

Fragancias ambientales e intención de compra según la electroencefalografía: Una investigación pionera en neuromarketing en la academia venezolana

Arturo Romero

Profesor Asociado UCAB

Rubén Carvajal

Profesor Asociado UCAB

Resumen

La investigación académica en neuromarketing es una interdisciplina emergente en Venezuela que combina técnicas de la neurociencia, el mercadeo y la psicología para comprender mejor las preferencias de los consumidores y sus posibles intenciones de compra. Este trabajo buscó validar si la asimetría frontal alfa puede usarse como correlato neuronal frente a tres estímulos olfativos (agradable, desagradable y neutro) provenientes de tres productos con fragancias ambientales. Para ello, se contrastó la actividad electroencefalográfica frontopolar de cuatro sujetos voluntarios con las respuestas conscientes de sus preferencias e intención de compra hacia esos productos. Se encontró que tanto la preferencia declarada como la actividad frontopolar predicen de manera significativa la intención de compra. Sin embargo, la actividad frontopolar no ayudó a determinar la preferencia de producto. Estos hallazgos refuerzan la idea de que las mediciones neurofisiológicas, sumadas a los reportes verbales, pueden utilizarse como modelos predictivos válidos de la intención de compra. Este trabajo es el primero de su tipo en la academia venezolana y abre nuevas posibilidades de investigación en el campo del neuromarketing.

Palabras clave: neuromarketing; electroencefalografía; asimetría frontal alfa; intención de compra; preferencias.

Ambient fragrances and purchase intention according to electroencephalography: Pioneering research in Neuromarketing in Venezuelan Academia

Abstract

Academic research in neuromarketing is an emerging interdiscipline in Venezuela that combines techniques from neuroscience, marketing and psychology to better understand consumer preferences and possible purchase intentions. This work sought to validate whether frontal alpha asymmetry can be used as a neural correlate to three olfactory stimuli (pleasant, unpleasant and neutral) from three environmental fragrances. For this purpose, the electroencephalographic frontopolar activity of four volunteer subjects was contrasted with the conscious responses of their preferences and purchase intention towards these products. Both stated preference and frontopolar activity were found to significantly predict purchase intention. However, frontopolar activity did not help determine product preference. The model found reinforces the idea that neurophysiological measurements, coupled with verbal reports, can be used as an efficient predictive model of product purchase intention. This work is the first of its kind in Venezuelan academia and opens new research possibilities in the field of neuromarketing.

Key words: neuromarketing; electroencephalography; alpha frontal asymmetry; purchase intention; preferences.

Introducción

La difusión académica en neuromarketing ha crecido en Venezuela desde 2009, fecha en la que se inicia el primer diplomado de 120 horas de este tipo en el Instituto Universitario Américo Vespucio (TECAV). Se impulsa como área de investigación a partir de 2015 cuando se ofrece como asignatura electiva en la Universidad Católica Andrés Bello (UCAB). Se consolida a partir de 2018 cuando se ofrece a nivel internacional con el Diplomado de Neuromarketing en el Centro Internacional de Actualización Profesional (CIAP-UCAB) y, desde 2022, se consolida con la inauguración del Laboratorio de Investigación Conductual de la UCAB, establecido con fines de docencia, investigación y consultoría en neurociencias aplicadas a los negocios, la educación y otros campos (Carvajal, 2021; Lafontant, 2022; Rodríguez, 2018)

Si bien en 2003 se inició la oferta de servicios en neuromarketing para empresas venezolanas (Apicella, 2015) es a partir de 2018 que se empieza a divulgar en la academia venezolana la idea de aplicar los principios de la neurociencia en la investigación y la docencia en neuromarketing y neuroeducación (Carvajal, 2018).

Y aunque estos esfuerzos todavía distan del alcance que ha tenido la investigación en neuromarketing en otros países (Alsharif et al., 2020; Mordor, 2021; Shahriari et al., 2020) se ha avanzado hasta el punto de poder justificar su difusión como disciplina de investigación académica. Para los gerentes, psicólogos y académicos en mercadotecnia es de vital importancia conocer esta nueva disciplina de investigación de mercados que aplica las técnicas de la neurofisiología en la comprensión de las preferencias de los consumidores y sus posibles intenciones de compra (Atli, 2020; Spence, 2016).

