

**Universidad
Autónoma
Metropolitana**



Casa abierta al tiempo **Azcapotzalco**

DIVISIÓN DE CIENCIAS Y ARTES PARA EL DISEÑO
Maestría en diseño y desarrollo de productos

Neuro herramientas: Diseño y espacio

Felipe de Jesús Gutiérrez Alatorre

Tesis para optar por el grado de Maestro en Diseño
Posgrado en Diseño y Desarrollo de Productos

Miembros del Jurado:

Dr. Fernando Rafael Minaya Hernández
Director de Tesis

Dr. Marco Vinicio Ferruzca Navarro

Mtra. Areli García González

Dr. Isidro Navarro Delgado

Dra. María Itzel Sainz González

Mtra. Alinne Sánchez Paredes

Ciudad de México
diciembre de 2021

Índice

1. Introducción
 - 1.1 Planteamiento del problema
 - 1.2 Justificación
 - 1.3 Objetivo
 - 1.3.1 Objetivos particulares
 - 1.4 Hipótesis
 - 1.6 El Cerebro
 - 1.6.1 Componentes del cerebro y sus funciones
2. Marco teórico conceptual
 - 2.1 El cerebro y las emociones
 - 2.1.2 El cerebro y su interpretación
 - 2.2 Neuro Herramientas
 - 2.2.1 Electroencefalograma
 - 2.2.2 Ritmo o espectro Alfa
 - 2.2.3 Ritmo o espectro Beta
 - 2.3 El espacio en el diseño
3. Nuevas tecnologías aplicadas al diseño
4. Método y metodología
5. Aplicación de Neuro herramientas

6. Análisis de datos
7. Conclusiones
8. Aportaciones al diseño
9. Referencias
10. Bibliografía
11. Anexos

1. Introducción

Los diseñadores desarrollan su ejercicio profesional utilizando distintas guías metodológicas que se enfocan principalmente en el análisis del usuario, material a utilizar, medios de producción, normativas, entre otros. Sin embargo, el contexto actual del mundo globalizado en el que se vive en donde la tecnología avanza velozmente y el desarrollo de nuevas herramientas para el diseño crece de la misma manera, sugiere un trabajo de investigación que contenga distintas alternativas de análisis. Por ello, es relevante establecer una correcta investigación, ya que determinará las necesidades primordiales en la elaboración de un producto. Milton y Rodgers plantean (2013) que los métodos de investigación aplicados adecuadamente al proceso del diseño han contribuido al desarrollo de nuevos productos, proporcionando información, experiencia y conocimientos a través de la observación, la documentación visual y el análisis de la forma

En la actualidad, es indispensable la conformación de un equipo de trabajo integrado por elementos de distintas áreas del conocimiento, esto, para poder integrar las distintas disciplinas que los diseños actuales requieren.

Al establecerse los métodos para obtener información, se debe comprender qué papel juega el diseño una vez materializado mediante un producto y entenderse como un elemento de comunicación que es parte de un canal social de tres integrantes, en donde el emisor es el diseñador y el usuario final será el receptor; este último a su vez, le pagará al empresario o fabricante quien funge como intermediario y de esta manera, se alcanza un proceso de comunicación a través del producto, (Löbach, 1981).

La comunicación forjada por el producto se emite de manera visual por su apariencia, es decir, los objetos inanimados hablan de manera estética, por lo que en el diseño se pueden incluir

detonantes visuales con el fin de captar la atención del usuario, evitando el envío de un mensaje obvio o engañoso (Bramston, 2011).

En la búsqueda de diferentes disciplinas que pueden ayudar al diseño, se encuentran los estudios de la neurociencia¹, los cuales atienden la actividad del subconsciente y su relación con la toma de decisiones de las personas. Algunos autores explican (Conway, Stoughton, 2008) cómo las investigaciones se han adentrado en lo referente al color y han buscado codificar los estímulos y emociones que se detonan en el cerebro humano, así como precisar qué tipo de estimulación se produce con cada color. Por otro lado, se ha intentado identificar cómo el cerebro lee los colores para otorgar significados y comprender la importancia que tiene el color en un objeto determinado. Para poder analizar la actividad cerebral será necesaria la utilización de diferentes dispositivos, algunos de ellos tienen su origen en la medicina, específicamente en la neurofisiología², elementos que han evolucionado comercialmente y ahora son asequibles para personas que no se especializan en el tema.

En esta investigación se adopta el nombre de neuro herramientas a los elementos que ayudan a medir la actividad cerebral. En el presente trabajo se utilizará la diadema EMOTIV³, que realiza un electroencefalograma (detección de actividad eléctrica en el cerebro), ya que es un equipo de fácil acceso y entendimiento para quienes no son especialistas en medicina, por lo anterior, en este

¹ La neurociencia es el conjunto de disciplinas científicas que estudian el sistema nervioso, con el fin de acercarse a la comprensión de los mecanismos que regulan el control de las reacciones nerviosas y del comportamiento del cerebro. Fuente: Instituto Superior de Estudios Psicológicos.

² La Neurofisiología es la rama de la fisiología que estudia el sistema nervioso. Fuente: Biblioteca Universidad Autónoma de Madrid.

³ Diadema para lectura de actividad cerebral, está diseñado para la investigación del cerebro humano escalable y contextual, proporcionando acceso a datos cerebrales de nivel profesional.

trabajo se denominará como neuro herramientas a los dispositivos que ayuden a entender y determinar la actividad cerebral, como es el ejemplo de la diadema EMOTIV.

1.1 Planteamiento del problema

El diseño en general representa los avances tecnológicos de la época en que se concibe, a lo largo de la historia ha cambiado sus técnicas de producción, materiales y apoyos metodológicos. En las últimas dos décadas, se incorporó la informática como ayuda de representación para el diseñador, esto, principalmente con programas de computación que modelan en diferentes dimensiones y permiten visualizaciones finales de los productos en etapas de desarrollo. En la actualidad, los avances que se pueden adicionar al diseño tienen que ver con la percepción cerebral de los usuarios; esta información, permite conocer qué características tienen mejor impacto en los consumidores, por ello, como se mencionó anteriormente, si se toma en cuenta al producto como un canal de comunicación, el proceso actual de diseño puede estar limitado para lograr una aceptación positiva del usuario final, además de un desarrollo comunicativo apropiado, ya que no se consideran la diversidad de estímulos que inciden en la elección de un producto, teniendo que recurrir a la mercadotecnia para insertar un elemento o diseño en el mercado. Por el momento, las guías metodológicas no contemplan del todo estas características, (la diversidad de estímulos que inciden en la elección de un producto), la intención de integrarlas podría significar la potencialización de las cualidades de cualquier diseño.

1.2 Justificación

Cada vez más empresas se interesan en analizar el cerebro y sus estímulos, por ejemplo, L'Oreal realizó un estudio en 2018 relacionado con problemas de acné severo (Ferreirós)⁴, por otra parte,

⁴ Consistió en un experimento social dirigido a conocer cómo se sienten las personas con acné severo, utilizando equipos de medición de respuesta galvánica de la piel, tecnología eye tracking, contrastando con medición de ondas cerebrales.

se han realizado estudios en los que se comprueba que más del 80% de las elecciones que determinan los seres humanos son de manera inconsciente, es decir, el cerebro toma la decisión sin realizar un análisis racional completo (Klaric, 2013). Es posible “engañar” al cerebro estimulándolo para elegir una opción mediante el lenguaje de un producto, este lenguaje se desenvuelve por medio del sentido de la vista, es decir, por su apariencia.

Si bien los avances tecnológicos han modificado sustancialmente los medios y las herramientas en la práctica del diseño, los avances científicos podrían transformar los planteamientos metodológicos y teóricos de esta disciplina. Un ejemplo puede ser la neurociencia, que es el estudio del sistema nervioso (NICHD, 2021⁵), cuyo componente principal es el cerebro. Esta rama de la medicina y biología abre nuevas posibilidades para conocer y comprender mejor la naturaleza de la percepción cerebral y la conducta humana, con ello, brinda un acercamiento científico al usuario de un producto, quién es el receptor final de la actividad del diseñador. “En este sentido, corresponde a los académicos, investigadores y profesionales del diseño incorporar los avances neurocientíficos en su práctica” (Herrera, 2012, p. 2).

El diseño debe enfocarse desde su concepción a cumplir un objetivo definido, además, debe resultar atractivo y de costo razonable para generar un impacto positivo en el entorno al cual se integrará. En la mayoría de las ocasiones se cumple con uno o dos de los elementos mencionados, sin embargo, es indispensable abarcar los requerimientos de necesidad, estética, costo y deseo (aspectos del canal de comunicación que se establece por la percepción). La estética y el deseo son conceptos que van de la mano, ya que un producto agradable a la vista suele traducirse en algo que

⁵ El sistema nervioso está compuesto por el cerebro, la médula espinal y las redes de células nerviosas sensitivas o motoras, llamadas neuronas, en todo el cuerpo. El objetivo de la neurociencia es comprender cómo funciona el sistema nervioso para producir y regular emociones, pensamientos, conductas y funciones corporales básicas, incluidas la respiración y mantener el latido del corazón.

se desea tener y probablemente genere un requerimiento a partir de la percepción. “Por otra parte, las emociones en un proceso de persuasión del usuario actúan como uno de los tres elementos integrales del argumento de diseño (emoción, tecnología y carácter), junto al elemento tecnológico, que es básicamente la promesa de una utilidad práctica, y al elemento de carácter, que retrata los valores incrustados en el producto” (Demir, 2008).

Con esto, los diseñadores tienen la encomienda de producir elementos deseables y gracias a la neurociencia, se podría afirmar si logran o no su objetivo, ya que se puede analizar el nivel de estímulo cerebral positivo o negativo al momento de interactuar con el objeto o diseño concebido.

La ciencia ha demostrado que el cerebro responde positivamente a ciertos estímulos y con base en la propuesta consultada (Klaric, 2013), donde se indica que la mayoría de las decisiones del ser humano se realizan de forma inconsciente, es importante atender a la información que ayude a interpretar la toma de esas decisiones, ya que se podrá enriquecer el trabajo del diseñador. Las características como la forma, el color y la textura, además de la experiencia del usuario, podrían ayudar a potenciar los diseños; así, tanto empresas como fabricantes y diseñadores serán los beneficiados. El resultado final tendrá un valor agregado para la comercialización de productos y el bienestar de los usuarios finales.

La ubicación geográfica del mercado en la cual se desea insertar un producto será de suma importancia y esto se debe a que los seres humanos a través de las experiencias previas generan apego y aceptación a ciertos elementos y/o características, además de estímulos con los cuales reacciona el cerebro, con el procesamiento de esa información y una adecuada investigación, la probabilidad de éxito de un producto o diseño se podrá incrementar; es por ello que en muchas regiones algunos elementos se adecuan o rediseñan, por ejemplo, los automóviles sufren variaciones para “tropicalizar” sus productos alrededor del mundo y que estos reditúen

económicamente de la manera esperada a los productores y vendedores, sin embargo, principalmente buscan que los autos sean adecuados para el manejo de los usuarios y las vialidades, no para un mayor confort de los ocupantes, lo que es importante ya que las personas son distintas en complejión física y estilo de vida en las diferentes regiones del mundo. Al mismo tiempo, cabe la posibilidad, también, de sufrir pérdidas económicas al insertar un producto en una región del mundo nueva que, en un inicio, no se tenía contemplada.

