623157 / 499 = 0.562371$$

$$s = \sqrt{0.562371} = 0.749913$$

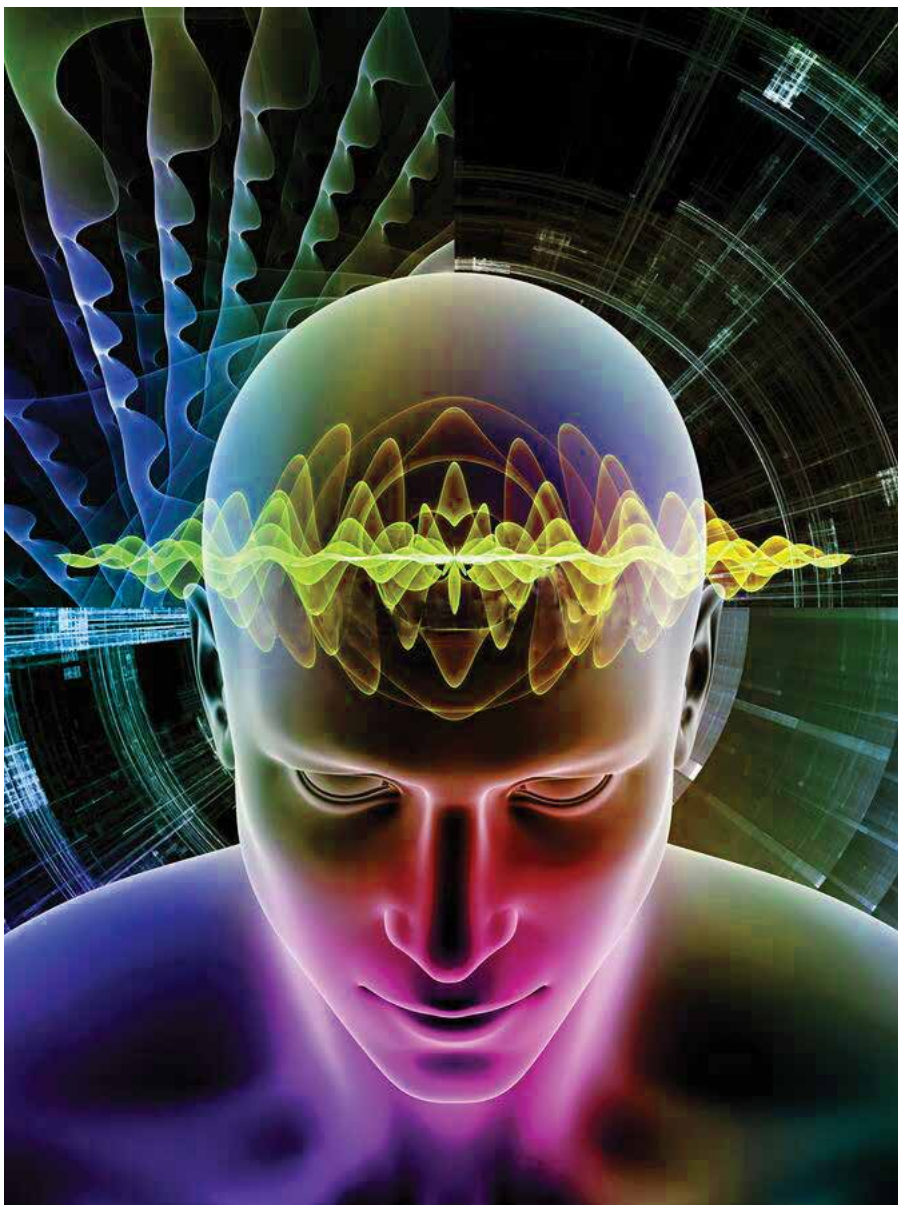
## Conclusiones

Esta investigación originalmente pretendía medir las ondas cerebrales tipo beta a un promedio de cuarenta estudiantes y observar los cambios en los rangos generados por el BCI acorde a una actividad evocada por tareas, así como registrar los cambios



significativos en el comportamiento de las ondas cerebrales; sin embargo, debido a la emergencia sanitaria generada por el Covid-19 no fue posible llevar a cabo las mediciones a todos los estudiantes, por lo que se decidió simular los valores obtenidos a través de un generador de números pseudoaleatorios, en este caso, el método mixto de congruencias.

De acuerdo con la experimentación realizada, se llevaron a cabo un promedio de 40 ejecuciones de 500 números, tanto los generados por el BCI como con el método mixto de congruencias y la herramienta Excel. Para este artículo, solo se presentaron las tablas del análisis de 500 números. Se observó una variación promedio de 0.05 a 0.30 entre ambos análisis, lo que demuestra que la simulación es una herramienta útil para estimar resultados de fenómenos experimentales, así como en proyectos o investigaciones multidisciplinarias.



## Referencias

Azarang, M. (1996). *Simulación y análisis de modelos estocásticos*. México: Mac Graw Hill.

Neurofeedback Barcelona. (2022, 24, 01) "El lenguaje de nuestras neuronas". En línea: disponible en: [https://www.neurofeedback.cat/?gclid=EAlaIqobChMI6qK8ooD09QIVQh9Ch3C8A6jEAAYASAAEgJ2HvD\\_BwE](https://www.neurofeedback.cat/?gclid=EAlaIqobChMI6qK8ooD09QIVQh9Ch3C8A6jEAAYASAAEgJ2HvD_BwE)

Neurofeedback. "Qué son las ondas cerebrales". (2022, 27, 02) En línea: disponible en: <https://www.neurofeedback.cat/que-son-las-ondas-cerebrales/>

Emotiv EPOC+ (2022, 26,02). "Dispositivo EEG Brainwear móvil más fiable y rentable del mercado". En línea: disponible en: [www.emotiv.com](http://www.emotiv.com)

Takuya, I. (2020) "Taks Evoked Activity quenches neural correlations and variability across cortical areas. *Plos Computacional Biology*". En línea: Disponible en: [ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7425988](https://ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7425988)

Biyu. J. (2013) Spontaneous taks evoked brain activity negative interact. *The Journal of Neuroscience*. En línea. Disponible en: [ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3637953](https://ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3637953)