1.1. Neuromarketing

El Neuromarketing es una disciplina multidimensional emergente que se basa en conceptos y metodologías de la neurociencia, el mercadeo y la psicología, entre otras (Cardoso et al., 2022; Lozano y García, 2017; Stasi et al., 2017; Vecchiato et al., 2014). Esta permite profundizar en aspectos pocos conocidos sobre las preferencias no conscientes de los consumidores, al presentar diversos enfoques ante un mismo problema.

Gracias al desarrollo constante de nuevas tecnologías la investigación, el neuromarketing dispone de una serie de herramientas (Šola et al., 2021) que ayudan a entender mejor las respuestas no conscientes de los consumidores, que no dependen completamente de lo declarado explícitamente por aquellos, sino en las respuestas implícitas generadas por el sistema nervioso autónomo, que se manifiestan en la expresividad facial emocional, el nivel de sudoración, la dilatación pupilar, los movimientos rápidos de los ojos y las respuestas cerebrales al ver un producto, un comercial, una marca o incluso al probarlos con sentidos como el olfato o el gusto.

Cada vez más se reconoce la importancia del rol de los procesos no observables durante la toma de decisiones: las emociones, los prejuicios y los valores son cada vez más importantes como factores intrínsecos para entender las elecciones de los consumidores (Stasi et al., 2017). Diversas evidencias apoyan la idea que buena parte del sustrato neural de las emociones se corresponde con cambios en el patrón de actividad causada por estímulos externos o internos, hasta el punto de que se empieza a hablar de la existencia de un afectoma (Cromwell et al., 2020; Davidson, 2004).

Una de las herramientas neurométricas más sofisticadas y de menor costo empleadas en las investigaciones en neuromarketing es la electroencefalografía (EEG) que permite tener una medida generalizada de las fluctuaciones en

ARTURO ROMERO Y RUBÉN CARVAJAL

la actividad cortical cerebral mediante el uso de electrodos colocados en el cuero cabelludo que amplifican el potencial eléctrico de las sinapsis excitatorias de las dendritas de las neuronas piramidales en la corteza. El EEG mide la actividad neuronal en forma de ondas con amplitudes de potencial eléctrico que van de 20-100 microvoltios (μV) y frecuencias de 1-30 Hz, variando estas últimas como: ondas beta: 13-30 Hz, ondas alfa: 8-13 Hz, ondas theta: 4-7 Hz y ondas delta: 0.5-4 Hz (Bear et al., 2007; Kandel et al., 2013)

En el EEG no todas las neuronas contribuyen igualmente en la medición de las ondas. Se refleja principalmente la actividad de las neuronas cercanas al electrodo de manera que estructuras internas como el hipocampo, la amígdala, el tálamo o el tallo cerebral no contribuyen directamente a las mediciones del EEG, lo que hace difícil buscar una correlación entre la actividad de áreas subcorticales con los estímulos externos. Sin embargo, se han realizado estudios que relacionan las neuroimágenes de la Tomografía Eléctrica de Protones (PET) con el EEG llegando a la conclusión que cierto comportamiento de las ondas está relacionado con determinados procesos subyacentes en regiones cerebrales, como por ejemplo procesos atencionales, emocionales, y cognitivos ante una conducta dirigida hacia una meta (Na et al., 2018).

En las investigaciones de neuromarketing por lo general se emplean frecuencias bajas de hasta 10 Hz, que corresponden a las ondas alfa y beta, para poder eliminar posibles artefactos causados por los movimientos musculares, siendo la más idónea las frecuencias alfa (Davidson, 1998). La relación en el rango alfa entre el potencial eléctrico y la actividad o procesamiento cortical es inversa, es decir, a menor potencial alfa implica una mayor actividad (Coan y Allen, 2004; Laufs et al., 2003; Klimesch, 2012; Stasi et. al, 2017).