Para poner en contexto esto, se referirá al mundo automotor, específicamente la marca Peugeot. Las personas tienen la necesidad de movilidad dentro de una urbe o localidad. Ahora bien, el mercado mexicano no es el mismo que el francés, ya sea por antropometría del usuario o estado de las vialidades, por mencionar algunos aspectos, por consiguiente, resulta muy complicado que una sola investigación o un solo diseño, pueda satisfacer ambas regiones. La empresa Peugeot cuando llegó a México, a finales de la década de los años noventa, tuvo muchos problemas, pues los autos resultaron ser muy frágiles y raros para los usuarios del país, lo cual arrastra hasta el día de hoy, ya que sus ventas en México la sitúan en el lugar 17 (García, 2018), por debajo de marcas Premium cuyo mercado es más reducido, al mismo tiempo, la marca se enlista en el lugar dos de ventas en Francia (Magro, 2018).

La deficiente o nula investigación, provocó una mala imagen en el consumidor mexicano en un inicio, misma que lleva más de diez años sin poder revertir. Así, el análisis de los grupos donde se insertará el producto debe marcar la pauta para la concepción del diseño, y esto es algo que sugieren las guías metodológicas.

Por otro lado, si se suman los avances científicos en lo que respecta a la percepción cerebral para potenciar el éxito de un elemento, se estará apoyando al diseñador en su labor, y esta será la directriz de la presente investigación. Los estímulos que generan los productos en los usuarios son

un valor agregado al diseño, es por ello, que, desde la fase conceptual y proyectual, se debe prestar especial atención a dichas características, tomando esto en consideración, se busca adicionar la información obtenida por la neurociencia para aplicarla al diseño, y hacer de este un desarrollo más completo y eficaz.

1.3 Objetivo

Incorporar a las neuro herramientas como medios para obtener información acerca de los diseños y/o productos concebidos. Principalmente en los automóviles.

1.3.1 Objetivos particulares

-Comprobar la eficiencia de utilizar las neuro herramientas como medio para obtener información.

-Analizar los estímulos generados de la relación usuario-espacio, delimitada por objetos. El análisis será a los estímulos que reciben los usuarios dentro de los automóviles, recibiendo señales de actividad cerebral que nos ayuden a entender mejor el sentir de los usuarios desde una perspectiva fisiológica.

-Detectar reacciones fisiológicas positivas de las personas dentro de un vehículo, ya que potenciarlas puede ayudar a crear ambientes estables al momento de utilizar el vehículo en las actividades diarias.

1.4 Hipótesis

El mejoramiento del proceso metodológico y conceptual incorporando diferentes neuro herramientas se ve reflejado en la aceptación del diseño de un producto.

1.5 Antecedentes y estado del arte

A continuación, se presentarán algunos ejemplos donde se muestran avances significativos en el uso de neuro herramientas y tecnologías similares que detectan reacciones fisiológicas de las personas y que nos permiten conocer la aceptación de los productos, pero con dos desventajas importantes. La primera es que se hace la prueba una vez puesto en el mercado el objeto en cuestión y que el análisis del éxito del producto se mide en los números económicos derivados de las ventas y no en la satisfacción de los usuarios. La segunda es que se necesitan permisos de privacidad para analizar respuestas en tiempo real de los usuarios, en la mayoría de los casos limitaría el público a analizar con esta práctica.

Un grupo de científicos mexicanos, adscritos al Centro de Investigación e Innovación en Tecnologías de la Información y Comunicación (INFOTEC⁶), desarrolló una herramienta informática para conocer las emociones de los usuarios de redes sociales a partir del análisis de sus publicaciones. Conocido como Servicio Web de Análisis de Polaridad (SWAP), la herramienta trabaja con un algoritmo capaz de identificar al instante cuando un tuit⁷ tiene una carga emotiva positiva, negativa o neutra.

El equipo, conformado por tres investigadores de Cátedras Conacyt: Eric Sadit Téllez Ávila, Mario Graff Moreno y Sabino Miranda Jiménez, así como dos del Centro de Investigación en Geografía y Geomática (Centrogeo): Daniela Moctezuma Ochoa y Óscar Sánchez Siordia, ha comparado la herramienta SWAP con la aplicación de Google y han observado una mayor

⁶ Tiene como propósito mejorar la competitividad, transparencia y eficiencia de las empresas y organizaciones de los sectores público, académico, social y privado.

⁷ Mensaje de texto emitido en la red social Twitter

efectividad, no sólo en relación con dicha app⁸, sino también con otros productos de empresas tecnológicas que realizan ejercicios similares.

A su vez, Eric Sadit Téllez, investigador de Cátedras Conacyt, puntualizó que para el análisis de sentimientos también se requiere un clasificador, cuya función consiste en decidir a qué clase pertenece un mensaje por medio de patrones, para ello se utiliza una máquina de soporte vectorial que lleva a cabo este proceso de etiquetamiento utilizando hiperplanos⁹ (Dávalos, 2016).

En España, Emotion Re-search LAB¹⁰, con sede en Valencia, ha diseñado un software emocional a través del reconocimiento facial que se enfoca en tres áreas: marketing, retail y política. A través de una webcam, la compañía puede medir la emoción y la atención de los consumidores.

La compañía valenciana, que ha desarrollado su propia tecnología y un algoritmo, registra los movimientos de los músculos faciales basándose en un sistema de codificación facial. "Gracias a este análisis, las empresas pueden conocer qué sensaciones suscita el envoltorio del producto, el sabor, la textura e incluso el grado de atención del usuario gracias a la tecnología eye tracking (seguimiento del ojo)", comenta Pocoví. Empresas como Deloitte, Sigmados, Liverpool o Unilever utilizan ya esta tecnología (Juste, 2016, parr. 5).

Además de estas aplicaciones, existen otras prácticas que apoyan al diseño en una etapa final y una de ellas es la mercadotecnia, existen esfuerzos importantes por conocer a los usuarios que se inician desde esta perspectiva y a continuación se presenta un ejemplo.

⁸ Aplicación digital.

⁹ Subdivisión matemática de un plano para análisis de vectores.

¹⁰ Se dedica a la medición de las emociones en tiempo real. Registran la respuesta emocional, mediante análisis facial y *eye tracking*. Su objetivo primordial es ayudar a las marcas a comprender mejor el comportamiento de los sujetos ante sus productos y promociones.

El pasado mes de noviembre (2017), el equipo de MaCom Research Lab se trasladó a Bucarest para colaborar con L'Oreal y realizar un experimento social con equipos de neuromarketing dirigido a conocer mejor lo que sienten las personas con acné severo, clientes de los productos de la marca Vichy.

Para lograr esto, llevamos los equipos de biometría a las calles de la ciudad y medimos las emociones y el nivel de estrés que genera la mirada de la gente en personas con problemas de la piel, en un experimento que consistió en dos etapas. En la primera fase, utilizamos tecnología de medición de la Respuesta Galvánica de la Piel (GSR, por sus siglas en inglés) para ayudarnos a conocer el nivel emocional durante todo el recorrido. Esta tecnología, que mide los cambios involuntarios e imperceptibles al ojo humano en la micro-sudoración de la piel nos permitió ver, en una escala del 0 al 20, cómo a lo largo del trayecto y tras las miradas de varios transeúntes el nivel de emoción/estrés de estas chicas iba creciendo. En esta fase también utilizamos un medidor del ritmo cardíaco y tecnología de Eye Tracking que nos permitió saber y grabar lo que las chicas estaban mirando en todo momento. Esto nos permitió darnos cuenta, por ejemplo, de que, al ser observadas por otra gente, bajaban la mirada, o directamente evitaban mirar a la cara a otras personas. Luego, contrastamos todo esto con la medición de las ondas cerebrales, trabajando sobre la memoria emocional de la experiencia en calle con equipos de electroencefalografía y Facial Coding¹¹. La electroencefalografía¹² que utilizamos nos permite traducir las ondas cerebrales en seis parámetros (estrés, relajación, interés, atención, atracción

¹¹ Esta técnica analiza las expresiones, es decir, los movimientos de los músculos faciales, para estimar qué emoción se está sintiendo.

¹² El autor refiere este termino al uso del electroencefalograma que es un registro gráfico de la actividad eléctrica cerebral. Se utiliza para explorar las distintas áreas cerebrales en funcionamiento, en pacientes de cualquier edad.

y emoción) y el reconocimiento facial o Facial Coding nos permite ver los micro movimientos musculares del rostro y traducirlos en emociones básicas (Ferreirós, 2018, pp 1-2).

Por otra parte, en 2017 la empresa Volkswagen junto con una agencia de comunicación, presentaron la propuesta de “buscador intuitivo de vehículo”. Con este ejercicio, buscan que los usuarios se sometan a una prueba para determinar el modelo de la marca que más se adecue a su personalidad. La prueba consiste en utilizar la diadema EMOTIV en conjunto con lentes de realidad virtual, además de audífonos para audio ambiente y reproducir una serie de imágenes para poder generar un perfil de usuario, posteriormente, se procesa la información y se establece una relación con algún modelo de la marca que tiene atributos otorgados previamente, por ejemplo, autos familiares, deportivos, juveniles, etcétera (ver figura 1, The Intuitive Car Finder, 2018).

Figura 1.

Pruebas Intuitive car Finder.



Nota. Adaptado de *Intuitive car Finder*, EMOTIV, 2018. Imagen retomada de: <https://www.emotiv.com/blog/intuitive-car-finder-volkswagen-schachzug/>

La presentación de estas pruebas se realizó en el autoshow de Frankfurt, Alemania, en 2017 y ha recorrido diferentes eventos. La diferencia que se establece con la presente investigación es que el ejercicio de Volkswagen se ha hecho con vehículos de diferente gama y misma marca, además en una etapa final solo para orientar la compra. La etapa objetivo en esta investigación, es la proyectual, ya que se busca abastecer de información al diseñador, probablemente se realice este ejercicio en la fase de pruebas de prototipos, y poder nutrir de más información el desarrollo de los diseños concebidos.

La utilización de herramientas que miden la actividad cerebral antes presentadas se ha aplicado para productos ya comercializados o en estudios para insertar algún elemento en el mercado, el objetivo de la investigación que se lleva a cabo es insertar las herramientas en la fase de diseño, antes de su producción, para poder favorecer el trabajo del diseñador.

Otra empresa de automóviles que busca alternativas para modificar sus modelos actuales es Toyota, recientemente (2020), en la página de internet de Unreal Engine¹³ (empresa dedicada a elaboración de videojuegos y visualizaciones 3d) se publicó un artículo por Thomas Convard que menciona lo siguiente (Convard, 2020).

En los últimos años, la tecnología de ergonomía virtual ha transformado ese proceso tradicional.

Los diseñadores e ingenieros ahora pueden simular la interacción humana con un vehículo de forma mucho más realista al probar las reacciones de personas reales en un entorno virtual.

¹³ Página de artículo sobre la colaboración Toyota, Unreal Engine. Consulta julio 2020.
<https://www.unrealengine.com/en-US/spotlights/toyota-evaluates-vehicle-ergonomics-utilizing-vr-and-unreal-engine>

Un equipo innovador en Toyota está aprovechando el poder de Unreal Engine y VR¹⁴ (realidad virtual) para validar diseños aún más rápido y a un costo mucho más bajo, aprovechando la naturaleza abierta del motor para conectar software y tecnología líderes en la industria (ver figura 2).

Figura 2.

Modelo 3d de vehículo Toyota.



Nota. Adaptado de Toyota evaluates vehicle ergonomics utilizing VR and Unreal Engine, Unreal Engine, 2020. Imagen retomada de: <https://www.unrealengine.com/en-US/spotlights/toyota-evaluates-vehicle-ergonomics-utilizing-vr-and-unreal-engine>

Herramientas en tiempo real para la ingeniería de factores humanos.

Por lo general, un vehículo tarda tres años en pasar de las primeras etapas de diseño al piso del concesionario. La validación ergonómica se lleva a cabo al comienzo de ese proceso en el primer año para probar conceptos e ideas entre las etapas de diseño e ingeniería.

