

NEUROCIENCIA Y TOMA DE DECISIONES: ESTRATEGIAS DE AVANZADA EN EDUCACIÓN

Santiago Restrepo Restrepo,¹² Stella Vallejo-Trujillo¹³

Resumen

A partir de la década de los años 1990, se han desarrollado tecnologías que facilitan el reconocimiento del funcionamiento del cerebro humano en todas sus acciones. La forma como se llevan a cabo dichas elecciones se relaciona con el *neuromarketing*, y se internan en los circuitos cerebrales de los consumidores, viables para comprender mejor las motivaciones y los procesos que preceden a la toma de decisiones. Este artículo recoge un estado del arte que documenta la transición del *marketing* tradicional al *neuromarketing*, así como las tecnologías usadas por la neurociencia y actualmente por esta disciplina, que facilitan indagar acerca de los mecanismos neurocognitivos y su relación con la toma de decisiones del consumidor.

Palabras clave: consumidor, marketing, neurociencia, toma de decisiones.

Abstract

From the decade of the 90's, technologies have been developed that facilitate the recognition of the functioning of the human brain in all its actions. The way these choices are carried out is related to *neuromarketing*, which goes into the brain circuits of consumers, viable to understand, better the motivations and processes that precede decision making. This article gathers a state of the art documenting the transition from traditional *marketing* to *neuromarketing*, as well as the technologies used by neuroscience and cu-

12 Ph. D. Profesor Investigador de la Corporación Universitaria Americana. Medellín, Antioquia, Colombia. srestrepo@americana.edu.co

13 Ph. D. Profesor Investigador. Facultad de Contaduría, Administración e Informática. Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Cuernavaca, Morelos, México. vallejo.trujillo.stella@gmail.com

urrently by this discipline, which facilitate the investigation of neurocognitive mechanisms and their relationship with consumer decision making

Keywords: consumer, marketing, neuroscience, decision-marketing.

Introducción

La aplicación de técnicas neurocientíficas en el campo de la mercadotecnia, ha dado origen a lo que se conoce como *neuromarketing*, técnica que facilita identificar los centros cerebrales activados por la presencia de estímulos recibidos a través de los órganos de los sentidos, y cuya respuesta neurocognitiva es factible de medir, dados los mecanismos de recompensa que activan las regiones cerebrales relacionadas con la toma de decisiones y su respectiva valencia, que además de relacionarlos e identificarlos, ayuda a predecir el comportamiento del consumidor al ser persuadido para la toma de decisiones (Braidot, 2012). La neurociencia facilita la identificación y relación que existe entre los estímulos percibidos a través de los órganos de los sentidos, la activación de mecanismos inhibitorios y el proceso de toma de decisiones relacionadas con el comportamiento del consumidor (Ospina, 2014).

Para la identificación de estos niveles de activación, la investigación neurocientífica facilita correlacionar las funciones que lideran las áreas cerebrales que se activan y para ello recurre tanto a técnicas invasivas como a no invasivas, con tecnologías como medidor de diámetro pupilar – *Eye Tracking* o ET, analizador de expresiones faciales – *Face Coding* o FCA, electroencefalografía – EEG, tomografía axial computarizada - TAC, imágenes por resonancia magnética – MRI, tomografía por emisión de positrones -TEP e imagen por resonancia magnética funcional – fMRI (Díaz, 2011), las cuales identifican las activaciones y correlaciones neurosensoriales (Sierge, 1999). Existen estudios utilizados tradicionalmente por la medicina, pero de aplicabilidad en la identificación de patrones de activación cerebral en presencia de estímulos de *marketing* y publicidad (Del Águila, 1994).

Este tipo de estudios ha crecido en lo que va de la última década, tanto a nivel académico como laboral e investigativo, lo que da pertinencia al recorrido documental de este campo de aplicación, desde las aportaciones teóricas hasta las prácticas, y específicamente la importancia que tiene en el ámbito empresarial como en el conocimiento del comportamiento del consumidor.

Del marketing tradicional al neuromarketing

En el mundo de las organizaciones se diseñan estructuras administrativas que representan sistemas e interacciones sociales, cuyos procesos se modelan por características comunes bajo la denominación funcional relacionada con el área administrativa, área financiera, área de producción, área de gestión del recurso humano, área de mercadeo, entre otras (Chiavenato, 1989).

En épocas de crisis y desde la globalización, las organizaciones han prestado especial atención al área de mercadeo, en ocasiones responsabilizándola de la supervivencia organizacional, pues se ha considerado “punta de lanza”, por lo que se le asigna la función de comunicarse con el mundo para dar a conocer la oferta de bienes o servicios de una organización (Benito y Guerra, 2011, p. 30). Esta área la han definido Kotler y Armstrong (2003) como el lugar en donde ocurre “el proceso social y administrativo por el cual los grupos e individuos satisfacen sus necesidades al crear e intercambiar bienes y servicios” (p. 241), es decir, se encarga de administrar recursos tanto para obtener ganancias, como para satisfacer las necesidades de los clientes, para lo que requiere estrategias acordes al mercadeo, ventas, fidelización, investigación de mercados, posicionamiento de marca o *branding*, entre otras.

El área de mercadotecnia para ejercer la administración eficiente de los recursos, requiere un conjunto de principios, metodologías y técnicas, que le permiten conquistar el mercado; asignándole el nivel de un departamento o incluso de una división, cuyo fin es captar nuevos clientes, fidelizarlos y conservar satisfechos a los que ya tiene. Normalmente a esta área también se le incorporan las áreas comercial y de ventas, que se responsabilizan de brindar satisfacción al cliente (Santesmases, 1995). Si bien los conceptos de mercadotecnia, marketing, comercialización y mercadeo, se utilizan como sinónimos, el anglicismo *marketing*, utilizado a *posteriori*, es el que más se ha extendido, siendo el que mejor precisa todo lo referente a este sistema de la organización y cuyo objetivo básico es propiciar el intercambio entre dos partes, donde cada una de ellas quede satisfecha, lo cual se logra bajo ciertas premisas. según Kotler (2003):

Debe haber al menos dos partes, cada parte debe tener algo que supone valor

para la otra, cada parte debe ser capaz de comunicar y entregar algo a la otra, cada parte debe ser libre de aceptar o rechazar la oferta y cada parte debe creer que es apropiado lo que se intercambia (p. 8).

La organización que quiera tener una opinión positiva por parte de sus consumidores debe gestionar su producto o servicio, su precio, la relación con los clientes, los proveedores internos y externos; teniendo presente que es a través de los medios de comunicación y en especial de la publicidad, la forma de lograrlo (De Balanzó y Serrano, 2010); estrategia que ha llevado al *marketing* tradicional a transitar hacia el *neuromarketing*, aprovechando los avances en neurociencia para estudiar el funcionamiento del cerebro durante los procesos de compra; es decir, estudiar las decisiones que toman las personas frente a la adquisición o consumo de un bien o servicio, que faciliten identificar hábitos o comportamientos de compra y estilos de vida, para aprovecharlos y situar en una mejor posición competitiva a la organización (Engel, Blackwell y Miniard, 1995).

De acuerdo con Lezak, Howieson y Loring (2004), el *neuromarketing*, término que introdujo en el 2002 Ale Smidts, profesor de la Universidad Erasmus, en Rotterdam, Holanda, es un saber emergente que deriva su conocimiento de la neurociencia clínica, de la cual emanan estudios de la asociación entre estímulo-respuesta neurofisiológica y estímulo-respuesta neurocognitiva, que han sido objeto de investigación en diversas neuropatologías, pero aprovechadas ahora por las neurociencias aplicadas a las organizaciones y al mercadeo a partir de los procesos que estudia y los métodos que utiliza, vistos desde un marco económico conceptual que toma la función cerebral como punto de partida.

El *neuromarketing* se puede definir como una disciplina que interrelaciona diversas ciencias, llamada por Gardner (citado en González, González, Rodríguez, Núñez y Valle, 2005), como el hexágono cognitivo, la cual busca comprender cada vez con mayor precisión y suficiente anticipación, las necesidades y deseos del consumidor, generar mejores estrategias para posicionar la marca y el producto, y adelantarse a las estrategias de la competencia. El *neuromarketing* busca también estudiar las respuestas cerebrales ante diversos estímulos relacionados con la *marketing* y la publicidad; es decir, identificar la transducción generada a partir de los estímulos que el cerebro recibe del entorno para producir un lenguaje de carácter electroquímico, única vía de comunicación interneuro-

nal (Federman, 2012). Conocer este proceso neurofisiológico y neurocognitivo facilita anticipar en gran medida el comportamiento del consumidor y utilizarlo en el diseño de la estrategia de *marketing* para la recordación de marca o de producto, la generación de emociones que impulsen a la compra y finalmente la comprensión de las necesidades de los clientes con el fin de satisfacerlos al máximo (Vallejo-Trujillo, 2017).