Entre las ventajas que se tienen con el EEG es que es un procedimiento no invasivo, indoloro, de alta resolución espacial en un corto período de tiempo (milisegundos) que permite detectar acertadamente los cambios en la actividad cerebral por la presentación de estímulos (Kandel et al., 2013; Schomer y Lopes, 2011; Stasi et al., 2017). Por ello, esta herramienta es idónea para la investigación en el neuromarketing ya que permite, con dispositivos EEG inalámbricos, explorar las respuestas corticales del cerebro en ambientes de mercado reales como supermercados y tiendas, no limitándose solo al espacio de un laboratorio como es el caso de los estudios con resonancia magnética funcional (Guo et al., 2018; Ohme et al., 2010).

1.2. Asimetría frontal alfa

La asimetría frontal alfa (AFA) forma parte de los principales modelos en EEG que permite evaluar aspectos motivacionales como la aproximación y retirada ante un estímulo, así como la valencia y excitación (Palmiero y Piccardi, 2017; Sengupta S. et al., 2017) y es uno de los principales criterios que contribuye a entender aspectos de interés en el campo del marketing como lo son las preferencias del consumidor según el nivel de agrado hacia un producto del cual puede derivarse su posible intención de compra. Esta variable cortical se emplea en el neuromarketing principalmente en investigaciones de agradabilidad y atractividad de comerciales, sabor y aroma de alimentos, toma de decisiones (Di Gruttola et al., 2021; Modica et al., 2018; Stasi et al., 2017).

En el caso particular de los aromas, las conexiones olfatorias con la amígdala parecen ser relevantes con la psicofisiología del afecto emocional, produciendo cambios fisiológicos y del humor, teniendo como resultados que la asimetría frontal es mayor en izquierdo ante un estímulo olfativo placentero y agradable, en contraposición de estímulos neutros o desagradables donde no se encontraron diferencia significativa entre estos dos últimos (Kline et al., 2000).

ARTURO ROMERO Y RUBÉN CARVAJAL

La AFA corresponde al grado de la diferencia en la activación cerebral entre el hemisferio frontal derecho e izquierdo y sirve como un índice que permite predecir respuestas emocionales de acercamiento o de evitación. Se ha encontrado que una mayor activación del hemisferio frontal izquierdo corresponde a respuestas de acercamiento ante estímulos agradables apetitivos, y de forma contraria, una activación del hemisferio derecho corresponde a la intención de alejamiento ante un estímulo poco agradable (Davidson, 1998, Stasi et. al, 2017).

Este índice se calcula a partir de la actividad de regiones prefrontales de la corteza cerebral asociadas con el procesamiento afectivo emocional. Los electrodos más frecuentemente usados para calcular la AFA corresponden a las posiciones F3 y F4, desde que fuera descrito por Davidson (1998).

La naturaleza del comportamiento de las ondas cerebrales y la actividad diferencial del potencial eléctrico entre los hemisferios ha llevado a diversas aproximaciones para calcular la AFA mediante fórmulas, tales como: $F4/F3$ o $F4-F3/F4+F3$ (Davidson, 1998), $\text{Log}F4 - \text{Log}F3$ (Baehr et al., 1998), $\text{Ln}F4 - \text{Ln}F3$ (Coan y Allen, 2004), encontrándose una alta correlación entre ellas.

Cuando el resultado de estas fórmulas es positivo se infiere una mayor activación del hemisferio izquierdo -que implicaría una conducta de acercamiento hacia el estímulo- y cuando es negativo se infiere una mayor activación del hemisferio derecho, que se correspondería con una conducta de evitación del estímulo.

El concepto de agradabilidad mencionado en este trabajo está relacionado con el de acercamiento o atracción hacia el producto y está ubicado en el espectro positivo de la valencia emocional. Agrado y desagrado son polos opuestos en el espectro de respuestas afectivas frente a estímulos externo o internos. La EEG ha contribuido a discriminar los correlatos neuronales de las distintas respuestas emocionales dentro de ese espectro (Chatterjee y Byun, 2022; Ramzan y Dawn, 2019).

La AFA también permite evidenciar diferencias individuales en estado de reposo, que pudieran sesgar la interpretación de este índice, encontrándose, por ejemplo, una mayor activación natural del hemisferio derecho en personas depresivas (Baher, 1998; Coan y Allen, 2004; Schaffer et al., 1998; Kline, 2000), razón por la cual siempre deben tomarse en consideración la no inclusión de personas con cualquier tipo de trastorno psiquiátrico o enfermedad mental, no solo por razones estadísticas sino éticas (Hensel et al., 2017).