Mikiya Matsumoto es el gerente general de la División de Prototipos, Departamento de

¹⁴ VR son las siglas en idioma inglés que significan realidad virtual. La realidad virtual es aquella que es generada por computadoras o sistemas informáticos, que proyectan un escenario en que el usuario tiene la sensación de estar, pudiendo interactuar en ese nuevo mundo y los objetos que allí se encuentren a menor o mayor grado, de acuerdo a los equipos que tenga a su alcance.

Ingeniería Digital de Toyota. Si bien ahora es común que las compañías automotrices aprovechen la tecnología en tiempo real en el piso de la sala de exposición para configuradores interactivos, su equipo ha aprovechado Unreal Engine mucho antes en el ciclo de vida del automóvil para evaluar la facilidad de uso de los diseños de vehículos e identificar áreas para mejorar.

El proceso comienza con la importación de una maqueta 3D en un entorno virtual integrado en Unreal Engine. Una persona que usa un auricular VR se sienta en un asiento de automóvil real y experimenta una serie de escenarios simulados para probar el diseño y la usabilidad del vehículo.

Uno de esos escenarios de validación desarrollado por el equipo de Toyota consistió en probar la visibilidad de otros usuarios de la carretera desde la ventana del cuarto trasero de un automóvil de nueva generación. "Preparamos a varios peatones y ciclistas en un entorno virtual de la ciudad", dice Matsumoto. "El evaluador pudo ver a los peatones y ciclistas simulados pasando cerca del vehículo a través de la ventana del cuarto trasero desde la posición del asiento del conductor a través de un auricular VR. La prueba nos permitió mejorar la visibilidad y pudimos completarla muy rápidamente a un bajo costo en comparación con los métodos convencionales".

El equipo también aprovecha la configuración para realizar verificaciones de accesibilidad, utilizando guantes de seguimiento para evaluar qué tan fácil es alcanzar varios botones y controles. Utiliza un auricular HTC Vive, CarSim para la dinámica del vehículo, controladores Leap Motion para el seguimiento manual y una combinación de diferentes partes del prototipo físico y simulación de realidad virtual, según la evaluación realizada (párr. 1-9).

Este último ejemplo comparte la tecnología y algunos objetivos con esta investigación, el hecho de que la información presentada sea reciente, demuestra que es una necesidad actual el integrar ciencia y tecnológica con diseño. El valor agregado del presente trabajo es analizar estímulos neurofisiológicos con la interacción de vehículos o modelos 3d de estos.

1.4 El cerebro

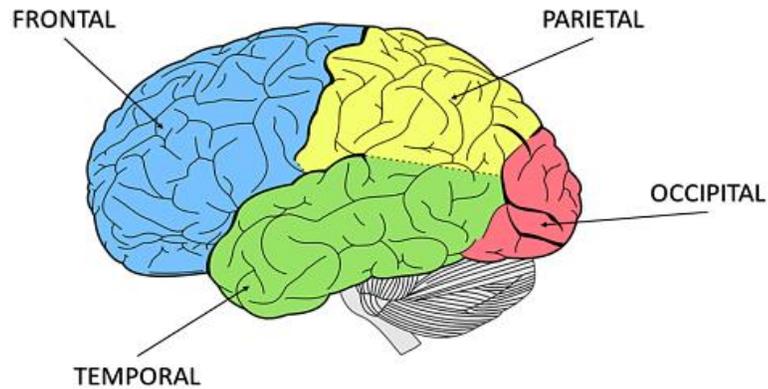
En este apartado se estudiará la composición del cerebro, sus secciones y medios de captación de la información, interpretación, además de sus funciones. Es importante mencionar la ciencia que se encarga de su estudio (neurociencia); El ISEP (Instituto Superior de Estudios Psicológicos), la define como (Gaja, 2017) “La neurociencia es el conjunto de disciplinas científicas que estudian el sistema nervioso, con el fin de acercarse a la comprensión de los mecanismos que regulan el control de las reacciones nerviosas y del comportamiento del cerebro. Existen múltiples disciplinas como la neuroanatomía, neurofisiología, neurofarmacología, neuroquímica... etc”. Por esta razón, la neurociencia debe ser estudiada de manera integrada y complementaria con el fin de comprender la complejidad del cerebro (párr. 1).

1.4.1 Componentes del cerebro y sus funciones

“El cerebro es un elemento que centraliza el sistema nervioso y se encarga de la motricidad y funciones cognitivas. Se ubica dentro del cráneo, se divide en dos hemisferios, izquierdo y derecho, cada uno de ellos separados en cuatro regiones o lóbulos: frontal, parietal, temporal y occipital” (Ramón, Mansilla, Rivera, párr. 5) (ver figura 3).

Figura 3.

Regiones del cerebro.



Nota. Adaptado de *Regiones del cerebro*, Liferder, 2020. Imagen retomada de: <https://www.liferder.com/lobulo-parietal/>

Las experiencias destinadas a asentarse como memorias a largo plazo se envían al hipocampo (ver figura 4), donde se almacenan de 2 a 3 años. Durante este tiempo el hipocampo vuelve a proyectar las experiencias a la corteza y, en cada representación, quedan más profundamente grabadas. Con el tiempo ya no será necesario el hipocampo para recuperarlas (Carter, 2002, p.162).

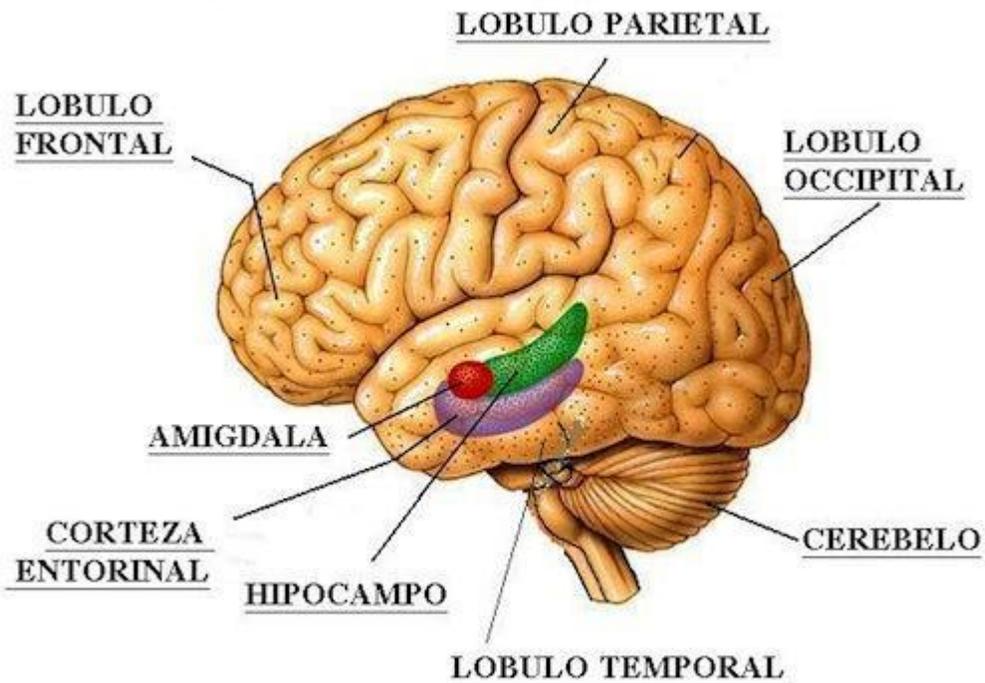
Existen memorias episódicas, las cuales son personales y están llenas de detalles, por lo cual el cerebro las trata de manera distinta. Además, representan las experiencias pasadas, se codifican en el hipocampo y se almacenan en la corteza. Terminan repartidas alrededor de las áreas corticales del cerebro y su recuperación depende de la corteza (lóbulo) frontal (Carter, 2002, p.162).

En el caso de la memoria semántica, esta representa el almacén de cosas que se saben sin que intervenga la relación personal, los hechos son registrados por la corteza y terminan codificados

en las áreas de los lóbulos temporales, de manera que la recuperación la llevan a cabo los lóbulos frontales (Carter, 2002, p.162).

Figura 4.

Elementos del cerebro.



Nota. Adaptada de *Elementos del cerebro*. El Heraldo, 2015. Elementos del cerebro. Imagen retomada de:
<https://www.elheraldo.co/salud/la-amigdala-cerebral-origen-del-miedo-y-la-generosidad-233572>

Es importante saber qué es el placer, ya que forma parte de las reacciones de los seres humanos, esta reacción es una sensación resultada de un torrente de dopamina, mismo que se vierte en el sistema de recompensa; puede venir de una simple excitación sensorial o sexual o a través de una vía más compleja, como puede ser el ver a una persona especial, pero, solo dura el tiempo que fluye en los neurotransmisores (Carter, 2002, p.103).

2. Marco teórico conceptual

A continuación, se presentará información acerca del cerebro, sistemas de medición de actividad cerebral y conceptos referentes a los objetos y su relación con el espacio. En primer lugar, una explicación del cerebro y las emociones, así como la interpretación de estas, posteriormente se conocerán algunas herramientas científicas actuales, sus funciones y medios de lectura, también se va a establecer cuáles secciones del cerebro son interesantes para la investigación; finalmente se realizará un análisis del espacio artificial comprendido por objetos fabricados por el hombre.

2.1 El cerebro y las emociones

Rafael Bisquerra quien en 2020 fue director del Posgrado en Educación Emocional y Bienestar (PEEB), del Posgrado en Inteligencia Emocional en las Organizaciones (PIE) y otros posgrados en la Universidad de Barcelona (UB), él estableció tres componentes en una emoción: neurofisiológico, conductual y cognitivo.

“El componente cognitivo es la experiencia emocional subjetiva de lo que pasa. Permite tomar conciencia de la emoción que se está experimentando y etiquetarla, en función del dominio del lenguaje. Por ejemplo: “siento un miedo que no puedo controlar”. Las limitaciones del lenguaje imponen serias restricciones al conocimiento de lo que me pasa en una emoción”. (Bisquerra, 2009, p.18).

Por otra parte, Fernández-Abascal (2010) menciona: “Cada emoción parece tener su propio modo de reacción fisiológica, que puede incluir desde cambios en el sistema nervioso autónomo (como, por ejemplo, el aumento en el ritmo del corazón, el enrojecimiento de la piel de la cara o el erizamiento del vello), cambios en el sistema nervioso central (activando o inhibiendo determinadas estructuras neuronales) y en la secreción hormonal (p.19).

En su clásico trabajo, Kleinginna y Kleinginna (1981), recopilaron más de cien definiciones de emoción que aluden a este proceso en función de sus efectos funcionales organizativos vs desorganizativos, de sus aspectos afectivos, psicofisiológicos, motivacionales, etc. Como resultado de este análisis, los autores han perfilado once categorías en las que se pueden agrupar las diferentes formas de conceptualizar la emoción.

La categoría fisiológica pone de relieve la vinculación y dependencia de los procesos emocionales de sistemas fisiológicos cerebrales. Asistimos en la actualidad a un desarrollo importante de la neurociencia en la investigación de tales mecanismos.