Para la comprensión desde la diversidad de disciplinas en las que se ve involucrado el *neuromarketing*, se realizan estudios del funcionamiento cerebral y sus respuestas neurofisiológicas ante algunos estímulos presentes en la publicidad, es decir, la respuesta motivada del consumidor. Cabe resaltar que, aunque las motivaciones en su mayoría son emocionales o incluso fisiológicas, se mantienen o fomentan por hábitos, costumbres, repeticiones o estilos de vida, las cuales llevan a la acción o toma de decisiones (Goleman, 2004).

Estas decisiones se ven influidas por las estimulaciones sensoriales creadas por la publicidad, que se activan en el momento de la compra o previo a esta, por lo cual al respecto Restrepo (2018) sostiene que la mejor aplicación del *neuromarketing* tiene relación con la posibilidad de predecir la conducta del consumidor. A este desafío es al que actualmente se enfrenta el *marketing*, ya que hace posible cerrar la brecha que existe entre la mente y la conducta para seleccionar los medios de presentación de productos o de marcas a través de estrategias de publicidad y mercadeo, adecuados para mantenerse en la mente de los consumidores y persuadir a los consumidores potenciales.

Si bien, recientemente se escucha hablar del *neuromarketing*, realmente esta técnica surgió en 1960, cuando Herberg Krugman exhibe su investigación acerca del comportamiento del consumidor y la toma de decisiones; sin embargo, es a partir de 2000 cuando se integra la neurociencia con el método científico de forma articulada para comprender el *marketing* (Rocha-Miranda, 2001).

La mirada histórica de esta disciplina, tiene como objetivo conocer los principales avances obtenidos en los últimos 30 años, así como observan los principales grupos de investigación, mismos que definen el devenir de las neurociencias aplicadas al *mar-*

keting, grupos que con una perspectiva divergente han relacionado el desarrollo de las neurociencias emocionales y su vertiente publicitaria con otras áreas del conocimiento diferentes de la clínica, como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Neurociencias emocionales y su vertiente publicitaria.

Fecha	Investigador	Descripción
Años 1980	Joey Reiman y otros (Brighthouse Institute for Thought Science, de Atlanta)	Utilizando aportes de las neurociencias y trata de demostrar que las personas son totalmente racionales y que sus decisiones son todas conscientes.
2000	Joseph Ledoux (New York University)	Trabaja la “fisiología de la emoción” buscando una explicación para las emociones.
2010	Antonio Damasio (University of South California)	Pionero en el estudio de las emociones desde la neurología funcional, con especial aplicación en la educación.

Fuente: Elaboración propia de los autores.

Por el conocimiento de la historia se sabe que todo nuevo avance científico, todo nuevo conocimiento o nueva técnica, no está exento de inconvenientes, rechazo, escepticismos o ataques; hecho que también ha ocurrido con esta disciplina. Por citar un ejemplo, durante la conferencia *Neuro Connections* (febrero de 2009), expertos consultores, publicistas e investigadores de diversas partes del mundo, se mostraron preocupados con este saber emergente, y en esa reunión manifestaron que el *neuromarketing* maneja costos muy altos, utiliza muestras pequeñas que en oportunidades no alcanzan a ser representativas o concluyentes y, además, objetaron consideraciones éticas donde algunos extremistas expresaron que el *neuromarketing* manipula al consumidor. Si bien, es un área de conocimiento interdisciplinaria muy nueva, es necesario resaltar algunas de sus ventajas en el desarrollo de diversos campos como lo es el caso de la publicidad, el *marketing* y en general, en la mejora de la toma de decisiones.

Neurocognición y la toma de decisiones

El estudio del cerebro involucra múltiples saberes que van desde lo social hasta lo fisiológico-anatómico, pasando por el estudio de las células, la genética, la anatomía y la psicología; es decir, la neurociencia centra su atención en el estudio de la neurotransmisión, los mecanismos biológicos del aprendizaje, el desarrollo neuronal, las redes neuronales, la psicopatología, la neuroestructura y el funcionamiento neurocognitivo: atención, percepción, memoria y lenguaje (Arango-Dávila y Pimienta, 2004).

La neurociencia y la psicología, educación y economía, conforman la llamada neurociencia cognitiva, que propone una forma de estudiar el cerebro y las acciones voluntarias e involuntarias; para ello, se apoya en la neurobiología, la neurología, la antropología y la sociología, lo cual se observa en algunas investigaciones relacionadas con publicidad, *marketing*, economía y en general, la toma de decisiones (Gil, 2007).

Por citar algunas, Montague (2006) publicó los resultados de un estudio que realizó, acerca de las decisiones de 67 personas al momento de elegir entre dos marcas de bebidas gasificadas, mientras se sometían a pruebas de tomografía y resonancia magnética cuando las consumían, observando una mayor actividad en la zona relacionada con el sistema de recompensa; pero una vez veían la marca, entraban en actividad otras zonas diferentes del cerebro ubicadas en la corteza prefrontal medial, zona encargada del control del pensamiento superior; concluyó acerca del reconocimiento que el cerebro realiza de imágenes e ideas generadas por la marca, que superan en ocasiones la calidad o el gusto del producto por el consumidor (Ustárroz, Molina, Lario y García, 2012).

En otra investigación, Montague y Montague (2004) reportan los resultados obtenidos con relación a la activación de marca para una compañía automotriz, en la que observan que los modelos de autos deportivos generan sensación de placer o satisfacción, producto de la activación del sistema de recompensas ante la antropomorfización y la activación simultánea del área cerebral encargada de la identificación de rostros; hallazgo que ayuda a entender por qué las personas tienden a personalizar y antropomorfizar sus autos, y en general, sus productos.

En estos casos y otros más que presenta la literatura científica, se observa una relación clara entre la toma de decisiones de compra, apoyada por el *marketing*, y las respuestas neurofisiológicas y neurocognitivas, hallazgos que consolidan el uso de esta nueva técnica, utilizada para el posicionamiento de marca, denominada *neuromarketing*.

Como ya se ha mencionado con anterioridad, la neurocognición es una combinación de saberes aportados desde la neurología y la psicología cognitiva, con aplicación inicialmente clínica, en la que intervienen otras ciencias. A partir de las neurociencias cognitivas, la neurocognición se amplía a otras esferas, en este caso a la economía, que involucra la administración y la organización, facilitando estudiar las relaciones existentes entre el sistema nervioso y sus efectos sobre lesiones, traumas, procesos cognitivos, emocionales o de comportamiento. En este sentido, la neurocognición busca entender, predecir o modificar los efectos de la correlación que existe entre la anatomía y neurofisiología del sistema nervioso y las cogniciones, emociones y comportamientos de las personas. Cabe acotar que de acuerdo con Bastidas-Bilbao (2014), las alteraciones cognitivas pueden provocarse por traumas craneoencefálicos, enfermedades cerebrovasculares, accidentes cerebrovasculares, tumores cerebrales, enfermedades neurodegenerativas o enfermedades del desarrollo; mismas que pueden ser analizadas no solo desde el punto de vista clínico, sino también desde el punto de vista económico.

Con el surgimiento de la neurocognición se han generado algunos debates sobre las alteraciones emocionales o del comportamiento y el correlato fisio-anatómico; inquietud iniciada por el filósofo francés Marie-Jean Pierre Flourens (1794-1867), quien criticaba la frenología, un saber que daba ubicación de las emociones o conductas en zonas específicas del cerebro; al respecto, decía que era imposible localizar las funciones cerebrales con precisión, ya que las diferentes estructuras cerebrales interactuaban entre sí creando sistemas funcionales. Sin embargo, Carl Wernicke (1848-1905) y Paul Broca (1824-1880) defendieron el funcionalismo y plantearon la posibilidad de localizar áreas cerebrales que apoyan el desarrollo del lenguaje. De igual forma. Franz Josef Gall (1758-1828) y Marie-Jean Pierre Flourens iniciaron un debate con John Hughlings Jackson (1835-1911), sobre localización y función de las emociones con relación a la toma de decisiones, el cual ha perdurado hasta la actualidad (Santana, 2006).

Como lo exponen Coelho, Fernández, Ribeiro y Perea-Bartolomé (2006), a pesar de los acuerdos o desacuerdos de algunos teóricos, el psicólogo y médico ruso Aleksandr Románovich Lúriya (1902-1977) perfeccionó diversas técnicas para estudiar el comportamiento de las personas con lesiones en el sistema nervioso y diseñó una serie de pruebas psicológicas para determinar las afecciones en los procesos de atención, memoria, lenguaje, funciones ejecutivas, praxias, gnosias, cálculo, entre otras, permitiendo dar claridad a las formas particulares y sociales de interacción cerebro-entorno, y facilitando proponer estrategias de comunicación persuasiva eficaz.