1.3. Objetivos

1. Validar si la AFA es una medida confiable para discriminar si el estímulo olfativo de un producto es agradable o desagradable según lo declarado.
2. Verificar si la AFA y la preferencia declarada guardan relación significativa con la intención de compra del producto.
3. Verificar si existe una relación entre la AFA y la declaración consciente de preferencia por un producto.

1.4. Metodología

Previo a las mediciones se realizó una prueba piloto en la que se seleccionaron dos fragancias de un mismo producto de limpieza para pisos. La valencia agradable o desagradable del producto se determinó a través del consenso entre varios voluntarios, lo que dio como resultado la selección de una fragancia ambiental recién

comprada en el mercado como estímulo agradable y una fragancia ambiental ya vencida como estímulo desagradable. Se eligió agua como estímulo neutro y café molido como olor borrador (*wash*) entre cada medida.

Participantes

Las cuatro personas de la muestra (no probabilística y accidental) fueron estudiantes de la UCAB (tres mujeres y un hombre) de las carreras de Ingeniería y Comunicación social, con edades entre 20 y 22 años (promedio: 21 años), que respondieron voluntariamente a un llamado realizado a través de telefonía celular para participar en el estudio. Se obtuvo su consentimiento voluntario luego de darles a conocer los detalles del estudio en que participarían.

Procedimiento

Se utilizó un equipo EEG marca Neuronspectrum 5. Se colocaron los electrodos correspondientes a las áreas FP1, FP2, F3, F4, F7 y F8. Para esta investigación se consideraron únicamente los datos recabados de las posiciones F3 y F4, en concordancia con lo descrito por varios autores (Baehr et al., 1998; Coan y Allen, 2004; Davidson, 1998).

La medición de la actividad electroencefálica se dividió así: 30 segundos en reposo y sin estímulos (para fijar la línea base), 10 segundos de la fragancia 1 (control: agua), 10 segundos de la fragancia de borrado (café), 10 segundos de la fragancia 2 (agradable: limpia pisos, recién comprado), 10 segundos de café, 10 segundos de la fragancia 3 (desagradable: limpia pisos, vencido), y 30 segundos de monitoreo de seguimiento post estímulo.

Una vez terminada la electroencefalografía, los participantes respondieron un cuestionario en el cual se midió su preferencia en términos de valencia (agradable o desagradable) y su intención de compra. (Tabla 1).

Tabla 1.

Cuestionario sobre preferencias e intención de compra

| |
|--|
| Carrera: |
| Edad: |
| Sexo: |
| 1. ¿Cuál de las dos fragancias te gustó más? Marca con una equis (X): |
| Fragancia 1 Fragancia 2 Fragancia 3 |
| 2. En una escala del uno al diez, siendo el número 1 “Totalmente desagradable” y el número 10 “Totalmente agradable”: |
| ¿Qué tan agradable te pareció la Fragancia 1? |
| ¿Qué tan agradable te pareció la Fragancia 2? |
| ¿Qué tan agradable te pareció la Fragancia 3? |
| 3. Asumiendo que ambas fragancias costaran lo mismo, en una escala del uno al diez, siendo el número 1 “Nunca la compraría” y el número 10 “Totalmente dispuesto/a a comprarla”: |
| ¿Qué tan dispuesto/a estarías a comprar la fragancia 1? |
| ¿Qué tan dispuesto/a estarías a comprar la fragancia 2? |
| ¿Qué tan dispuesto/a estarías a comprar la fragancia 3? |

Estadísticos

Para el análisis de los datos se utilizó la prueba de Análisis Bifactorial de Varianza de Friedman en procura de diferencias significativas entre la actividad electro encefálica ante los tres estímulos presentados. Para facilitar el análisis y evitar alterar la varianza de la muestra, se eliminaron los datos negativos sumándole 12 unidades a cada uno de los datos obtenidos de la AFA.

Se realizaron una regresión múltiple donde se introdujeron de manera manual la AFA y la preferencia como variables predictoras de la intención de compra.