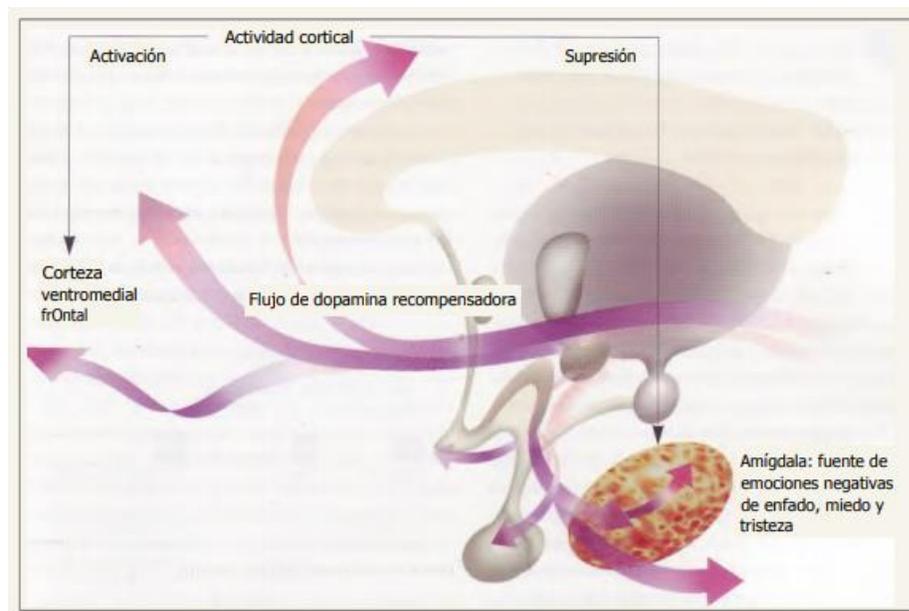
Del trabajo de Kleinginna y Kleinginna se deduce, fundamentalmente, el carácter multidimensional de las emociones, como se recoge en la definición propuesta por estos autores, al entenderlas como: “Un complejo conjunto de interacciones entre factores subjetivos y objetivos, mediadas por sistemas neuronales y hormonales que: (a) pueden dar lugar a experiencias efectivas como sentimientos de activación, agrado desagrado; (b) generar procesos cognitivos tales como efectos perceptuales relevantes, valoraciones, y procesos de etiquetado; (c) generar ajustes fisiológicos...; y (d) dar lugar a una conducta que es frecuentemente, pero no siempre, expresiva, dirigida hacia una meta y adaptativa” (Kleinginna y Kleinginna, 1981, p. 355). Esta multidimensionalidad, hoy no cuestionada, nos lleva a entender las emociones como un proceso que implica una serie de condiciones desencadenantes (estímulos relevantes), la existencia de experiencias subjetivas o sentimientos (interpretación subjetiva), diversos niveles de procesamiento cognitivo (procesos valorativos), cambios fisiológicos (activación), patrones expresivos y de comunicación (expresión emocional), que tiene unos efectos motivadores (movilización para la acción) y una finalidad: que es la adaptación a un entorno en continuo cambio” (Fernández-Abascal, 2010, p.39).

La ausencia de emociones negativas es esencial para la felicidad. La amígdala es responsable de generar emociones negativas, de manera que esta parte del sistema límbico tiene que estar en calma. Una fuerte concentración en tareas mentales exentas de emoción inhibe a la amígdala (ver figura 5). Su ubicación está en la punta de cada hipocampo y es importante para añadir contenido emocional a los recuerdos, el recuerdo del día más feliz o triste en el pasado puede ser consecuencia de la actividad de la amígdala en ese momento y otorga fuerza emocional a los recuerdos (Gluck, M. A., Mercado, E., Myers C.E., 2009, p.47).

Otro aspecto importante de mencionar es que la actividad en el área ventromedial de la corteza prefrontal (ver figura 5), paraliza la depresión (emoción negativa). Por otra parte, el hemisferio derecho parece ser más sensible a las emociones negativas, mientras que el izquierdo se asocia con la felicidad (Carter, 2002, p.103).

Figura 5.

Actividad cortical.



Nota. Adaptado de *Actividad cortical*. El nuevo mapa del cerebro. (p. 103). Por R. Carter, 1998, Integral.

Es importante identificar qué partes del cerebro activan y resguardan las memorias que más adelante representarán recuerdos positivos o negativos, ya que, en el caso de adquirir un objeto o producto, podrán afectar la toma de decisión de manera inconsciente.

2.1.2 El cerebro y su interpretación

El cerebro tiene su propio lenguaje, conformado por cómo interpreta lo que rodea al ser humano, sus medios de interpretación más importantes son la luz, la forma, el color, los olores y el sonido. Todo lo anterior permite generar un ambiente y establece una realidad para el ser humano, si bien las características como el color rojo, la forma cuadrada y el olor desagradable son otorgadas por la sociedad y su lenguaje, siguen siendo elementos característicos que permiten una interacción con lo que lo rodea. Este órgano funciona con dos interpretaciones básicas que se explicaron con anterioridad, dolor y placer (emociones negativas y positivas), esta información es transmitida a través de las neuronas.

Como centro de decisión y de ejecución, el cerebro debe saber a cada instante lo que sucede y cuenta con dos medios de captación. La información que viene del interior (interoceptiva), y la información del exterior (exteroceptiva). “La información interoceptiva es toda aquella que detecta el ser humano en su interior y tiene que ver con movimientos inmediatos de su cuerpo. La sensación de malestar estomacal, ardor, dolor muscular, con ejemplos de sensaciones dentro del cuerpo enviadas en sentido de alerta para que sean atendidas. El caminar, movimiento de brazos o incluso cerrar los ojos, también es parte de la información interoceptiva” (Jacques-Michel, 2001, p.22).

Jacques-Michel (2001) indica que la información exterior aporta al cerebro un flujo de información a partir de cinco captadores especializados:

1) La piel, 2) La nariz, 3) La lengua, 4) Las orejas, 5) Los ojos

El mensaje sensorial que emiten estos elementos del cuerpo humano es advertir al cerebro, además de enriquecer el contenido cerebral (información). Las señales recibidas por los captores son de naturaleza diversa, transforman la energía recibida en energía eléctrica, de esta manera se proyectan los mensajes a la corteza cerebral, todo esto da origen a la neurofisiología sensorial (p.22).

Desmet y Hekkert (2007), proponen la experiencia de producto como equivalente de afecto, identificando tres niveles. 1) Estética: provocado por estimulación sensorial, 2) Significado: generado por características expresivas de los productos y finalmente 3) Emocional: incluye el afecto generado al objeto con etiquetas como ira, fascinación, gozo, etcétera. Es común observar que las personas generan vínculos con los objetos por alguna de las tres características antes mencionadas, la ergonomía del producto puede generar un nivel de respuesta positivo al interactuar con él y una vez que ya no funciona de la manera correcta se puede suplantar por otro de características similares.

Sin embargo, los vínculos por significado y emocional son más complejos, ya que son evocados inconscientemente por experiencias pasadas, el tenerlos o usarlos de alguna manera recrea esos ambientes o vivencias, por ejemplo: si en una ocasión la combinación de un suéter verde con determinados zapatos y pantalones para una reunión formal resultó agrardarle a quien lo usa y a determinada gente cercana, en un futuro se tendrá la idea de que es una prenda bonita o correcta para su uso en determinados eventos, este efecto también puede aparecer de forma negativa. Demir (2008) establece “La emotividad de la relación implica el poder del producto para evocar momentos significativos durante el curso de la relación y puede dar lugar a experiencias en su mayoría agradables” (p.139).

Hasta el momento se ha estudiado al cerebro, las emociones e interpretaciones por separado, aunque claramente todas dependen entre sí. Ahora es conveniente establecer una relación con el diseño o lo que este produce, un punto importante sería con la toma de decisiones.

Bechara, Damasio, Damasio y Anderson (como se citó en Fernandez-Abascal, 2010) indican que. La investigación actual en el campo de la neurociencia afectiva está siendo firme a la hora de plantear que las emociones juegan un papel crítico en el razonamiento, la planificación de la conducta y la toma de decisiones. Damasio (1994) ha presentado una teoría neuroanatómica sobre el papel crucial de las emociones en el razonamiento y la toma de decisiones: la hipótesis del marcador somático. Esta teoría propone que los estados corporales elicitados (provocados) por experiencias pasadas de recompensa y castigo guían los procesos de toma de decisiones de un modo adaptativo para el organismo. La anticipación de las posibles consecuencias de una elección genera respuestas somáticas de origen emocional que se traducen en cambios vegetativos, musculares, neuroendocrinos y neurofisiológicos que actúan como señales inconscientes que preceden a una elección (p.58).

Las reacciones que produce el cerebro se pueden interpretar como emociones y tienen una relación estrecha con experiencias previas, pero también existen los estímulos. Diaz (2019) indica que: “La diferencia entre el estímulo y la experiencia es de enfoque más que, de hecho. Se refiere a estímulos preferentemente cuando se realizan experimentos y es posible controlar la fuente de información en forma de señales, como sucede con un animal experimental sometido a una luz”.

2.2 Neuro herramientas

Como se estableció al inicio del documento en esta investigación se adopta el nombre de neuro herramientas a los elementos que ayudan a medir la actividad cerebral, con el fin de que sean

comprensibles para personas no especializadas en medicina o biología, específicamente, neurociencias. En primer lugar, existe el GSR, por sus siglas en inglés, que es la respuesta galvánica de la piel y se representa como el cambio en el calor y la electricidad que transmiten los nervios y el sudor a través de la piel, puede realizarse la medición con electrodos en dedos de la mano o con relojes y pulseras galvánicas, esto, de manera más comercial. La respuesta galvánica de la piel aumenta en ciertos estados emocionales, también se llama conductividad de la piel y respuesta electrodérmica (NCI, 2021).

Por otra parte, existe el electroencefalograma que actualmente puede ser ejecutado mediante un dispositivo de venta comercial como la diadema EMOTIV; esta herramienta será la utilizada en la presente investigación para recopilar información, ya que, es una herramienta de fácil uso e interpretación, tomando en cuenta que lo que se busca realizar es un electroencefalograma con capacidad de movilidad del usuario mientras realiza determinadas actividades.

Con herramientas que midan actividad cerebral, se puede identificar la generación de estímulos por parte de los usuarios al interactuar con objetos o productos de manera fisiológica, teniendo en cuenta que esto no puede ser una máxima mundial, ya que, la generación de estos estímulos depende directamente de experiencias previas, que determinan el nivel y efecto (positivo o negativo) de cada persona, sin embargo, se pueden establecer grupos por regiones o países que hayan vivido experiencias similares.

2.2.1 Electroencefalograma (EEG)

El electroencefalograma (EEG) es el registro de la actividad eléctrica del cerebro y se realiza mediante la colocación de electrodos en el cuero cabelludo (la piel que cubre la parte superior de la cabeza) y los impulsos se envían a una máquina especial. El EEG se puede usar para diagnosticar

trastornos del cerebro y el sueño (NCI, 2021). Hernández (2011) menciona lo siguiente respecto al EEG:

El registro de la actividad eléctrica cerebral mediante el EEG ha sido uno de los más prestigiosos desde su descubrimiento por Hans Berger a finales de los años veinte (S.XX). El montaje de electrodos que más se utiliza es el llamado sistema internacional 10-20. Cada electrodo activo, colocado sobre el cuero cabelludo, registra la actividad eléctrica con respecto a un electrodo indiferente colocado en un sitio distante, comúnmente el lóbulo de una oreja (p.124).

En cuanto a los análisis de frecuencia cerebral existen varios aspectos a evaluar clasificados como: Alfa, Beta, Delta y Tetha, a continuación, explicaremos Alfa y Beta, en edad de 20-60 años, por ser las de mayor frecuencia (Hz). El software de la diadema EMOTIV muestra la actividad de estas ondas en gráficos de barra para su lectura.

2.2.2 Ritmo o espectro Alfa

El ritmo alfa aparece cuando el sujeto está en reposo, relajado, sin realizar actividad mental alguna y con los ojos cerrados. Existe una atenuación bilateral con la apertura de los párpados (volviendo a aparecer cuando se cierran) y cuando el sujeto realiza una actividad mental (cálculos, distracción por sonidos, atención visual, etc.), aun estando con los ojos cerrados. El grado de reactividad es variable; el ritmo alfa puede ser completamente suprimido o sólo atenuado (reducción del voltaje). El ritmo alfa es una actividad de 8-13 Hz de frecuencia, que ocurre durante la vigilia, localizado en regiones posteriores, presente con ojos cerrados y relajado pero que se atenúa o bloquea al abrir los ojos y con la actividad mental. El significado

fisiológico del ritmo alfa es desconocido, pero evidentemente debe estar relacionado con la función del sistema visual (Tejeiro, 2005, p.127-130).