De acuerdo con Calonge (2009), la neurocognición ha usado instrumentos para identificar los niveles cognitivos, de alteración o trastorno cerebral y los niveles de daño en el sistema nervioso para entender como estos determinan o afectan la funcionalidad. A estos instrumentos se les conoce como pruebas neurocognitivas, por identificar aspectos relevantes de la atención, la función ejecutiva, el lenguaje, la memoria y las praxias; ofreciendo con mayor claridad el entendimiento de la toma de decisiones frente a tratamientos de intervención o rehabilitación; o en el caso de las neurociencias aplicadas como el *neuromarketing* a los procesos biológicos implícitos en la toma de decisiones de consumo y la predictibilidad de comportamientos o de hábitos, la cual tiene eco en el planteamiento de Zaltman (1995), quien asevera que las decisiones de compra tienen un 95% inconsciente y un 5% consciente, lo cual es aprovechado por el *marketing* mediante el uso de estímulos publicitarios.

La neurocognición

La neurocognición según Burin, Drake y Harris (2007), inicialmente fue una especialidad clínica utilizada en el diagnóstico y tratamiento de problemas cognitivos, conductuales o emocionales, derivados de la alteración, disfunción o trastorno del sistema nervioso; pero con el advenimiento de las neurociencias, la neurocognición ha puesto la mirada en áreas del quehacer humano como neuroeducación, neuroliderazgo, *neuro-coaching*, neuroeconomía, *neuromarketing*, neurofinanzas, entre otras.

La neurocognición actualmente tiene como objetivo la caracterización de las funciones preservadas y alteradas que tiene una persona y su correlato anatómico-funcio-

nal, como es el caso de diversas investigaciones que describen los pasos seguidos por un consumidor antes, durante y después de realizar una compra o el consumo de un bien o servicio, destacando la importancia de la evaluación neurocognitiva, donde según Goldstein (2006), es fácil realizar inferencias acerca de las características funcionales y estructurales del cerebro de una persona, evaluando la conducta de un individuo en situaciones definidas de estímulo-respuesta.

La neurocognición y de modo específico el *neuromarketing*, tienen como propósitos ayudar a determinar las causas y efectos de una situación para dar una explicación de la misma, valorar los efectos que puede tener la exposición a determinados estímulos publicitarios, predecir de alguna manera el comportamiento del consumidor frente a determinada publicidad, describir el funcionamiento cognitivo de una persona señalando las capacidades preservadas y las capacidades alteradas y su interacción con estímulos provenientes de campañas de *marketing*; evaluar las causas, evolución y pronóstico en la compra compulsiva, identificar las lesiones del área frontal responsables de la toma de decisiones, definir criterios éticos para la implementación de técnicas en *neuromarketing*, planificar una campaña publicitaria que acerque al consumidor con el producto, entre otros. Todos estos propósitos conducen no solo al mundo clínico o económico, sino también al campo científico, para planificar el uso de los recursos en el *marketing* (Elkhonon, 2015).

Para realizar investigaciones en el campo del *neuromarketing* es necesario observar el estado de las funciones cognitivas superiores de las personas involucradas en el estudio, especialmente la atención y la función ejecutiva; razón por la cual es importante, además de aplicar pruebas relacionadas con el estado mental de la persona y tener en cuenta que dichas investigaciones deben estar dirigidas a personas sanas psicológicamente y mayores de edad, es importante considerar que estas ya tienen un desarrollo neurocognitivo completo y están habilitadas para tomar decisiones acertadas.

Las pruebas que se utilizan para conocer el estado mental de las personas a quienes va dirigido un estudio de *neuromarketing* están relacionadas con la identificación de la personalidad (Modelos de personalidad, s.f.), las más comunes se sintetizan en la

Tabla 2.

Prueba	Autor	Tipo de prueba	Descripción	Ítems	Tiempo de duración
Big Five	Eysenck, H. J.	Personalidad	Modelo penta factorial: extraversión, ansiedad (neurotismo), autocontrol o conciencia, hostilidad/afabilidad, intelecto.	48 ítems de opción múltiple.	10 minutos
Trail Making Test - TMT	Partington, J.	Alternancia continua y atención dividida	Mide habilidades motoras, habilidades viso — espaciales de búsqueda sostenida, atención sostenida, flexibilidad mental y atención dividida	Parte A con 25 ítems y B con 13 ítems y letras de A-L, diferente dificultad cognitiva	4 - 5 minutos
Test de aprendizaje serial de dígitos de la escala Weiss	Wechsler, D.	Atención y función ejecutiva	Muestra la velocidad del procesamiento de la información y la atención sostenida, así como la destreza manual y un componente amnésico, además de ser muy sensible a conocer el daño cerebral	Dígitos y símbolos	3 minutos
Test de Stroop	Golden, C. J.	Control de atención	Evalúa la capacidad de inhibir una respuesta automatizada, reemplazándola con una tarea habitual	Tres tareas entre colores, palabras y su interferencia.	5 minutos.
Prueba de Ejecución Continua - TDAH, IVA/CPT	Diversas versiones	Atención visual sostenida	Atención sostenida en tareas.	Letras	8 minutos
Test de Retención Visual de Benton	Benton, A.L.	Percepción visual, Memoria Visual, Habilidades Viso-Constructivas, Atención sostenida, Resistencia a la perseveración	Utilizado para la evaluación de las disfunciones del hemisferio derecho	Consta de diez láminas con estímulos visuales de dificultad creciente para reproducción, bien de memoria, bien copiándolos.	10 minutos
Test de Discriminación Visual de Benton -	Benton, A.L.	Evalúa la capacidad para discriminar formas complejas	Prueba sensible a las perturbaciones de las funciones viso-perceptivas mediadas por el hemisferio derecho, presentadas visualmente.	Cuatro partes A ,B, C y D.	10 minutos
Prueba de clasificación de Tarjetas de Wisconsin - WCST	Heaton, R. K., Chelune, G. J., Talley, J. L., Kay, G. G. y Curtiss G.	Función ejecutiva	Evalúa flexibilidad cognitiva, capacidad de cambio o corrección de respuesta, capacidad de evitar respuestas perseverativas, memoria de trabajo, capacidad de razonamiento abstracto y conceptual, atención sostenida y capacidad de inhibición de respuesta	Con 4 tarjetas-estímulo y dos conjuntos o bloques de tarjetas-respuesta con 64 tarjetas cada uno.	20 minutos
Prueba de fluencia verbal - TFV	Diversas versiones	Función ejecutiva	Evalúa además de la función ejecutiva, la flexibilidad cognitiva.	El evaluado produce "palabras" diferentes -tantas como sea posible- pertenecientes a una categoría restringida, en un tiempo determinado.	4 minutos
Test de Atención Visual Dividida —Paradigma Dual	Stroop, J. R (1935)	Función ejecutiva	Atención dividida, coordinación ojo-mano, flexibilidad cognitiva, inhibición, monitorización, tiempo de respuesta, percepción visual y rapidez de procesamiento.	Consiste en dos tareas que evalúan la atención visual.	15 minutos

Tabla 2. Pruebas para conocer el estado mental

Fuente: Elaboración propia de los autores.

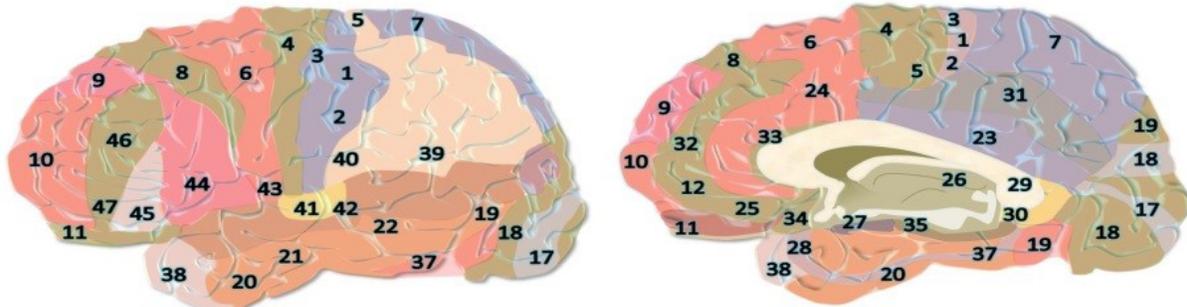
Neuroanatomía y toma de decisiones

La neuroanatomía estudia las partes del sistema nervioso en todos sus aspectos clínicos, descriptivos y topográficos. Estévez-González, García-Sánchez y Junqué (1997) expresan que la delimitación de las estructuras cerebrales sirve para conocer su funcio-

namiento y aplicabilidad en el manejo de lesiones o de alteraciones en el cerebro que afectan el comportamiento; esencialmente, como mencionan Acosta, Gualoto, Guanopatin, Poveda (2010), los lóbulos prefrontales son el sustrato anatómico para las funciones ejecutivas o funciones que permiten dirigir la conducta hacia un fin y comprenden la secuenciación, planificación y la atención.