Resultados

En primer lugar, revisamos la tabla de correlaciones para obtener un primer vistazo a las relaciones entre nuestras variables de estudio. Como puede verse en la tabla 2, la AFA no se correlaciona de manera significativa con la preferencia declarada ante las fragancias presentadas ($r = -,274$; $p: ,195$), pero sí se halló una correlación media, inversa ($r = -,454$) y significativa ($P: ,069$) con un margen de error del 10%.

Esto indica que, si bien la actividad frontopolar no parece relacionarse con el reporte verbal de preferencia, sí se relaciona con la intención de compra del producto en la dirección esperada, es decir, menores valores obtenidos en la AFA indican una mayor intención de compra. Además, existe una correlación alta, positiva ($r = ,922$) y significativa ($P: ,000$) entre la preferencia y la intención de compra.

Tabla 2.

Correlaciones entre asimetría frontal alfa (AFA), intención de compra (IC) y preferencia (P).

Correlaciones

| | | Correlaciones | | |
|------------------------|-----|---------------|-------|-------|
| | | IC | P | AFA |
| Correlación de Pearson | IC | 1,000 | ,922 | -,454 |
| | P | -,454 | 1,000 | -,274 |
| | AFA | ,922 | -,274 | 1,000 |
| p (unilateral) | IC | | ,000 | ,069 |
| | P | ,000 | | ,195 |
| | AFA | ,069 | ,195 | |
| N | IC | 12 | 12 | 12 |
| | P | 12 | 12 | 12 |
| | AFA | 12 | 12 | 12 |

De manera consistente con las correlaciones encontradas, al calcular la regresión múltiple, se pudo ver que el conjunto de variables predictoras (AFA y preferencia) correlacionan de manera alta con la IC ($R = ,945$), explicando un 87% de la varianza de la misma (R cuadrado ajustado = ,87) de manera significativa ($F = 37,788$; $P = ,000$), es decir, según este modelo se pudiera predecir la intención de compra de los individuos en 87 de cada 100 casos con un margen de error del 10%. Pueden verse estos resultados en la tabla 3

Tabla 3.
Modelo de regresión múltiple con AFA e IC como predictores

| Resumen del Modelo ^b | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-------------------|------------|---------------------|---------------------------------|-------------------------|-------------|----|----|---------------|---------------|
| Modelo | R | R cuadrado | R cuadrado ajustado | Error estándar de la estimación | Estadísticas de cambios | | | | | Durbin-Watson |
| | | | | | Cambio de cuadrado de R | Cambio en F | f1 | f2 | P Cambio en F | |
| 1 | ,945 ^a | ,894 | ,870 | 1,05553 | ,894 | 37,788 | | | ,000 | 1,982 |

a. Predictores: (Constante), AFA, P

b. Variable dependiente: IC

Al revisar los coeficientes estandarizados en la tabla 4, se corroboró lo que se vio en la tabla 2 (de correlaciones); siendo el beta de la AFA bajo, negativo (beta =-,218) y significativo estadísticamente (t =-1,928; p=,086), lo que indica que niveles bajos de la AFA aumentan la probabilidad de que la persona tenga intención de comprar un producto determinado. De igual manera, la preferencia también resultó ser un predictor eficiente, obteniendo un beta alto, positivo (beta =,862) y significativo estadísticamente (t =7,625; P=,000) lo cual significa que entre mayor sea la preferencia reportada por un producto mayor será la intención de comprarlo.

Tabla 4.
Coeficientes del modelo de regresión utilizado

| Coeficientes ^a | | | | | | | | |
|---------------------------|--------------------------------|----------------|-----------------------------|--------|------|---------------|---------|-------|
| Modelo | Coeficientes no estandarizados | | Coeficientes estandarizados | t | p | Correlaciones | | |
| | B | Error estándar | Beta | | | Orden cero | Parcial | Parte |
| (Constante) | ,599 | 1,141 | | ,525 | ,612 | | | |
| P | ,968 | ,127 | ,862 | 7,625 | ,000 | ,922 | ,931 | ,829 |
| AFA | -,099 | ,051 | -,218 | -1,928 | ,086 | ,454 | ,541 | ,210 |

a. Variable dependiente: IC

A pesar de lo hallado de cara a las pruebas descritas, al calcular la prueba de Friedman no se encontraron diferencias significativas en las medidas de la AFA en función de las fragancias presentadas (Fr=3,5; Chi cuadrado 10%=5,991). Por lo que pareciera que los estímulos no fueron lo suficientemente distintos como para que las mediciones de la AFA variaran lo suficiente como para que se notara una preferencia hacia una fragancia en particular.