2.2.3 Ritmo o espectro Beta

El espectro Beta se define entre 13-30Hz, en ocasiones, una actividad beta generalizada es inducida por el tratamiento con psicofármacos. El significado fisiológico del ritmo beta no es claro (relación con la función sensitivomotora). No obstante, sí parece evidente que su presencia depende de una función cerebral normal (Tejeiro, 2005, p.132).

Entendiendo las partes del cerebro a analizar, esta herramienta de medición resulta favorable para obtener resultados acerca de la actividad cerebral dentro de un espacio determinado. El EEG, indica la zona cerebral que se activa, para poder analizar si son positivas o negativas dichas reacciones.

2.3 El espacio

Quizás el concepto de espacio puede variar desde la perspectiva con que se percibe, es por ello por lo que se debe entender como un concepto establecido por los seres humanos, a continuación, se presentan distintas definiciones de espacio, según su composición. El campo libre, la carretera, la plaza, el puente y la calle pertenecen al espacio urbano. Una limitante física, puede definir el espacio también, por ejemplo, muros, cercas, plafones, puertas y banquetas, estas son barreras que transforman el espacio y el conjunto de elementos que alteran un entorno determinado se puede considerar como espacio arquitectónico. En una escala más específica, la comunión de elementos físicos, más aditamentos de decoración y confort como pueden ser sillas, mesas, luminarias, macetas, etcétera, siguen estableciendo un espacio, pero definido con elementos industriales.

Entonces, podrían ser espacios industriales, para efectos de esta investigación se establecerá así al espacio acotado y definido a partir de elementos producidos por el hombre. En esta definición el automóvil juega un papel importante, porque es un elemento industrializado, pero al interior, el usuario se encuentra dentro de otro espacio, donde puede tener confort y seguridad, esta concepción establece algo más concreto, otorgando simbolismos y sentidos de pertenencia. Con lo anterior, se puede establecer que el ser humano siempre está en un “espacio”, y puede ser urbano, arquitectónico o industrial.

Las personas conviven a diario con elementos inanimados, los cuales reciben cierto valor dependiendo del nivel de interacción. En la casa se define el espacio personal por lugares específicos (arquitectónicos) como recámara, estancia, sala, cocina, etcétera, en el trabajo se comparten habitaciones, pero existe una división y se apropia el espacio personal con elementos físicos y objetos, en algunas ocasiones computadoras, multifuncionales o portaobjetos son los que establecen un límite entre las personas, creando nuevos espacios dentro de uno previamente establecido.

Estos entornos tienen relevancia ya que la mayor parte del día se vive ahí, específicamente oficinas, lugares de trabajo, transporte y automóviles particulares. En un estudio realizado en 2016 en España (Instituto CSA Research y Citroën), los españoles pasan más de tres años tras el volante y más de uno como pasajeros a lo largo de su vida. En México las cosas no son muy diferentes ya que los mexicanos pasan entre 3.6 y 3.7 años de su vida a bordo de algún tipo de transporte y la tendencia va en aumento, afirmó el presidente de la Asociación Mexicana de Transporte y Movilidad (AMTM), Jesús Padilla Zenteno.

A partir de estos espacios concebidos por objetos no naturales, surge la necesidad de entender cómo reacciona el usuario al interactuar con estos lugares artificiales. Esta definición, se

conceptualiza así, debido a que el auto es un objeto y dentro de él, la proxémica se establece por el habitáculo del mismo vehículo.

El interior de un automóvil se elabora paso a paso, en los últimos años, la seguridad ha sido la directriz de estos diseños de la mano de la ergonomía, tener asientos, objetos y entretenimiento dispuestos de tal forma que sean seguros, habitables y confortables; quizás desde un punto de vista muy funcional, ya que su perspectiva es la de objetos, sin embargo, el conjunto de todos los elementos antes mencionados genera un espacio. Históricamente los encargados de modular el espacio son los arquitectos, entonces, probablemente este tipo de diseñadores se deban involucrar más en el diseño del interior de los automóviles.

No se debe desplazar a los diseñadores industriales ni a los ingenieros que buscan el confort y seguridad en los autos, es preciso regresar al análisis realizado al principio del texto que menciona la creación de equipos de trabajo amplios con diferentes especialistas, el objetivo es generar mejores soluciones para las personas, esa es la base de todos los diseñadores, aunque probablemente conflictúa el trabajo de dos corrientes que en esencia realizan la misma labor (diseñar), pero que sus metodologías e información a utilizar, son alejadas una de la otra al momento de desarrollar su ejercicio profesional.

El planteamiento que sugiere involucrar a los arquitectos puede fundamentarse en la evolución del automóvil y la proyección que podría tener en un futuro. El aumento en el uso de medios de transporte que se comparte con otras personas (taxis y autobuses principalmente), vehículos de conducción autónoma (sin necesidad de conductor) y la disminución del poder adquisitivo que permite menos compras de este tipo de bienes, comienza a cambiar el significado que los usuarios actuales les dan a los automóviles. Tal vez el auto se manejará menos, sin embargo, es posible que se use más como medio de transporte y esto puede provocar el potenciar su diseño interior, la

comodidad, conectividad digital y amenidades dentro de un auto serán prioridad antes de añadir un motor eficiente o amigable con el medio ambiente; el diseñador se deberá enfocar más en el espacio que se genera y en enriquecerlo. Y no significa que falte mucho tiempo para ese cambio de prioridades, ya que en la actualidad algunas marcas automotrices utilizan algunos modelos con estas características, probablemente como prueba al consumidor y valorar su nivel de aceptación en el mercado.

Por lo anterior, debe tomarse en cuenta el habitáculo del auto como un entorno al momento de diseñar, no es un objeto, es un conjunto de estos que genera un espacio, en este sentido la presente investigación tiene una perspectiva de previsión, de un producto, es decir realizar el análisis que se propone podrá prevenir un posible fracaso en la aceptación de un vehículo dentro de determinada región.

3. Nuevas tecnologías aplicadas al diseño

Trasladar el conocimiento del campo de la biología hacia el diseño es complejo, sin embargo, es necesario entender el nivel de esta incorporación y éste se limitará a entender la información que puede proporcionar el dispositivo de la marca EMOTIV. La interacción de distintas áreas del conocimiento es posible gracias a que en la actualidad se puede realizar un análisis de actividad cerebral como lo hace un electroencefalograma, pero con un equipo de fácil acceso y manipulación, sin necesidad de ser una persona especializada en el tema.

La utilización de la diadema que pudiera leer actividad cerebral tuvo su origen en la milicia y después migró hacia la mercadotecnia, a partir de ahí fue más fácil la utilización de este equipo provocando una producción y venta masiva. La migración de ese equipo (diadema) responde a una

actualización y visión futura de cómo se podría llevar a cabo el diseño, con la intención de enriquecer el ejercicio del diseñador sin llegar a sustituirlo.

4. Método y metodología

Método.

Como menciona Aguilera (2013), los métodos de investigación pueden entenderse como procedimientos ordenados que permiten descubrir y explicar una verdad. El presente trabajo se regirá bajo los principios del método científico, debido a que cumple con cuatro características sugeridas por algunos autores que son: 1. Definición de un problema, 2. Formular preguntas de investigación. 3. Formular hipótesis. 4. Analizar y explicar las relaciones causales de los problemas.

A continuación, se enuncia el método principal a utilizar y será el inductivo, Rodríguez, Pérez, (2017) mencionan:

“La inducción es una forma de razonamiento en la que se pasa del conocimiento de casos particulares a un conocimiento más general, que refleja lo que hay de común en los fenómenos individuales. Su base es la repetición de hechos y fenómenos de la realidad, encontrando los rasgos comunes en un grupo definido, para llegar a conclusiones de los aspectos que lo caracterizan. Las generalizaciones a que se arriban tienen una base empírica” (p. 10).

Ya que el presente trabajo de investigación consiste en recopilar datos de la actividad cerebral en la interacción usuario – objeto, a través de un ejercicio realizado en repetidas ocasiones a diferentes personas y analizar la información obtenida mediante una herramienta tecnológica (diadema EMOTIV).

Por otra parte, el método analítico es de gran utilidad en el presente trabajo, Rodríguez, Pérez (2017) mencionan que este método permite el análisis de la información, por lo que posibilita descomponerla en busca de lo que es esencial en relación con el objeto de estudio.

Metodología.

Es importante establecer el concepto de metodología, como lo indica Aguilera (2013) “La tarea de la metodología se encamina a examinar, valorar, refutar o corroborar la eficacia de los métodos aplicados al problema de investigación” (párr. 45). La investigación que se desarrolla busca unir dos áreas diferentes del conocimiento como lo son el diseño y la medicina, por esta razón, se busca utilizar herramientas de fácil acceso para personas no familiarizadas con la medicina o biología, el objetivo será interpretar mediante un programa de computadora la actividad del cerebro y corroborar con información médica el valor de sus reacciones (positivos o negativos). El análisis que se realizará será a ciertas terminales del equipo EMOTIV al momento de las preguntas finales para interpretar la información obtenida.

El proceso para la obtención de datos comienza cuando el usuario porta la diadema EMOTIV para detectar su actividad cerebral y poder determinar si los datos arrojados por el programa (software) son correctos, al mismo tiempo, se estará realizando un video de las actividades; posteriormente se inicia el proceso de vinculación con la unidad en turno (indicaciones y cuestionario), para esto se realiza la siguiente secuencia:

- Ubica posición de manejo
- Interactúa con el asiento de al lado
- ¿Qué opinión tienes del asiento?
- Interactúa con el tablero
- ¿Qué opinión tienes del tablero?

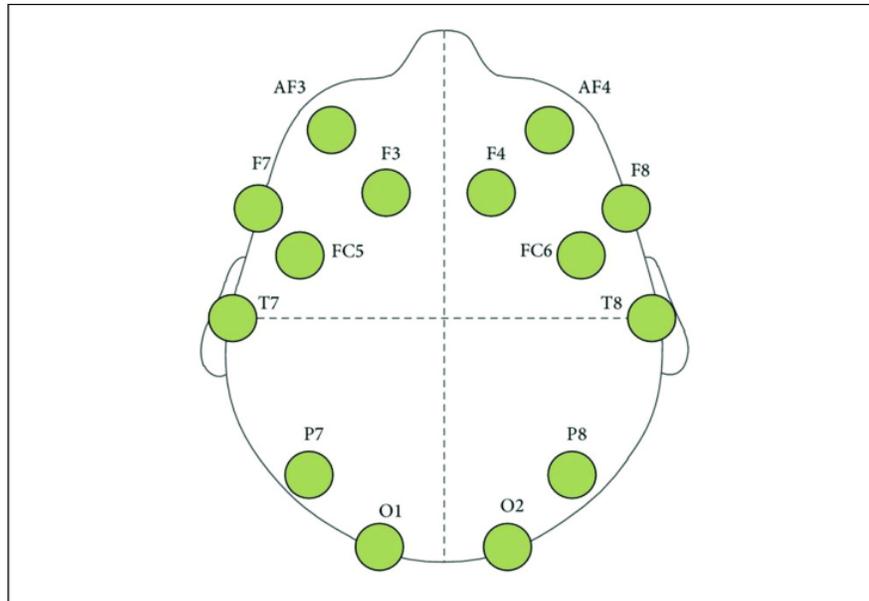
- Abrochar cinturón de seguridad
- ¿Qué opinión tienes del volante?
- Enciende intermitentes
- Sin importar el costo, solo para transporte de rutina, ¿Usarías este auto?
- Opinión general del auto

Si bien al final se incluyen dos preguntas que se realizarán de manera verbal, no se contemplan como cuestionario, ya que, la evaluación no será hacia la respuesta, en esta ocasión se comprobará si el comentario que proporciona el usuario coincide con la actividad cerebral (positiva/negativa), con relación a las terminales activadas del equipo a utilizar y la información biológica acerca de las reacciones en el cerebro y su interpretación. En estas últimas preguntas, el usuario es libre de referirse al funcionamiento del vehículo mecánicamente y no se limitarán los comentarios, aunque no tengan relevancia para el objetivo principal de la prueba (análisis de diseño), ya que no se busca sesgar la opinión de los usuarios.