Goldberg (2015), discípulo de Luria, en su libro *El cerebro ejecutivo: lóbulos frontales y mente civilizada*, utiliza la comparación con un director de orquesta para explicar dónde los lóbulos frontales toman la información de todas las demás estructuras y las coordinan para actuar de forma conjunta. El lóbulo frontal se divide en cinco áreas especializadas, pero relacionadas entre sí: córtex motor, córtex premotor, *operculum* frontal, córtex asociativo y zona 5; Korbinian Brodmann (1868-1918) dividió el cerebro en 52 regiones de acuerdo con su cito arquitectura, como se observa en la Figura 1.

ÁREAS DE BRODMANN



- 1-2-3) Córtex somatosensorial primario.
- 4) Córtex motor.
- 5) Córtex somatosensorial asociativo.
- 6-7) Córtex premotor y postmotor.
- 8-10) Córtex motor secundario.
- 9-12) Córtex prefrontal.
- 9) Córtex dorsolateral prefrontal.
- 10) Área frontopolar.
- 11-*15) Área orbitofrontal.
- 12) Área orbitofrontal.
- *13-*14-*15) Circunvoluciones homeostaticas.
- *16) Peripaleocortical claustral.
- 17) Córtex visual primario.
- 18) Córtex visual asociativo.
- 19) Córtex visual asociativo.
- 20) Circunvolución temporal inferior.
- 21) Circunvolución temporal media.
- 22) Circunvolución temporal superior.
- 23-26) Sistema lunulico.
- 23) Área ventral posterior del cíngulo.
- *24) Área ventral anterior del cíngulo.
- 25) Área subcallosa.
- 26) Área ectoespinal del cíngulo.
- 27-28-34) Rinoencéfalo.
- 27) Corteza piriforme.

- 28) Corteza entorrinal.
- 29) Área retroesplenial del cíngulo.
- 30) Área subesplenial del cíngulo.
- 31) Área dorsoposterior del cíngulo.
- 32) Área dorsoanterior del cíngulo.
- 33) Indeseum griseum.
- 34) Uncus.
- 35) Corteza perirrinal.
- *36) Corteza parahipocampal.
- 37) Circunvolución occípitotemporal lateral.
- 38) Polo temporal.
- 22-42) Área de Wernicke.
- 39) Circunvolución angular asociación heteromodal.
- 40) Circunvolución supramarginal asociación heteromodal.
- 41) Córtex auditivo primario.
- 42-22) Córtex auditivo asociativo.
- 43) Córtex gustativo.
- 44-45) Área de Broca.
- 44) Circunvolución opércular.
- 45) Circunvolución triangular.
- 46) Córtex prefrontal dorsolateral.
- 47) Circunvolución frontal inferior.

* Las áreas que no son visibles se encuentran en el interior de los lóbulos cerebrales: ejemplo, área 16 es parte de la ínsula.



Figura1. Áreas de Brodmann.

Fuente: Asociación Educar, en: www.asociacioneducar.com

De esta forma, Acosta, Gualoto, Guanopatin, Poveda (2014), mencionan que:

El córtex motor, también conocido como área motora primaria, M1 o área 4 de Brodmann; cuya función es llevar a cabo los movimientos individuales de diferentes partes del cuerpo, recibe aferencias del tálamo, corteza sensitiva, área premotora,

cerebelo y ganglios basales; área reconocida como la estación final para la conversión del diseño en la ejecución del movimiento aprendido. (p. 58).

De igual forma, Acosta, Gualoto, Guanopatin, Poveda (2014) mencionan que el córtex premotor, conformado por el área motora secundaria, área premotora, área 6 de Brodmann y partes de las áreas 8, 44 y 45; almacena programas de actividad motora y cognitiva más complejas; también participa en el control de movimientos posturales gruesos mediante sus conexiones con los ganglios basales, además recibe aferencias de la corteza sensitiva y del tálamo y programa la actividad del área motora primaria; por otro lado, controla los movimientos oculares voluntarios que son independientes de los estímulos visuales; además, tiene relación con el área mesial, que apoya el inicio del habla en la secuenciación de movimientos simples o áreas 18, 22 y 25 de Brodmann, y el área lateral con la selección de movimientos relacionados con aprendizajes motores y visoespaciales.

El área *operculum* frontal, ubicada en la circunvolución precentral, por delante del surco central de Rolando y por detrás del surco precentral, está delimitada por la cisura de Silvio y contiene las áreas 44 o par *opercularis*, 45 o *triangularis* y 47 u orbitales de Brodmann. En el par *opercularis* se encuentra el área motora del lenguaje o área de Broca, en la circunvolución frontal inferior.

La corteza dorsolateral está compuesta por las áreas 9, 10 y 46 de Brodmann, responsables del razonamiento, manejo de conceptos y de la memoria de trabajo. La corteza frontomedial, en el cíngulo anterior, compuesta por las áreas 24, 32 y 33 de Brodmann directamente relacionadas con los procesos atencionales y con la curiosidad. La corteza orbitofrontal central, compuesta por las áreas 11, 12, 13, 14 y 47 de Brodmann relacionados con los procesos emotivos y la selección de objetivos. Finalmente, la Zona 5, llamada paraolfatoria o subcallosa, conformada por el área 25 de Brodmann.

Los estudios realizados sobre la función ejecutiva parten desde las alteraciones cognitivas por lesión en lóbulo frontal donde, dependiendo de la lesión, se imposibilita o dificulta la capacidad de organización, autorregulación, planeación o ejecución de un fin específico (Tirapu-Ustárrroz, García-Molina, Luna-Lario, Roig-Rovira y Pelegrín-Valero,

2008). La corteza prefrontal y todas sus partes, están implicadas en estas funciones ejecutivas durante diferentes momentos debido a la plasticidad neuronal. La función ejecutiva y lóbulo frontal están íntimamente ligados en la coordinación de acciones orientadas a un fin y los sustratos anatómicos que le dan fuerza al mismo. El lóbulo frontal tiene dentro de sus funciones el movimiento voluntario apoyado por el área primaria motora o 4 de Brodmann; el lenguaje expresivo y la prosodia motora apoyada anatómicamente por la zona mesial del córtex premotor. Los procesos cognitivos para el cálculo, la atención y la memoria, apoyados anatómicamente por córtex prefrontal dorsolateral, concretamente por las áreas 9, 10 y 46 de Brodmann; la motivación y la emoción, apoyadas por la zona prefrontal frontomedial, concretamente las áreas 24, 32 y 33 de Brodmann; la función ejecutiva, responsable de controlar la conducta y dirigirla a resultados, integrar las áreas y las funciones cognitivas de manera productiva (Kandel, Schwarz y Jessel, 2001).

En síntesis, es necesario proveer a la persona de una estructura temporal o manejo de la secuencialidad y de transformar los pensamientos en acciones, o sea, proveer la habilidad para iniciar, modular o atención y actividad mental e inhibir pensamientos y acciones (García y Estévez, 2000).

Neurofisiología y toma de decisiones

Según Cuartas y Palacio (2011), la neurofisiología es un saber que relaciona detalladamente el funcionamiento del cerebro y los diferentes sistemas del cuerpo humano, sirviendo como fuente de datos para entender la fisiopatología neuronal y la participación de los neurotransmisores, hormonas y químicos, ya sean artificiales o producidos por el organismo en glándulas específicas. Esta relación se observa en estudios donde los neurotransmisores –NT, como la dopamina y el DRD4, un gen relacionado con la sensaciones y búsqueda del peligro, afectan el comportamiento siempre que se introduzca un factor ambiental que lo module u ocasione.

De acuerdo con Castillo y Galdames (2006), un ejemplo de relación entre los NT y el funcionamiento neurocognitivo se observa en el monoamonooxidasa, que se relaciona con el síndrome Brunner o trastorno obsesivo-compulsivo, relacionado con el transporte de serotonina; o como el síndrome de Lesch Nylan que tiene que ver con la automutila-

ción y autoflagelación.

Otro es el caso que muestra Goldstein (2005), donde las células de la corteza visual primaria -V1, dan respuesta a estímulos simples, estudios ampliamente conocidos gracias a los trabajos de Hubel y Wiesel en los años 1960.

También hay aportes de la electrofisiología, donde se ha observado que muchas de las neuronas V1, en primates, son muy sensibles a la presentación de líneas, donde cada célula cortical produce una respuesta de salida o potencial de acción máximo (Pardal-Fernández et al., 2003).