Discusión y conclusiones

Los resultados indican que, a pesar de no haberse encontrado una preferencia por un producto a través de la AFA, tanto el reporte verbal como las mediciones de la AFA funcionan para predecir la intención de compra. Esto es cierto, aunque no se haya encontrado relación entre ellas de manera directa. En este caso, pareciera haberse hallado que, debido al tamaño de la muestra y las condiciones experimentales utilizadas, la respuesta verbal tuvo mayor peso predictivo que las mediciones de AFA.

Es posible que haya habido una subrepresentación de la AFA debido a que las mediciones pudieron haber dado valores extremadamente bajo debido al tamaño de la muestra.

No se encontraron diferencias entre los puntajes de la AFA según el tipo de fragancia implementada (agradable, neutra y desagradable) lo que no concuerda con la teoría de Kline et al. (2000) y Davidson (1998) donde ellos y otros autores (Kline et al., 2000; Sanders et al., 2002) expresan que sí debe haber diferencias en la activación del hemisferio izquierdo o derecho, dependiendo de qué tan agradable es el estímulo.

Se debería evidenciar una mayor activación en las regiones frontales del hemisferio izquierdo ante una fragancia agradable, y de la misma manera, una mayor activación en las regiones frontales del hemisferio derecho ante una fragancia desagradable.

Dada la gran cantidad de literatura a la que se hace referencia, donde se avala que sí debería existir cierta asimetría frontal que vendría marcada por la agradabilidad de los estímulos, es probable que se deba a un posible efecto residual de un estímulo sobre otro, contaminando así las medidas de la actividad cerebral.

De la misma manera, el café usado como *wash* entre estímulos, por ser una sustancia agradable para muchos, pudo haber interferido en la medición de la actividad cerebral ante el estímulo que le sigue, influyendo en el comportamiento de las ondas alfa y así en el cálculo de la Asimetría frontal Alfa (AFA).

Por último, pensamos que no es que la AFA no haya sido lo suficientemente válida como predictora de las preferencias, sino que muy posiblemente el sistema utilizado en la selección de las fragancias se basó en criterios no suficientemente diferenciadores como para que se vieran reflejados en los resultados.

Además, con respecto a la intención de compra, y dado que allí sí se observó una relación congruente con lo descrito en la literatura acerca del papel predictivo de la AFA (ya que se obtuvo menores valores de AFA como predictores de la intención de compra) es por lo que se infiere que la relación AFA-preferencia no fue la esperada por posibles sesgos en la forma como fue implementada la alternancia de fragancias ante los voluntarios.

Estos resultados apoyan la idea de que la información que arroja el auto reporte es valiosa y se debe seguir utilizando en las investigaciones del Neuromarketing (Stasi et al., 2017).