Se determinó tomar las terminales T7 y T8, para detectar malestar, ya que se ubican en la zona de la amígdala, además, las terminales P7 y P8 para detectar la presencia de estimulación en los usuarios ya que se localizan en la zona del lóbulo parietal y se encarga del sistema somatosensorial (ver figura 6).

Figura 6.

Terminales diadema EMOTIV.



Nota. Adaptada de *Terminales EMOTIV*. Research Gate, 2019. Imagen retomada de: https://www.researchgate.net/figure/Emotiv-EPOC-electrodes-aligned-with-positions-in-the-10-20-system_fig1_331043259

Los niveles que presentan estas terminales serán interpretados para establecer si es una captación de emociones positiva o no, además, se va a comparar con la opinión (verbal) del elemento en cuestión. El objetivo es detectar que habitáculos tienen una respuesta positiva, al tener video y registro al momento de la prueba, será posible detectar específicamente qué características tienen respuestas negativas y positivas (tablero, asiento, volante).

El desarrollo de las pruebas se llevará a cabo en el interior de tres vehículos, seleccionados de acuerdo con nivel económico que es no mayor de 260 mil pesos, tipo sedán subcompacto, las características se eligieron debido a que es uno de los segmentos más vendidos y de precio más

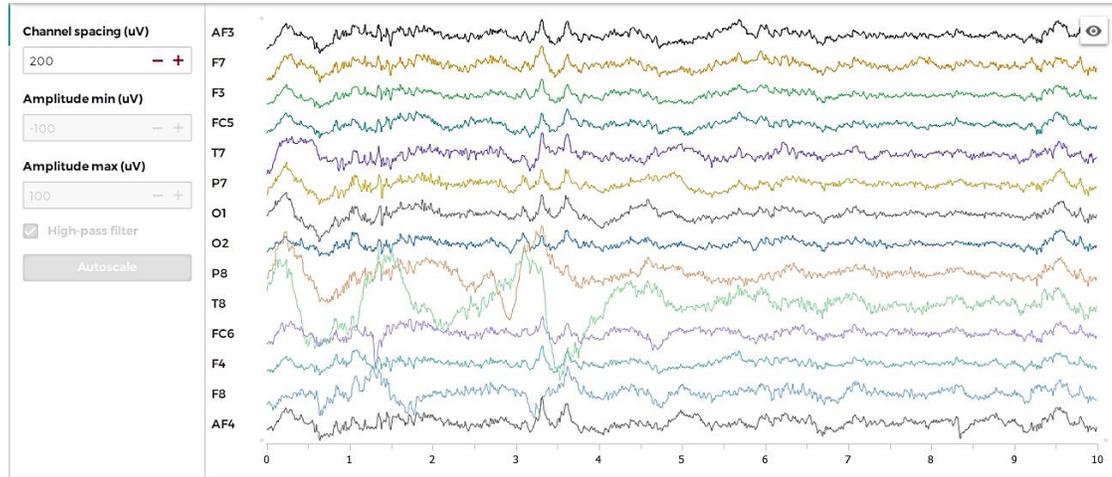
accesible. Los usuarios que participarán en estas pruebas son personas de entre 25 y 35 años, ya que son usuarios potenciales de esta gama de vehículos por tema económico y de servicio.

Posteriormente se realizará un análisis de los resultados de las pruebas, detectando qué reacciones son viables para retomar en la investigación. Es importante mencionar que al ser un apoyo para el diseñador las características a estudiar serán reacciones de los usuarios, sensaciones y actividad visual, todo esto para establecer un resumen de lo que experimentaron las personas dentro del habitáculo.

Se utilizará el dispositivo EMOTIV (diadema que mide actividad cerebral), ya que es uno de los productos más comerciales y por consecuencia, que los diseñadores podrían adquirir con mayor facilidad, además el programa que utiliza para interpretar el cerebro y su actividad es completo (14 terminales, ver figura 6) y fácil de interpretar ya que la información que otorga refiere niveles de estrés, interés, emoción, concentración, relajación y compromiso (Figura 7), estas características son recibidas después de un proceso de análisis de datos realizado por un programa de computación. Será importante saber si los usuarios al interactuar con los habitáculos están atraídos por todo lo que les rodea, su nivel de entendimiento y desenvolvimiento con todos los objetos. Para la fiabilidad de esta información se retomará la información previa acerca del cerebro y su funcionamiento para verificar que coincida la actividad cerebral con la respuesta que se obtiene; por ejemplo:

Figura 7.

Actividad usuario R.



Nota. Adaptada de *Actividad cerebral del usuario "R"*. Autoría propia, 2020. Imagen retomada de: Programa EMOTIV PRO

En este ejemplo las terminales T8 y P8 sufrieron una alteración y es la misma ubicación de la amígdala y lóbulo parietal, confirmando la presencia de estrés o malestar en el usuario.

5. Aplicación de neuro herramientas

Las pruebas se dividieron en dos partes más un primer acercamiento con la herramienta. El primer acercamiento consiste en entender cómo reaccionan los usuarios al vehículo y los factores que pueden alterar las pruebas a realizar. En esta etapa se propuso un circuito a recorrer y posteriormente un cuestionario para poder recabar los datos de análisis.

Pruebas piloto.

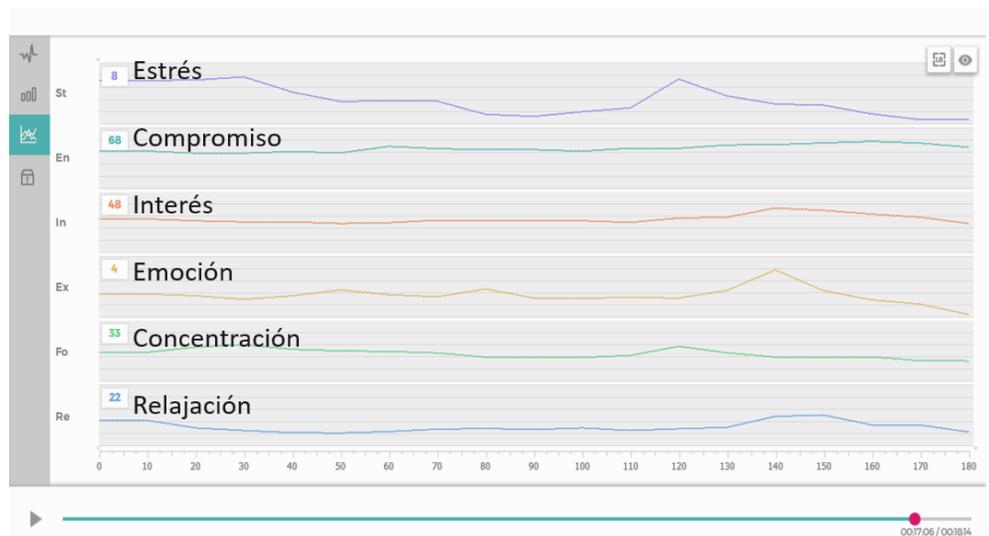
Se realizaron pruebas con dos voluntarios cuyo único requisito era estar en un rango de edad de entre 25 y 35 años ya que es una de las condicionantes para los participantes de este análisis y para un primer acercamiento con la herramienta se eligió un voluntario por género. La primera prueba fue del usuario femenino "S", donde se buscaba analizar su actividad neurofisiológica al

interactuar con el auto y además realizar un recorrido en un circuito determinado, lo anterior para familiarizarse con el equipo y su programa de interpretación de datos, por esta razón, se utilizaron los niveles interpretados de interés, estrés y concentración principalmente.

Este usuario “S” mostró niveles elevados de interés y concentración (ver figura 8), al interactuar por primera vez con el vehículo (ver figuras 9 y 10), una vez finalizado el recorrido, se preguntaron reacciones del vehículo, a lo que respondió de manera positiva con el interior y uso, puntualizando que, si utilizaría esta unidad para un recorrido diario, comparando las respuestas cerebrales se detectó que había niveles altos de emoción e interés, seguido de la concentración (ver figura 11). La interfaz del software al mostrar los resultados es distinta, ya que procesa la actividad y la muestra en seis elementos que son estrés, interés, emoción, concentración, relajación y compromiso, graficados en forma de líneas y que se modifica dependiendo de la intensidad de cada sensación.

Figura 8.

Referencia de indicadores de software EMOTIV.



Nota. Referencia de indicadores proporcionados por el software. Autoría propia, 2020. Imagen retomada de: Programa EMOTIV PRO

Figura 9 y 10.

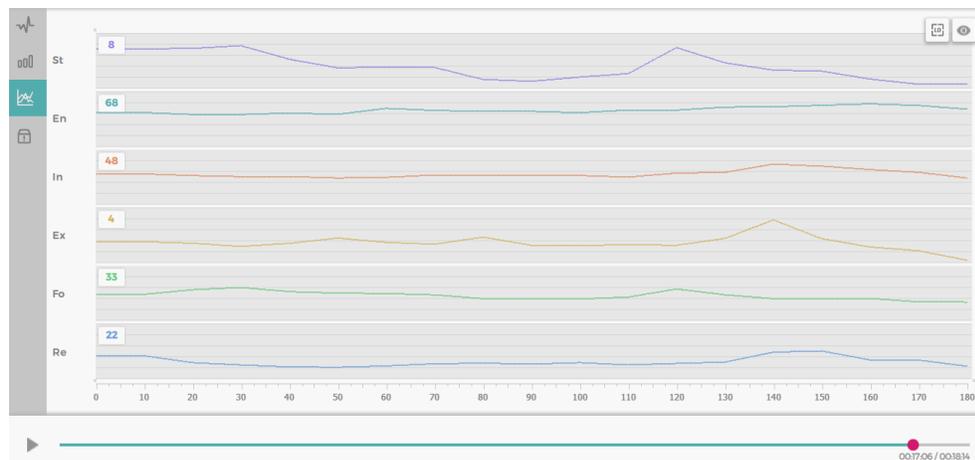
Interacción de usuario “S” en el interior del vehículo.



Nota. Pruebas de usuario “S”. Autoría propia, 2020.

Figura 11.

Registros de usuario “S”.