O por el contrario, las neuronas de proyección del núcleo geniculado lateral dorsal del tálamo-NGLd, que envían a la corteza la información sensorial procedente de la retina, las cuales no tienen tanta sensibilidad, lo que indica que la sensibilidad a las líneas es función exclusiva de las células corticales, llevando a concluir que la tendencia a la fijación selectiva ante un estímulo con características determinadas está estrechamente relacionada con esta área (Cárdenas, 2014), dato importante para el presente artículo y su tema central, el *neuromarketing*.

Según Chamizo y Rivera (2012), entre los neurotransmisores que más se relacionan con el comportamiento humano, en especial con los sistemas de recompensa, está la dopamina, que cumple varias funciones cerebrales, entre ellas, la regulación del comportamiento y la cognición, la actividad motora, la motivación, la recompensa, el humor, el aprendizaje, entre otras.

Las neuronas que transmiten la dopamina, llamadas dopaminérgicas, se encuentran ubicadas especialmente en el área tegmental ventral del cerebro medio, el núcleo arcuato del hipotálamo y la parte compacta de la sustancia nigra. Las respuestas físicas que se observan de la acción dopaminérgica y que están relacionadas con las investigaciones en *neuromarketing*, se dan cuando una recompensa se presenta en forma súbita. Estas respuestas se observan al inicio de un estímulo condicionado después de presentarse en forma repetida y contingente con la recompensa; sin embargo, las neuronas

dopaminérgicas se deprimen cuando la recompensa esperada no se da (Flórez, Armijo y Mediavilla, 2005).

La dopamina, de acuerdo con lo que exponen Schultz, Carelli y Wightman (2015), proporciona señales instructivas a la parte del cerebro responsable de adquirir una nueva conducta en relación con los sistemas de recompensa. Las vías por las cuales las neuronas dopaminérgicas se proyectan a diversas zonas del cerebro son la vía mesocortical, vía mesolímbica, vía nigroestrida y vía tuberoinfundibular. Esta inervación explica los efectos de placer que se dan cuando hay activación del sistema dopaminérgico, viajando por la vía mesolímbica-VTA y el núcleo accumbens, ambos relacionados al sistema de recompensa del cerebro (Legault y Wise, 1999).

Es importante señalar que según Cortés (2017), la dopamina controla además el flujo sanguíneo a los lóbulos frontales, afectando procesos de memoria, o al córtex prefrontal, así como los procesos de atención, lo cual, podría ser una explicación biológica a la generación de la recordación de la marca o *Top of Mind*, o el cariño por la marca o *Top of Heart*, en las acciones del consumidor en el mercadeo.

Los sistemas de recompensa pueden ser estimulados en forma positiva o negativa, según se busque obtener placer o reforzamiento positivo, o aliviar dolor o depresión o reforzamiento negativo; se ubican desde la región límbica y la corteza prefrontal y son centros moduladores de las emociones y de la conducta (Belsasso, Estañol y Juárez, 2001). Los estímulos que pueden ser originados de forma externa por sustancias como la nicotina, opio y derivados, alcohol, anfetaminas, entre otros; o interna, como las que se producen de forma natural por la alimentación, las relaciones sexuales o el amor (Watkins, Koob y Markus, 2000).

La vía de recompensa cerebral *mesoacumbens* que menciona Sánchez (2014), es un circuito emocional propio de los mamíferos, que se relaciona con las conductas aprendidas para la supervivencia, genera en el área tegmental células sintetizadoras de dopamina, que están controladas por interneuronas inhibitorias y liberadoras de esta.

Con los estudios en sistemas de recompensa y en neuroquímica descritos por Wise (1999), se ha llegado a saber que el sistema mesolímbico está relacionado directamente con la liberación de dicha dopamina, y a su vez, los antagonistas de dopamina que la disminuyen, dando a este sistema la característica de principal regulador en las respuestas de recompensa ante sustancias adictivas o ante estímulos ambientales que las generen, donde los fenómenos finales resultan ser la estimulación del sistema mesolímbico y de otras áreas del cerebro.

Los estudios realizados recientemente por Dooley (2015), orientados a relacionar la funcionalidad y racionalidad del cerebro producto de la respuesta a varios tipos de estímulos de *marketing*, concluyen que el 95% de los pensamientos, emociones y aprendizajes ocurren antes de que estos sean conscientes; además, explica cómo aplicar la neurociencia y la investigación para mejorar la comprensión de los patrones de decisión de los consumidores en el mercado.

De acuerdo con lo expresado por Hillenbrand y Cervantes (2013):

“En el cerebro del consumidor es en donde se conforma el resultado final para realizar o no una determinada compra; es por ello que [sic] el *neuromarketing* [sic] se interesa por el funcionamiento del cerebro, pero viéndolo como un órgano en la decisión de compra, por lo que se convierte en una herramienta de importancia crítica para los tomadores de decisiones en mercadotecnia.” (pp. 40-45)

Los estudios antes descritos, y muchos más, son aprovechados por el *neuromarketing* para conocer el proceso de toma de decisiones desde el cerebro, los aspectos neurocognitivos vinculados a él y la generación de propuestas en *marketing* y publicidad.

Técnicas de medición neurofisiológicas

Uno de los principales objetivos de las investigaciones actualmente en el área de ciencias sociales es la cognición humana; y para abordarlo se han utilizado distintas técnicas instrumentales neurofisiológicas, que pueden ser o no invasivas, las cuales facilitan medir la actividad cerebral.

Las técnicas no invasivas según Wang, Tang y Cole (2008), se basan en el registro de señales electroencefalográficas, diámetro pupilar, análisis galvánico, entre otras; técnicas a las que se les pueden distinguir dos paradigmas de control principales, control evocado o espontáneo.

Las investigaciones en *neuromarketing* han podido llegar a la consciencia del consumidor para conocer sus deseos y observar la forma en la que toman decisiones de compra; por lo que de acuerdo con Polich (2007), es importante determinar previamente el estado de salud física y neurocognitiva de los sujetos muestra, debido a que los sujetos de investigación que han sufrido daño cerebral, aunque sea leve, muestran desviaciones en las mediciones, como amplitudes reducidas o latencias incrementadas, que llevan a presentar resultados estándar en pruebas de memoria y de atención.

También se incluye el proceso de la evaluación neurocognitiva relacionada con la toma de decisiones de compra o de consumo parte desde una demanda, ya sea manifiesta o no, por parte del usuario o motivada por la sociedad. Por ello, lo primero que se debe realizar es una entrevista para levantar los datos relacionados con la anamnesis neurocognitiva, que varía según la población o la muestra. La anamnesis neurocognitiva es una prueba que de acuerdo con Rodríguez y Rodríguez (1999), debe seguir un protocolo riguroso a fin de recabar correcta y organizadamente los datos de identificación del sujeto de investigación, como historia de enfermedades, antecedentes personales, antecedentes familiares e historia psicosocial; de tal manera que posteriormente a la selección de las pruebas instrumentales y dependiendo del propósito explícito de la investigación, el análisis e interpretación neurocognitiva de los datos obtenidos sean consistentes.

Las técnicas fisiológica más utilizadas en *neuromarketing*, son:

Tomografía axial computarizada

La tomografía axial computarizada (TAC) son ondas electromagnéticas capaces de atravesar la materia, permitiendo obtener imágenes internas del cuerpo humano. Las imágenes generadas durante la exploración por TAC pueden ser reordenadas en múl-

tiples planos, e incluso en tres dimensiones, las cuales se pueden observar por medio de un monitor, imprimir o transferir a medios electrónicos. La exploración por TAC es útil para detectar anomalías fisiológicas y es una técnica de observación rápida, indolora, precisa y no es invasiva (Caballero et al., 2008).

Zelinkova et al. (citados en Parra-Bolaños, 2015) manifiestan que es una técnica que facilita identificar a partir de la observación clínica fisiológica las

condiciones médicas irreversibles que no solo alteran la salud física del paciente sino que se trasladan a otras dimensiones tales como la salud emocional, psicológica, afectiva, la socialización y todas las esferas involucradas que tienden a afectar al paciente y a la gente que los rodea de forma sustancial (p. 33).

Tomografía por emisión de positrones

La tomografía por emisión de positrones (PET) consiste en una imagen del cuerpo tomada por la emisión de cantidades pequeñas de material radioactivo, cuya calidad y detalle son de alta definición (Sociedad Española de Neuroimagen, 2016).

La tomografía por emisión de positrones (TEP), de acuerdo con lo que mencionan Patterson et al. (2013), utiliza una sustancia de tipo reactiva por medio de una inyección de isótopos al organismo, para “detectar el consumo de glucosa a nivel encefálico para relacionarlo con la ejecución de tareas y desafíos cognitivos que realizan las redes neuronales “ (Parra-Bolaños, 2015, p. 32); de utilidad en investigación relacionada con el correlato neurofisiológico conductual.