Esta investigación pretende abrir campos de investigación en neuromarketing

Referencias bibliográficas

- Alsharif A, Salleh N, Baharun R. (2020). Research Trends of Neuromarketing: A Bibliometric Analysis. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*. 98. 2948-2962.
- Apicella A. (2015). *Neurobiomarketing: El Lado B*. Caracas: Investigación de Mercado. ISBN: 978-98-01-28343-0.
- Atli D. (2020). *Analyzing the Strategic Role of Neuromarketing and Consumer Neuroscience*. Uskudar University, Turkey. ISBN13: 9781799831266. DOI: 10.4018/978-1-7998-3126-6.
- Baehr E, Rosenfeld J, Baehr R, Earnest C. (1998). Comparison of two EEG asymmetry indices in depressed patients vs. normal controls. *International Journal of Psychophysiology*, 31, 89-92.
- Kline JP, Blackhart GC, Woodward KM, Williams SR, Schwartz GE. (2000). Anterior electroencephalographic asymmetry changes in elderly women in response to a pleasant and an unpleasant odor. *Biol Psychol*. Apr;52(3):241-50. doi: 10.1016/s0301-0511(99)00046-0.
- Bear M, Connors B, Paradiso M. (2007). *Neuroscience: Exploring the brain* (3ra ed.). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Cardoso L, Chen MM, Araújo A, de Almeida GGF, Dias F, Moutinho L. (2022). Accessing Neuromarketing Scientific Performance: Research Gaps and Emerging Topics. *Behav Sci (Basel)*. Feb 21;12(2):55. doi: 10.3390/bs12020055.
- Carvajal R. (2018). *Neurociencia: ¿Qué aporta a investigadores y docentes?* Caracas: Laboratorio Educativo. <https://editoriallaboratorioeducativo.com/claves-para-la-educacion/-134neurociencia-que-aporta-a-investigadores-y-docentes>
- Carvajal R. (2021). Interdisciplinarietà, neurociencia y creatividad. *Pulse*. May 27. <https://www.linkedin.com/pulse/interdisciplinarietà-neurociencia-y-creatividad-rub%C3%A9n-carvajal/?originalSubdomain=es>
- Chatterjee S, Byun YC. (2022). EEG-Based Emotion Classification Using Stacking Ensemble Approach. *Sensors (Basel)*. Nov 6;22(21):8550. doi: 10.3390/s22218550.
- Coan J, Allen J. (2004). Frontal EEG asymmetry as a moderator and mediator of emotion. *Biological Psychology*, 67, 7-49.
- Cromwell HC, Abe N, Barrett KC, Caldwell-Harris C, Gendolla GHE, Koncz R, Sachdev PS. (2020). Mapping the interconnected neural systems underlying motivation and emotion: A key step toward understanding the human affectome. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 113, 204–226.
- Davidson RJ. (1988). EEG measures of cerebral asymmetry: conceptual and methodological issues. *Intern J Neuroscience*, 39, 71-89.

- Davidson RJ. (2004). What does the prefrontal cortex “do” in affect: Perspectives on frontal EEG asymmetry research. *Biological Psychology*, 67(1-2), 219–234.
- Di Gruttola F, Malizia AP, D'Arcangelo S, Lattanzi N, Ricciardi E, Orfei MD. (2021). The Relation Between Consumers' Frontal Alpha Asymmetry, Attitude, and Investment Decision. *Front Neurosci*. Jan 21; 14:577978. doi: 10.3389/fnins.2020.577978.
- Guo F, Ye G, Duffy VG, Li M, Ding Y. (2018). Applying eye tracking and electroencephalography to evaluate the effects of placement disclosures on brand responses. *J Consumer Behav*. 17: 519– 531. <https://doi.org/10.1002/cb.1736>
- Hensel D, Iorga A, Wolter L, Znanewitz J, Briesemeister B. (2017). Conducting neuromarketing studies ethically-practitioner perspectives, *Cogent Psychology*, 4(1), DOI: 10.1080/23311908.2017.1320858.
- Kandel E, Schwatz J, Jessell T, Siegelbaum S, Hudspeth A. (2013). *Principles of neural science* (5ta ed.). New York: McGraw Hill.
- Klimesch W. (2012). Alpha-band oscillations, attention, and controlled access to stores information. *Trends in Cognitive Sciences*. 16(12), 606-617.
- Lafontant G. (2022). La UCAB inauguró Laboratorio de Investigación Conductual, único en su tipo en Venezuela. Jun. 16. *El Ucabista*. <https://elucabista.com/2022/06/16/la-ucab-inauguro-laboratorio-de-investigacion-conductual/>
- Laufs H, Krakow K, Sterzer P, Eger E, Beyerle A, Salek-Haddadi A, Kleinschmidt A. (2003). Electroencephalographic signatures of attentional and cognitive default modes in spontaneous brain activity fluctuations at rest. *Proc Natl Acad Sci U S A*. Sep 16;100(19):11053-8. doi: 10.1073/pnas.1831638100.
- Lozano M, García M. (2017). Neuromarketing: Current situation and future trends. *Media and Metamedia Management. Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol 503, 373-380, Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-46068-0_49
- Modica E, Cartocci G, Rossi D, Martinez Levy AC, Cherubino P, Maglione AG, Di Flumeri G, Mancini M,
- Montanari M, Perrotta D, Di Feo P, Vozzi A, Ronca V, Aricò P, Babiloni F. (2018). Neurophysiological Responses to Different Product Experiences. *Comput Intell Neurosci*. Sep 24; 2018:9616301. doi: 10.1155/2018/9616301.
- Mordor Intelligence (2021). *Global Neuromarketing Market - Growth, Trends, Covid-19 Impact, and Forecasts (2022-2027)*. <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/neuromarketing-market>
- Na HR, Lim JS, Kim WJ, Jang JW, Baek MJ, Kim J, Park YH, Park SY, Kim S. (2018). Multimodal Assessment of Neural Substrates in Computerized Cognitive Training: A Preliminary Study. *J Clin Neurol*. Oct;14(4):454-463. doi: 10.3988/jcn.2018.14.4.454.