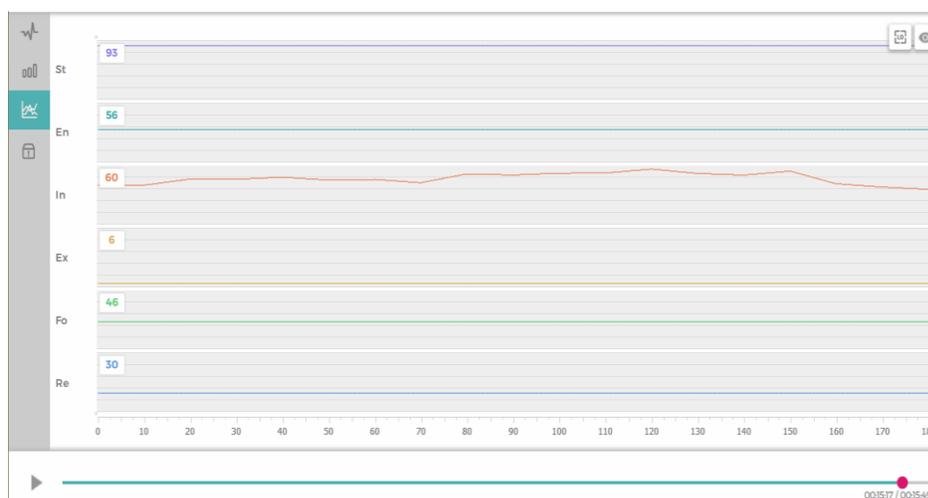
Nota. Referencia de indicadores proporcionados por el software. Autoría propia, 2020. Imagen retomada de: Programa EMOTIV PRO

La prueba del usuario “R” realizada al mismo vehículo en igualdad de condiciones, arrojó resultados distintos, el usuario no estaba convencido de usar la unidad para actividades diarias, y las lecturas arrojaron niveles casi de cero en emoción, sin embargo, el nivel de interés era el más elevado seguido de la concentración. Esta persona no está convencida del habitáculo, pero el nivel de interés (ver figura 12) cotejado con la imagen que muestra su visión al tablero (figuras 13 y 14) puede ser indicativo de que por lo menos este elemento es rescatable como positivo de este conjunto.

Las pruebas realizadas se vieron afectadas por la conducción del vehículo ya que la zona contaba con tránsito peatonal y vehicular, si bien estos son factores externos que son propios de la conducción, provocó que los niveles de estrés aumentaran y fue difícil reflejar un cambio, afectando los valores al momento de realizar el cuestionario final; por esta razón, el recorrido será excluido en futuras pruebas.

Figura 12.

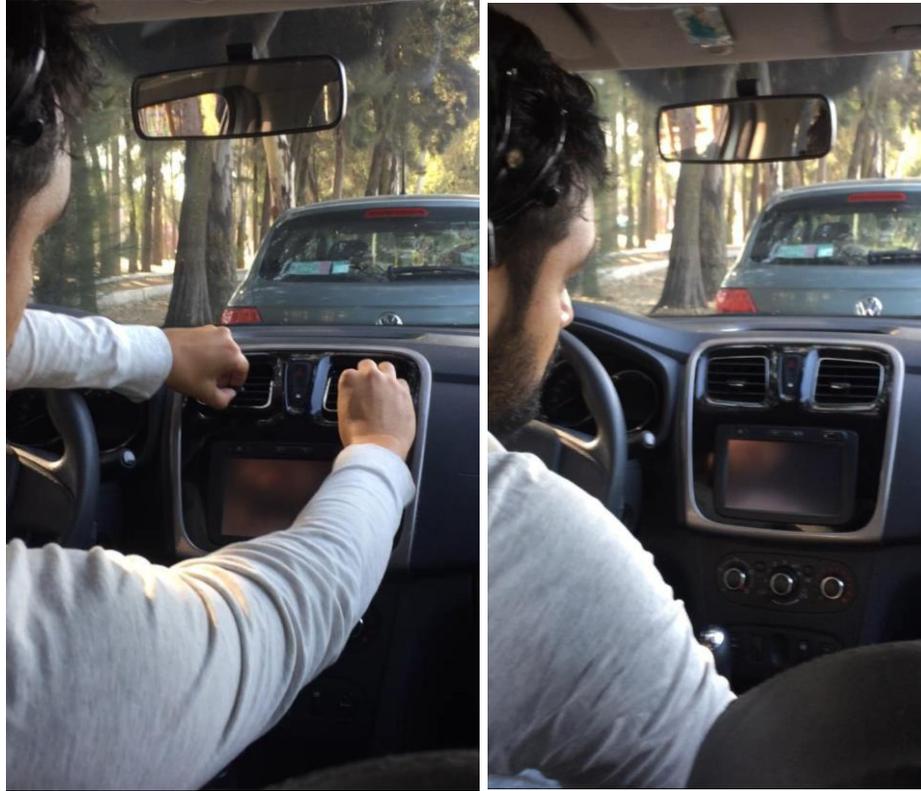
Registros de usuario “R”.



Nota. Referencia de indicadores proporcionados por el software. Autoría propia, 2020. Imagen retomada de: Programa EMOTIV

Figura 13 y 14.

Interacción de usuario “R” en el interior del vehículo.



Nota. *Pruebas de usuario “S”*. Autoría propia, 2020.

Primera parte de pruebas

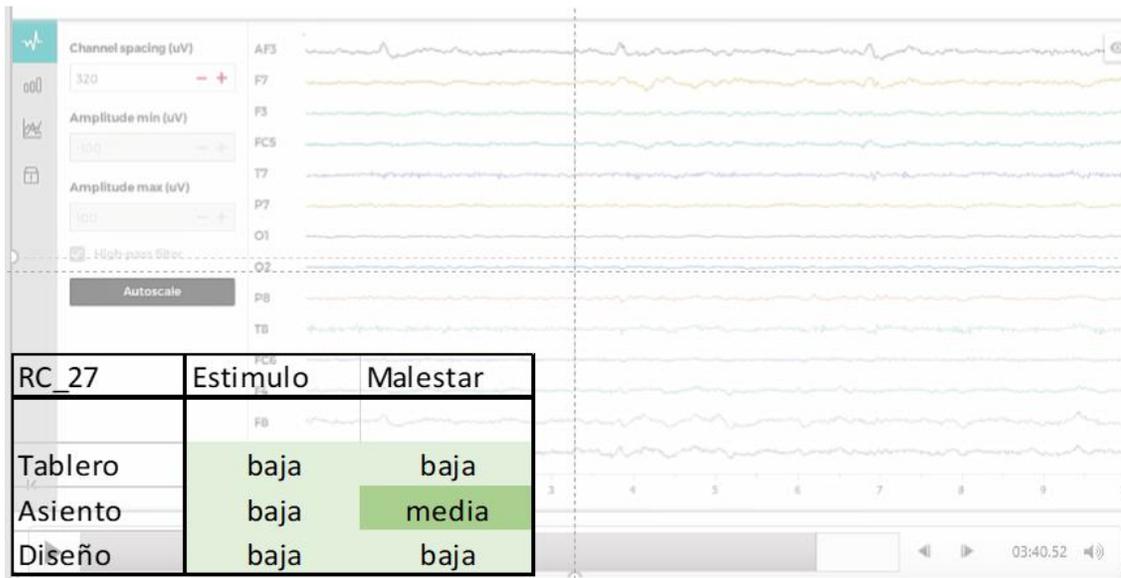
En esta sección se analizaron diferentes usuarios potenciales dentro de un mismo vehículo, el Renault Logan, los participantes fueron personas entre 25 y 33 años, ya que en este rango de edad es en el que comúnmente las personas pueden adquirir su primer vehículo y el modelo a analizar entra dentro de esa categoría en temas económicos, lo anterior, con el propósito de determinar el nivel de aceptación de ciertas partes de su interior además de su diseño. Las pruebas consisten en ciertas indicaciones a realizar en el habitáculo del auto para que interactúen con el modelo y así lo conozcan mejor, al mismo tiempo, se preguntó la opinión de algunos elementos (tablero, volante,

asiento) y al final lo que pensaban del conjunto en general, así como del diseño; al momento de realizar las preguntas es cuando se registra la actividad cerebral para tabular los datos registrados.

En la búsqueda de una interpretación fácil de los resultados, se optó por una tabulación que fue de 1 a 3, siendo 1 el nivel más bajo de actividad y 3 el más alto y su determinación fue con base en los picos detectados al momento de sus respuestas. Como es una prueba continúa las lecturas van cambiando con respecto a la respuesta emitida por el usuario, de esta manera se realiza una revisión por cada aspecto a analizar, en este caso tres: el tablero, el asiento y el diseño general. Al término se realiza un promedio para la obtención de datos (figuras 15-24).

Figura 15.

Registros de usuario “RC”.



Nota. Promedio de datos obtenidos. Autoría propia, 2020. Imagen retomada de: Programa EMOTIV PRO

Figura 16.

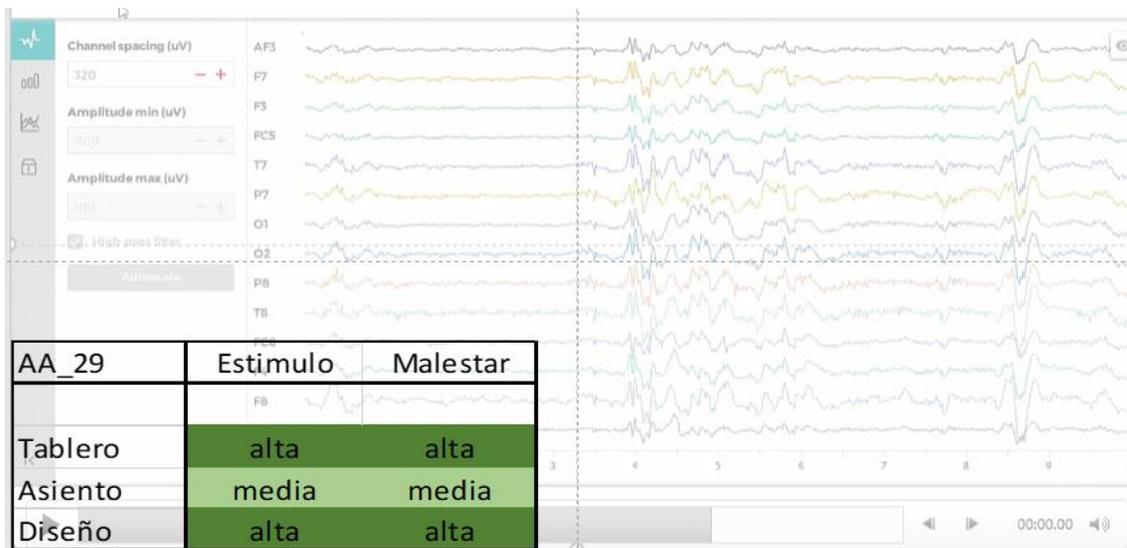
Interacción de usuario “RC” en el interior del vehículo.



Nota. Pruebas de usuario “RC”. Autoría propia, 2020.

Figura 17.

Registros de usuario “AA”.



Nota. Promedio de datos obtenidos. Autoría propia, 2020. Imagen retomada de: Programa EMOTIV PRO

Figura 18.

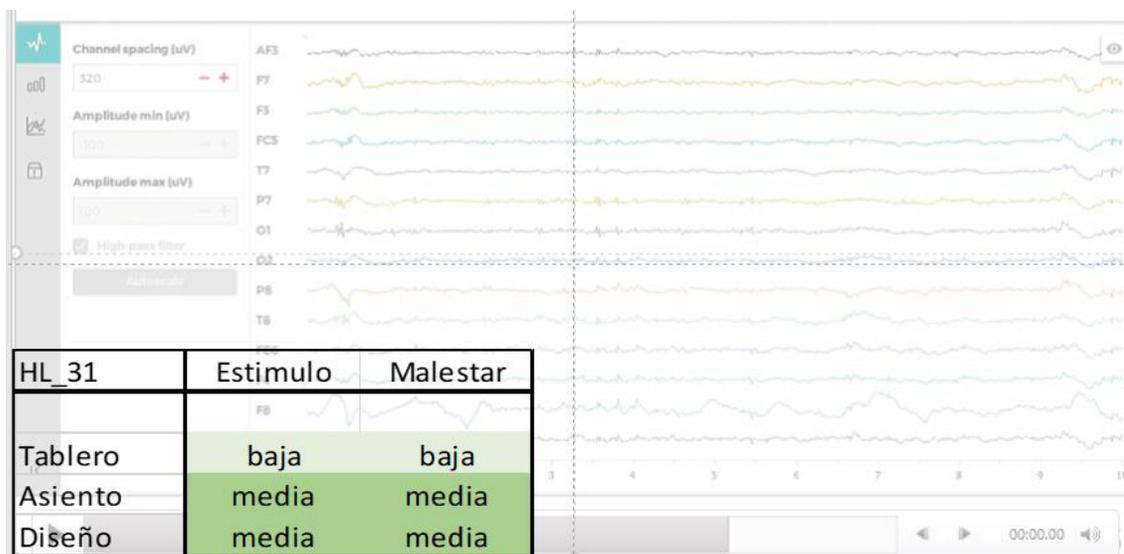
Interacción de usuario “AA” en el interior del vehículo.