Resonancia magnética funcional por imágenes

La imagen por resonancia magnética funcional (IRMf) es una técnica que permite mostrar en imágenes las regiones cerebrales cuando se ejecuta una función determinada. Es una técnica de alto costo, no invasiva, que emplea un campo magnético de radiofrecuencia para observar la irrigación del torrente sanguíneo del sistema óseo, tejidos blandos y demás estructuras del organismo como el cerebro, comunicando la información obtenida a un ordenador a través de un mapeo que ordena las funciones cognitivas del mismo (Sanz-Cortés et al., 2015; Pio-Abreu, Ferreira y Januario, 2015).

Magnetoencefalografía

La magnetoencefalografía (MEG) es otra técnica no invasiva que define las imágenes con alta fiabilidad a partir de la medición del nivel eléctrico de la actividad eléctrica, utilizando 300 canales especializados de registro. Tienen la ventaja de que sus resultados se pueden comparar con otras técnicas de neuroimagen (Sulzer et al., 2013).

Electroencefalografía

La electroencefalografía (EEG) se basa en el registro de actividad bioeléctrica de las diversas áreas cerebrales implicadas en la sinapsis, registrando los impulsos eléctricos que el investigador desea monitorear (Electroencefalograma-EEG, 2016).

Las pruebas mediante EEG, según Barrett y Satpute (2013), pueden llevarse a cabo tanto en estado de reposo, vigilia y durante el sueño; razón por la que se ha convertido en una de las técnicas más utilizadas que permiten identificar los eventos relativos a la comunicación entre neuronas; además que no es costosa, ni invasiva. Presenta la desventaja de que los registros tienen una resolución espacial limitada al número de electrodos y excluye la parte interna cerebral.

Seguimiento ocular o Eye-tracking

El seguimiento ocular o *Eye-tracking* es un indicador fisiológico que se utiliza para identificar la respuesta de las personas, relacionada con el movimiento de los globos oculares frente a determinados estímulos visuales. La medición con *Eye Tracking o Eye Tracking Glasses*, detecta las respuestas de dilatación pupilar ante estímulos visuales y traza la mirada del observador e identifica dónde centra su foco y por cuánto tiempo, generando un mapa de calor en su registro.

Una vez identificadas las zonas de activación y las respuestas fisiológicas asociadas, se analiza la relación existente con los estímulos presentados, y de ese análisis se infieren la valencia del estímulo y su respuesta como recompensa o de inhibición.

La información recolectada por medio de este equipo, es una aplicación útil para el

marketing dirigido a la promoción de marcas, así como para el análisis de diversas piezas publicitarias (MindMetriks.com).

Face Coding

El Face Coding (FACS), o analizador de macro y micro expresiones faciales, facilita medir las emociones básicas: felicidad, tristeza, sorpresa, susto, rabia y disgusto para entender las emociones evocadas, generadas por piezas publicitarias.

Vallejo-Trujillo (2017) asevera lo siguiente:

El Sistema de Codificación de Acción Facial – FACS, está estandarizado con base en las características fisiológicas del hombre y cuya unidad de medida son las Unidades de Acción – AUs, por medio de las cuales es posible disociar las tres categorías de expresiones faciales: macro expresiones, micro expresiones y expresiones sutiles (p. 4).

Tomografía computarizada por emisión monofotónica

La tomografía computarizada por emisión monofotónica o de fotón único (TCEFU), utiliza rayos Gamma, por lo que se le conoce comúnmente como gammagrafía. Se diferencia de las radiografías por la cámara de alto registro que posee, lo cual le permite por la producción de isótopos radioactivos, extraer imágenes bidimensionales tanto del cerebro como del resto del sistema nervioso central, y convertirlas en imágenes tridimensionales de alta resolución (Rule, Freeman y Ambady, 2013).

Estimulación magnética transcraneal

La estimulación magnética transcraneal (TMS) es una técnica no invasiva y poco dolorosa que permite conocer la actividad cerebral, a partir de la estimulación del tejido nervioso de la corteza cerebral, médula espinal, vías motoras centrales o nervios periféricos (Calvo-Merinoa y Haggard, 2004).

Electromiografía

La electromiografía (EMG) es un dispositivo electrónico que hace uso de señales

biológicas producidas por los músculos del cuerpo o microeléctricas superficiales. Las señales son procesadas y analizadas por un circuito electrónico, además de un software, y consiste en aplicar electrodos de bajo voltaje en los músculos de los que se desea conocer las respuestas a estímulos programados; sin embargo, en momentos de fatiga puede afectar el sistema de medición (Correa-Figueroa, Morales-Sánchez, Huerta-Ruelas, González-Barbosa y Cárdenas-Pérez, 2016).

Respuesta galvánica o conductancia de la piel

La respuesta galvánica (GSR) o conductancia de la piel (SRC), mide los registros de las respuestas que la resistencia de la piel realiza a través del estado de las glándulas sudoríparas; es decir, mide las respuestas del sistema nervioso simpático, producto de los sentimientos como la ira, el deseo sexual, el miedo, entre otros, los cuales generan cambios en la resistencia eléctrica de la piel.

Esta respuesta galvánica se utiliza en *neuromarketing* como indicador del estado emocional del sujeto, mientras es sometido a estímulos (Gallegos y Torres, 1983).

Potenciales evocados

Los potenciales evocados son la técnica diagnóstica que explora la forma en que se transmite la información desde los órganos de los sentidos hasta el cerebro. Se pueden medir con algunas de las técnicas instrumentales descritas anteriormente. En los últimos años algunos estudiosos han logrado medir a través de ellos el procesamiento cognitivo. El análisis mediante potenciales evocados “fue propuesto por primera vez por Farwell y Donchin (1998), quienes desarrollaron un deletreador que empleaba una matriz de 6x6 caracteres, en filas y columnas que se iluminaban de forma aleatoria, produciendo estímulos visuales” (Sirvent, Azorín, Iáñez, Úbeda y Fernández, 2011, p.1).

El potencial evocado cognitivo (P300), de acuerdo con su origen, se denomina potencial evocado visual (PEV), potencial evocado auditivo (PEA), potencial evocado somatosensorial (PESS) o potencial evocado motor por estimulación eléctrica o magnética (Nuwer, 1998), el cual facilita medir el funcionamiento del sistema visual, sensorial, acústico u olfativo, a partir de un estímulo provocado y controlado.

Registrar y analizar los potenciales evocados a partir de la actividad eléctrica cerebral producto de un estímulo, ha permitido ampliar el conocimiento sobre algunas procesos y subprocesos cognitivos o perceptivos.

Cuando el estímulo visual o cualquier otro estímulo sensorial, llega al cerebro, provoca secuencias características, ondas factibles de medir mediante electroencefalografía (EEG), según la intensidad. Dicha onda es materia de análisis obligado en la revisión de los sistemas de recompensa y se conocen como ondas P300, mismas que se identifican con un cambio positivo de voltaje a una latencia típica de 300-1.000 ms, desde el inicio del estímulo; y se relaciona con una acción cognitiva voluntaria involucrada en la toma de decisiones. De acuerdo con Polich y Criado (2006), esta onda se capta en el área parietal y se identifica mejor a partir de su interacción con áreas frontales, temporales y el encéfalo profundo.

Sin embargo, con relación a las áreas relacionadas con esta onda hay controversia, dado que se origina en las estructuras profundas como la amígdala, giro hipocampal o hipocampo o cercanas del cerebro como la corteza parietal y la zona cingulada.

Autores como Frodl-Bauch, Bottlender y Hegerl (1999) mencionan que la onda P300, se genera como resultado de potenciales pos-sinápticos a través de las vías glutaminérgicas, en la que los receptores de tipo N-metil-D-aspartato (NMDA), son de gran relevancia para la producción de potenciales inhibitorios pos-sinápticos (PIPS), que tienden a disminuir la amplitud de onda e incrementar la latencia y la acetilcolina (Nieuwenhuis, Aston-Jones y Cohen, 2005).

De acuerdo con Polich (2007), la onda P300 se compone por dos ondas secundarias llamadas P3a y P3b; la primera es producto de la atención frontal dirigida por estímulo durante el procesamiento de tareas; la segunda se origina en la actividad parietal-temporal asociada con la atención y parece estar relacionada con el procesamiento en la memoria. Polich en su investigación de la onda P300, la evocó utilizando un estímulo visual, con un procedimiento llamado odd-ball, donde se selecciona el estímulo “diana”

entre varios de fondo neutro, de mayor frecuencia y también en presencia de estímulos “distractores” para asegurar que la respuesta de P300 se debe al estímulo “diana”. El paradigma odd-ball se utiliza en forma generalizada para evocar la P300, porque esta infiere en la toma de decisiones consciente, respuesta en la que no se identifica control voluntario por parte de las personas.