- Ohme R, Reykowska D, Wiener D, Choromanska A. (2010). Application of frontal EEG asymmetry to advertising research, *Journal of Economic Psychology*, 31, issue 5, p. 785-793.
- Palmiero M, Piccardi L. (2017). Frontal EEG Asymmetry of Mood: A Mini-Review. *Front. Behav. Neurosci.* 11:224. doi: 10.3389/fnbeh.2017.00224.
- Ramzan M, Dawn S. (2019). Learning-based classification of valence emotion from electroencephalography. *Int J Neurosci.* Nov;129(11):1085-1093. doi: 10.1080/00207454.2019.1634070.
- Rodríguez K. (2018). Profesores que inspiran: Rubén Carvajal. *El Ucabista*.
<https://elucabista.com/2018/11/12/profesores-inspiran-ruben-carvajal/>
- Sanders C, Diego M, Fernandez M, Field T, Hernandez-Reif M, Roca A. (2002). EEG asymmetry responses to lavender and rosemary aromas in adults and infants. *Int J Neurosci.* Nov;112(11):1305-20. doi: 10.1080/00207450290158214.
- Schaffer CE, Davidson RJ, Saron C. (1983). Frontal and parietal electroencephalogram asymmetry in depressed and nondepressed subjects. *Biol Psychiatry.* Jul; 18(7):753-62. PMID: 6615936.
- Schomer DL, Lopes da Silva FH. (2011). *Niedermeyer's Electroencephalography: Basic Principles, Clinical Applications, and Related Fields*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Sengupta S. et al. (2017). Emotion specification from musical stimuli: An EEG study with AFA and DFA. 4th International Conference on Signal Processing and Integrated Networks, Noida, India, pp. 596-600, doi: 10.1109/SPIN.2017.8050019.
- Shahriari, M., Feiz, D., Zarei, A. et al. (2020). The Meta-Analysis of Neuro-Marketing Studies: Past, Present and Future. *Neuroethics* 13, 261–273. <https://doi.org/10.1007/s12152-019-09400-z>
- Šola HM, Steidl P, Mikac MSM, Qureshi FH, Khawaja S. (2021). How neuroscience-based research methodologies can deliver new insights to marketers. *International Journal of Social Science and Human Research.* 04:10, October. DOI: 10.47191/ijsshr/v4-i10-41.
- Spence C. (2016). Neuroscience-Inspired Design: From Academic Neuromarketing to Commercially Relevant Research. *Organizational Research Methods.* Volume: 22 Issue: 1, page(s): 275-298.
<https://doi.org/10.1177/1094428116672003>
- Stasi A, Songa G, Mauri M, Ciceri A, Diotallevi F, Nardone G, Russo V. (2017). Neuromarketing empirical approaches and food choice: a systematic review. *Food Research International*, 1-15.
- Vecchiato G, Maglione AG, Cherubino P, Wasikowska B, Wawrzyniak A, Latuszynska A, Latuszynska M, Nermend K, Graziani I, Leucci MR, Trettel A, Babiloni F. (2014). Neurophysiological tools to investigate consumer's gender differences during the observation of TV commercials. *Comput Math Methods Med.*; 2014:912981. doi: 10.1155/2014/912981.