En resumen, los diferentes tipos de dispositivos biométricos y medidas generadas a partir de las técnicas existentes, facilitan el entendimiento de las respuestas del cuerpo humano frente a un estímulo.

El estudio del comportamiento del consumidor por las neurociencias ha generado un especial interés por entender y tratar de mejorar la forma como nos vinculamos los individuos con el mercado y con el entorno. Es así como actualmente las investigaciones en *neuromarketing* pueden aprovechar las técnicas tanto de forma independiente como conjunta, bien sea con fines complementarios o confirmatorios, ya que es decisivo conocer el funcionamiento e interrelación con la toma de decisiones para lograr intuir los estados mentales, afectivos, sentimientos, emociones, pensamientos e intenciones del consumidor.

Consideraciones finales

El *marketing* tradicional ya no es suficiente, dado que no cumple con las expectativas de los empresarios ni con las metas económicas necesarias para subsistir, menos para desarrollarse y crecer.

En este contexto, las neurociencias, y en especial, la neurofisiología, la neuroanatomía y la neurocognición, ofrecen una alternativa atractiva desde la combinación de las neurociencias y el *marketing*.

El *neuromarketing* más que una moda o una novedad, se constituye en la base estratégica para los nuevos modelos de posicionamiento de marca o producto, por lo que el conocimiento neurofisiológico de los sistemas de recompensa y de control inhibitoria asociados a estímulos sensoriales, dará claridad a los publicistas del mañana para tomar acciones estratégicas y promover la venta, siempre dentro del respeto a la individualidad del ser humano.

Es importante en este punto retomar los patrones éticos de respeto a las personas y de tolerancia a la diferencia. Como menciona Monge (2009), “desde el punto de vista de los responsables de marketing y de los neurocientíficos, el mayor problema que tiene que resolver actualmente el neuromarketing es de tipo ético”. La esencia de los datos y el resultado de que estén desencajados directamente de la fisiología de los cerebros de los sujetos, hacen que se planteen multitud de cuestiones éticas, Monge (2009), por lo que es necesario una definición y adherencia masiva de un código de principios éticos que guíen la investigación y la consultoría, ahora en ámbito del *neuromarketing*.

La neurociencia y sus técnicas se han volcado a dar explicación no solo al aspecto social y afectivo del consumidor, sino que han aprovechado estos desarrollos tecnológicos para sentar las bases neurofisiológicas que expliquen el comportamiento del consumidor por medio del *neuromarketing*.

Referencias

Arango-Dávila, C. A. y Pimienta, H. J. (2004). El cerebro: de la estructura y la función a la psicopatología. Primera parte: Bloques Funcionales. *Revista Colombiana de Psiquiatría, Suplemento*, XXXIII(1), 102S-125S.

Barrett, L. F. y Satpute, A. B. (2013). Large-scale brain networks in affective and social neuroscience: towards and integrative functional architecture of the brain. *Current Opinion in Neurobiology*, 11(5), 1-12. doi:10.1016/j.conb.2012.12.012

Bastidas-Bilbao, H. (2014). Enfermedades médicas y depresión en el adulto mayor: características comunes y relación etiológica. *Revista de Psicología [online]*, 32(2), 191-218 . Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0254-92472014000200001&lng=es&nrm=iso>

Belsasso, G., Estañol, B. Juárez, H. (2001). Los sistemas de recompensa en el cerebro. *Neurol Neurocir Psiquiat*, XXXIV, 94(01), 22-24.

Benito, S. M. y Guerra, V. F. (2011). Neuromarketing: tecnologías, mercado y retos. *Pensar la Publicidad*, 5(2), p. 19.

Braidot, N. (2012). Brain Decision. Et Curiosity Sessions. [Nestor Braidot y las decisiones "irracionales"]. Recuperado de <https://www.youtube.com/results?q=nestor+braidot>

Burin, D., Drake, M. y Harris, P. (2007). Evaluación neuropsicológica en adultos. Lugar: Paidós Editorial.

Caballero, P. J., Dorado, S., Díaz, A., García, E., Yubero, L., Torres, N., Ibero, C. y Cantero, J. (2008). Vigilancia epidemiológica de la intoxicación aguda en el área sur de la Comunidad de Madrid: Estudio VEIA 2004. *Anales de Medicina Interna*, 25(6), 67-72.

Calonge, I. (2009). Qué medimos y cómo medimos. La evaluación de las secuelas neurocognitivas. En *Psicooncología*, 6(2-3), 291-309. Recuperado de <http://link.galegroup.com/apps/doc/A219376426/IFME?u=pu&sid=IFME&xid=86d5885f>

Calvo-Merino, B. y Haggard, P. (2004). Estimulación magnética transcraneal. Aplicaciones en neurociencia cognitiva. *Revista Neurología*, 38(4), 374-380.

Cárdenas, L. D. (2014). Los neurotransmisores en el funcionamiento del cuerpo humano y las emociones. Propuesta didáctica para estudiantes de ciclo IV, (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. Recuperado de <http://>

www.bdigital.unal.edu.co/39426/1/luzdarycardenass.2014.pdf

Castillo, J. y Galdames, D. (2006). Neurofisiología clínica. Santiago de Chile. Mediterráneo.

Chamizo, A. y Rivera, G. N. (2012). Cerebro y comportamiento: una revisión. *Revista Argentina de Ciencias del Comportamiento*, 4(2), 75-89.

Chiavenato, I. (1989). *Introducción a la teoría general de la administración*. 3 ed. México: McGraw-Hill.

Coelho, L. A., Fernández, C., Ribiero, C. y Perea-Bartolomé, M. V. (2006). El modelo de Alexander Romanovich Luria (revisitado) y su aplicación a la evaluación neuropsicológica. *Revista Galego-Portuguesa de Psicología e Educación*, Años 10, 13(11), 155-194.

Correa-Figueroa, J. L., Morales-Sánchez, E., Huerta-Ruelas, J. A., González-Barbosa, J. J., y Cárdenas-Pérez, C. R. (2016). Sistema de Adquisición de Señales SEMG para la Detección de Fatiga Muscular. *Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica*, 37(1), 17-27. [dx.doi.org/10.17488/RMIB.37.1.4](https://doi.org/10.17488/RMIB.37.1.4)

Cortés, G. (2017). Principales diferencias entre Top of Mind y Top of Heart. Recuperado de: <https://www.informabtl.com/principales-diferencias-top-of-mind-top-of-heart-brand-awareness/>

Cuartas, J. M. y Palacio, C. A. (2011). Psychobiology and candidate endophenotypes in psychopathy. *International Journal of Psychological Research*, 4(1), 92-101.

De Balanzó, C. y Serrano, N. (2010). Fundamentos para construir un modelo de comunicación publicitaria desde la perspectiva de la neurociencia. Congreso AE-IC: Comunicación y Desarrollo en la Era Digital.

Del Águila, C. (1994). *Electromedicina*. Hasa.

Díaz, P. (2011). Implicaciones de las técnicas de medición de la actividad cerebral en la cognición: ¿el tiempo o el espacio? *Revista de Psicología de la Universidad de Chile*, XVII(1), 87-100. doi: 10.5354/0719-0581.2011.17143.

Dooley, R. (2015). *Brainfluence*. Empresa Activa.

Electroencefalograma EEG. (2016). Recuperado de http://www.tobii.com/http://www.tobii.com/archive/files/17989/Tobii_T60_and_T120_Eye_Trackers_leaflet.pdf.aspx

Elkhonon, G. (2015). *El cerebro ejecutivo*. Planeta.

Engel, J. F., Blackwell, R. D. y Miniard, P. W. (1995). *Consumer behavior*. 8 ed. Fort Worth, TX: The Dryden Press.

Estévez-González, A., García-Sánchez, C. & Junqué, C. (1997). La atención: una compleja función cerebral. *Revista de Neurología*, 25(148), 1.989-1.997.

Farwell, L. A. y Donchin, E. (1998). Talking off the top of your head: Toward a mental prosthesis utilizing event-related brain potentials. En: *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*, 70(6), 510-523.

Federman, N. (2012). Capítulo: Aprendizaje y Memoria. En: *Escritura en Ciencias. Cerebro y Memoria*. Coord: Pereyra, A. y Calderón, L. Ministerio de Educación de y Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, p. 131.

Flórez, J., Armijo, J. y Mediavilla, A. (2005). *Farmacología humana*, 4 ed., Barcelona, España: Masón.

Frodl-Bauch, T., Bottlender, R. y Hegerl, U. (1999). Neurochemical substrates and neuroanatomical generators of the event-related P300. *Neuropsychobiology*, 40(2), 86-94.

Gallegos, X. y Torres, F. J. (1983). Biorretroalimentación de la respuesta galvánica de la piel y entrenamiento en relajación: un estudio piloto. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 15(1-2), 259-275.

García, C. y Estévez, A. (2000). *Estimulación cognitiva*. Lugar: Lebon.

Gil, R. (2007). *Neuropsicología*. España: Masson.

González, R., González, J., Rodríguez, S., Núñez, J. y Valle, A. (2005). *Estrategias y técnicas de estudio*. Madrid, España: Pearson Educación.

Goldberg, E. (2015). *El cerebro ejecutivo: lóbulos frontales y mente civilizada*. Crítica.

Goldstein, E. B. (2006). *Sensación y percepción*. 6 ed. España: Paraninfo.

Goleman, D. (2004). *Inteligencia emocional*. Kairós.

Hillenbrand, J. P. y Cervantes, J. (2013). *Neuromarketing: una nueva forma de entender la mente del consumidor*. México, D. F: Facultad de Contaduría y Administración, UNAM.

Kandel, E. R., Schwarz, J. H. y Jessel, T. M. (2001). *Principios de neurociencia de Kandel*. Madrid: McGraw-Hill/Interamericana.

Kotler, P. y Armstrong, G. (2003). *Fundamentos de marketing*. Lugar: Pearson Educación.

Legault, M., y Wise, R. A. (1999). Injections of N-methyl-D-aspartate into the ventral

hippocampus increase extracellular dopamine in the ventral tegmental area and nucleus accumbens. *Synapse*, 31(4), 241-249.

Lezak, M., Howieson, D. y Loring, D. (2004). *Neuropsychological assessment*. Oxford: Oxford University Press.

MindMetriks. (2018). Recuperado de: <https://www.mindmetriks.com/tecnologia-y-biometria-cientifica-y-neuromarketing.html>

Modelos de Personalidad: "The Big Five". (s.f.) Recuperado 12 de mayo de 2018). En: <https://articulosbm.files.wordpress.com/2012/03/modelos-de-personalidad-the-big-five.pdf>

Montague, K. S. y Montague, P. R. (2004). Neural correlates of behavioral reference for culturally familiar drinks. *Neuron*, 44, 379-387.

Montague, P. R. (2006). *Why choose this book?: How we make decisions*. Toronto: Penguin Group.

Neuro Conexions. (2009). Fall Newsletter, p. 40.

Nieuwenhuis S., Aston-Jones G. y Cohen, J. D. (2005). Decision making, the p3, and the locus coeruleus-norepinephrine system. *Psychological Bulletin*, 131(4), 510-532.

Nuwer, M. R. (1998). Fundamentals of evoked potentials and common clinical applications today. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*, 106(2), 142-148.

Ospina, L. A. (2014). *Neuromarketing*. En: Seminario de Grado. Universidad Militar Nueva Granada.

Parra-Bolaños, N. (2015). Impacto de las técnicas de neuroimagen en las ciencias sociales. *Revista Chilena de Neuropsicología*, 10(1), 31-37.

Pardal-Fernández, J. M., García-Álvarez, G., Jerez-García, P., Marco-Giner, J. & Almodóvar-Álvarez, C. (2003). Parálisis facial periférica. Utilidad de la neurofisiología clínica. *Rev Neurol*, 36, 991-996.

Patterson, C., Frederick, B., Yuan, H., Dyer, L., Lockyer, P., Lalush, D. y Veleva, A. (2013). Development of a new positron emission tomography tracer for targeting tumor angiogenesis: Synthesis, small animal imaging and radiation dosimetry. *Molecules*, 18, 5.594-5.610. doi:10.3390/molecules18055594

Pio-Abreu, J. L., Ferreira, B. R. y Janeiro, C. (2015). The concept of meaning: The key to clarify the human cognition and psychopathology. *Medical Hypotheses*, 44(1), 1-5. doi:10.1016/j.mehy. 2015.01.009

Polich, J. (2007). Updating P300: An Integrative Theory of P3a and P3b. *Clin Neurophysiol*, 118(10), 2.128–2.148.

Polich, J. y Criado, J. R. (2006). Neuropsychology and neuropharmacology of P3a and P3b. *Intl J Psychophysiol*, 60(2), 172-185.

Restrepo, S. (2018). Publicidad digital bisensorial y promoción del consumo de alimentos en Medellín. *Revista Innovación Empresarial*, número, rango de páginas.

Rocha-Miranda, C.E. (2001). Neurociencias. Recuperado de: <http://www.upbbga.edu.co/filesupb/NEUROCIENCIAS.pdf>

Rodríguez, L. y Rodríguez L. (1999). Principios técnicos para realizar la anamnesis en el paciente adulto. *Rev Cubana Med Gen Integr*, 15(4), 409-414.

Rule, N. O., Freeman, J. B. y Ambady, N. (2013). Culture in social neuroscience: A review. *Social Neuroscience*, 8(1), 3-10. doi:10.1080 /17470919.2012.695293

Sánchez, F. (2014). La aprehensión de las marcas a través del sistema de recompensa cerebral. *Revista La Propiedad Inmaterial*, 18, 131-143.

Santana, R. (2006). El cerebro, la conducta y el aprendizaje. *Neuropsicología para padres y docentes*. San José: EUNED.

Santesmases, M. (1995). *Marketing, conceptos y estrategias: economía y administración de empresas*. 2 ed. Méjico: Pirámide.

Sanz-Cortes, M., Egaña, G., Simoes, R. V., Vazquez, L., Bargallo, N. y & Gratacos, E. (2015). Association of brain metabolism with sulcation and corpus callosum development assessed by MRI in late onset small fetuses. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 102, 1-34. doi:10.1016/j.ajog.2015.01.041

Schultz, W., Carelli, R. M. y Wightman, R. M. (2015). Phasic dopamine signals: From subjective reward value to formal economic utility. *Curr Op Behav Sci*, 5, 147-154.

Sierge, G. (1999). *Basic neurochemistry: Molecular, celular and medical aspects*. 6th ed. [CD-ROM]. Lippincott-Raven Publisher.

Sirvent, J. L., Azorín, J. M., Iáñez, E., Úbeda, A. y Fernández, E. (2011). Interfaz cerebral no invasiva basada en potenciales evocados para el control de un brazo robot. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial*, 8(2), 103-111. doi:0.4995/RIAI.2011.02.13

Sociedad Española de Neuroimagen. (2016). Título de la fuente. Recuperado de <http://www.neuroimagen.es/Folleto%20-%20Sociedad%20Espa%C3%B1ola%20de%20>

Neuroimagen.pdf

Sulzer, J., Haller, S., Scharnowski, F., Weiskopf, N., Birbaumer, N., Blesari, M.L., Bruehl, A.B., Cohen, L.G., deCharms, R.C., Gassert, R., Goebel, R., Herwig, U., LaConte, S., Linden, D., Luft, A., Seifritz, E. y Sitaram, R. (2013). Real-time fMRI neurofeedback: Progress and challenges. *NeuroImage*, 76, 386-399. doi:10.1016/j.neuroimage.2013.03.033

Tirapu-Ustárrroz, J., García-Molina, A., Luna-Lario, P., Roig-Rovira, T. y Pelegrín-Valero, C. (2008). Modelos de funciones y control ejecutivo (II). *Revista de Neurología*, 46(12), 742-750.

Ustárrroz, J. T., Molina, A. G., Lario, P. L. y García, A. V. (2012). Corteza prefrontal, funciones ejecutivas y regulación de la conducta. *Neuropsicología de la corteza prefrontal y las funciones ejecutivas*, 87-117.

Vallejo-Trujillo, S. (2017). La publicidad emocional como estrategia de mercadotecnia: oportunidad para las compañías. *QUID*, 29, 13-21.

Wang, L., Tang, Y. y Cole, P. A. (2008). Marmorstein R. Structure and chemistry of the p300/CBP and Rtt109 histone acetyltransferases: Implications for histone acetyltransferase evolution and function. *Curr Opin Struct Biol*, 18, 741-747.

Watkins, S., Koob, G. y Markus, A. (2000). Neural mechanisms underlying nicotine addiction: Acute positive reinforcement and withdrawal. *Nicotine & Tobacco Res*, 2, 19-37.

Wise, R.A. (1999). Cognitive factors in addiction and nucleus accumbens function: Some hints from rodent models. *Psychobiology*, 27(2), 300-310.

Zaltman, G. y Coulter, R. H. (1995). Seeing the voice of the customer: Metaphor-based advertising research. *Journal of Advertising Research*, 35(4), 35-51.

Zelinkova, J., Shaw, D., Mareček, E., Mikl, M., Urbánek, T., Havlíčková, D., Zámečník, P., Haitová, P. y Brázdil, M. (2014). An evaluation of traffic-awareness campaign videos: Empathy induction is associated with brain function within superior temporal sulcus. *Behavioral and Brain Functions*, 10(27), 1-8.