Nota. Pruebas de usuario “AA”. Autoría propia, 2020.

Figura 19.

Registros de usuario “HL”.



Nota. Promedio de datos obtenidos. Autoría propia, 2020. Imagen retomada de: Programa EMOTIV PRO

Figura 20.

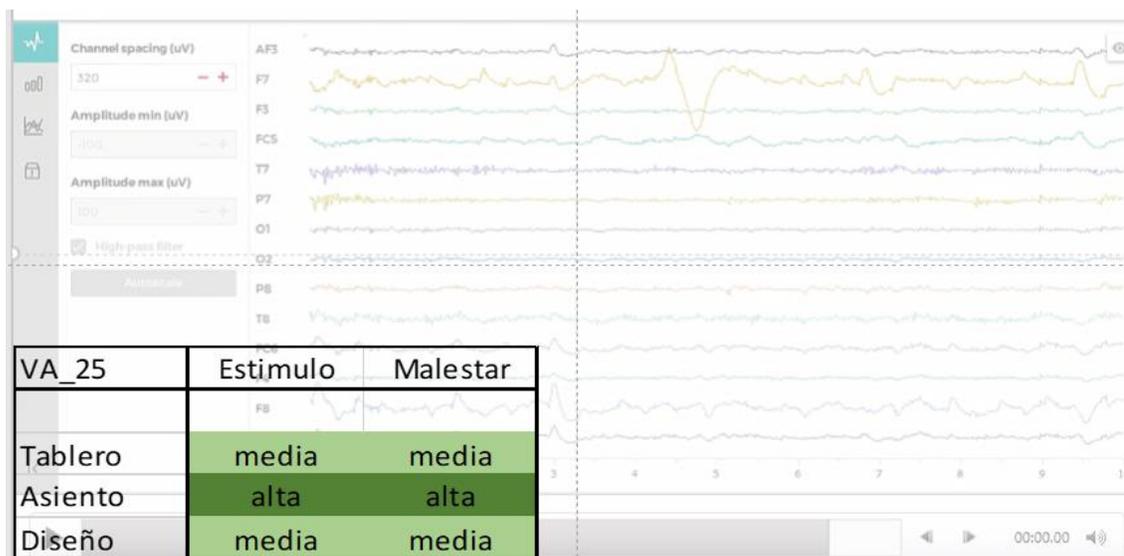
Interacción de usuario “HL” en el interior del vehículo.



Nota. Pruebas de usuario “HL”. Autoría propia, 2020.

Figura 21.

Registros de usuario “VA”.



Nota. Promedio de datos obtenidos. Autoría propia, 2020. Imagen retomada de: Programa EMOTIV PRO

Figura 22.

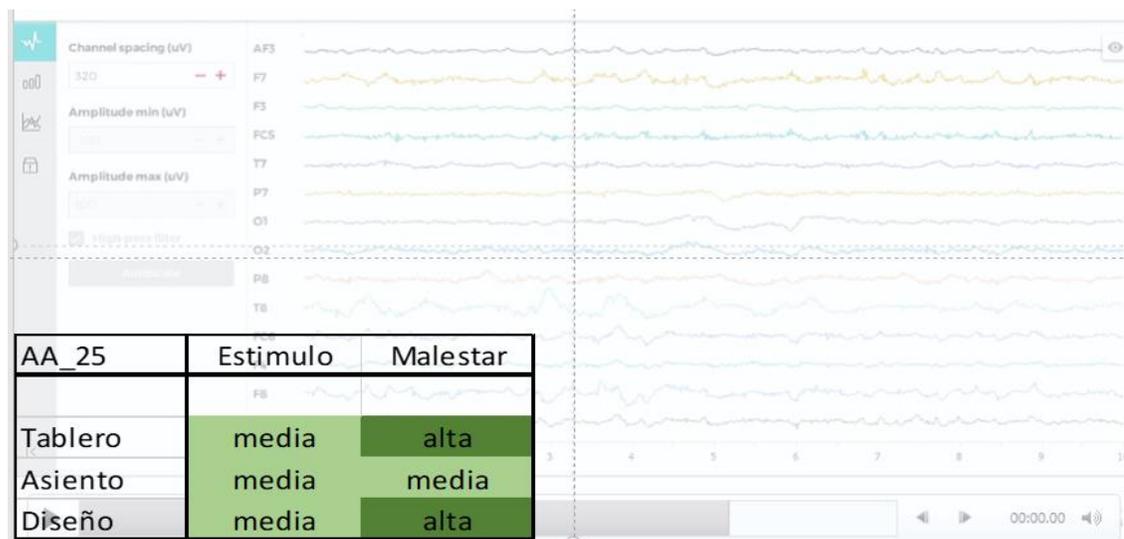
Interacción de usuario “HL” en el interior del vehículo.



Nota. Pruebas de usuario “VA”. Autoría propia, 2020.

Figura 23.

Registros de usuario “AA”.



Nota. Promedio de datos obtenidos. Autoría propia, 2020. Imagen retomada de: Programa EMOTIV PRO

Figura 24.

Interacción de usuario “AA” en el interior del vehículo.

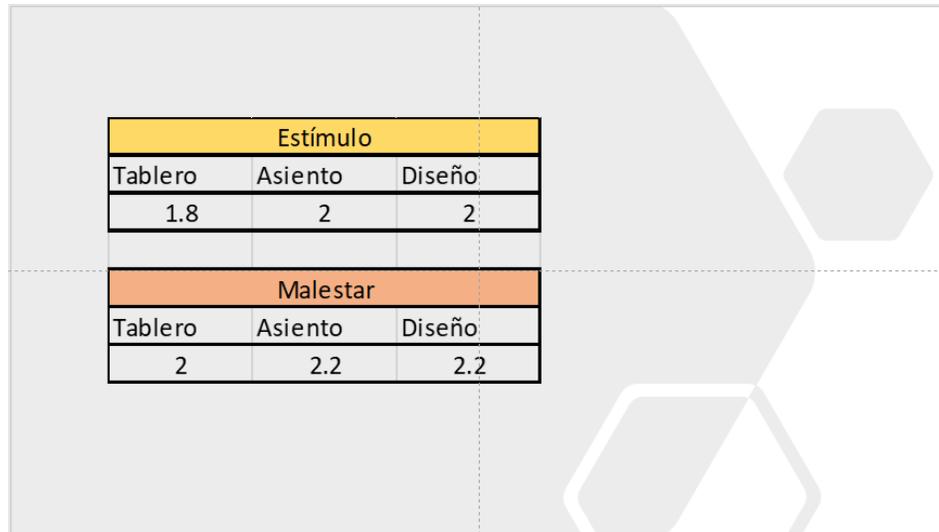


Nota. *Pruebas de usuario “AA”*. Autoría propia, 2020.

Se tomaron los registros de cada participante utilizando el mismo método que en las pruebas piloto, es decir, otorgando valores a los picos de intensidad en una escala de 1 a 3 para una mejor interpretación y se realizaron los promedios correspondientes con respecto al modelo Renault Logan, obteniendo lo siguiente (ver figura 25).

Figura 25.

Promedio de usuarios en el modelo Renault Logan.



Estímulo		
Tablero	Asiento	Diseño
1.8	2	2

Malestar		
Tablero	Asiento	Diseño
2	2.2	2.2

Nota. Promedio de datos obtenidos. Autoría propia, 2020. Imagen retomada de: Programa EMOTIV PRO

Si bien existió un alto nivel de estimulación, al mismo tiempo se presentó más de la mitad de malestar, lo que sugiere un rechazo a este diseño en términos generales.

Segunda parte de pruebas

Dentro de esta parte de las pruebas se buscó analizar a personas que no estuvieran tan familiarizadas con todos los modelos a estudiar y dentro de ese grupo se seleccionaron a cinco participantes, ya que el tiempo para calibrar la diadema presentó variaciones considerables entre cada usuario y con la finalidad de realizar pruebas en igualdad de circunstancias a los participantes, el tiempo fue un factor que limitó el número de estos. Los modelos son de distintas marcas (Chevrolet, Toyota y Renault) y se encuentran dentro del rango de precio previamente establecido. La prueba consiste en indicar algunas acciones a realizar para los voluntarios dentro de los vehículos como preámbulo para familiarizarse con cada diseño, al finalizar se realizaron dos preguntas referentes a que opinan de los modelos y si los utilizarían para actividades diarias, en

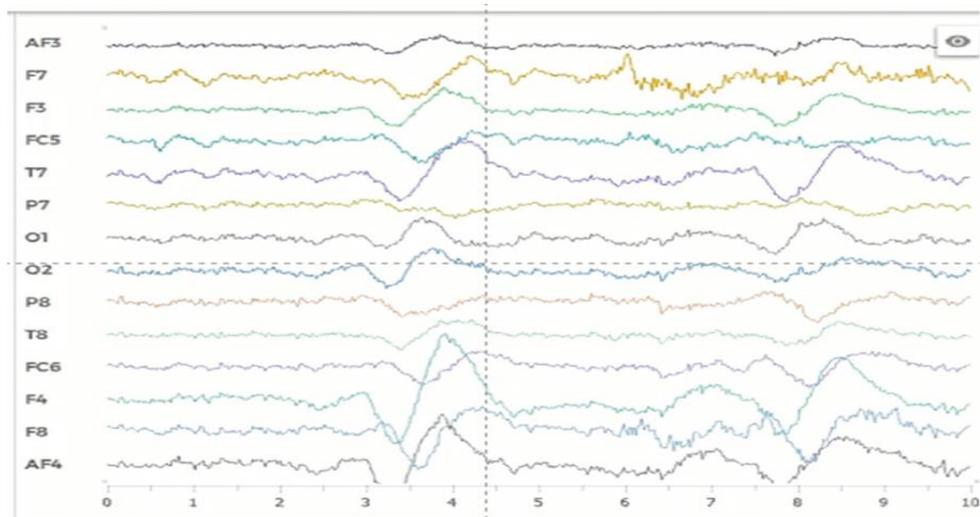
ese momento es cuando se presta especial atención a la actividad cerebral. Toda la prueba se realizó con el vehículo estático para omitir la aparición de estrés por factores externos en estas pruebas, como se mencionó anteriormente en las pruebas piloto. Es importante mencionar que cuatro de los cinco usuarios tienen experiencia previa en el manejo de automóviles de la gama a analizar y con al menos una de las marcas utilizadas, la mezcla de integrantes es para aportar información acerca del interior del habitáculo del automóvil y no necesariamente su disposición al manejo.

Posteriormente se tabularon los datos en cuanto a nivel de actividad en las terminales que se encuentran en el lóbulo parietal y temporal (donde se ubica la amígdala), otorgando valores de 1=baja actividad, 2=media actividad, 3=alta actividad. Una vez teniendo estos datos se realiza un promedio para determinar cual obtuvo mayor nivel de estimulación somatosensorial (actividad en el parietal) y cual mayor índice de malestar (actividad de amígdala).

El primer voluntario cuenta con 28 años y tiene experiencia previa en el manejo de autos, sus datos son los siguientes (figuras 26-29).

Figura 26.

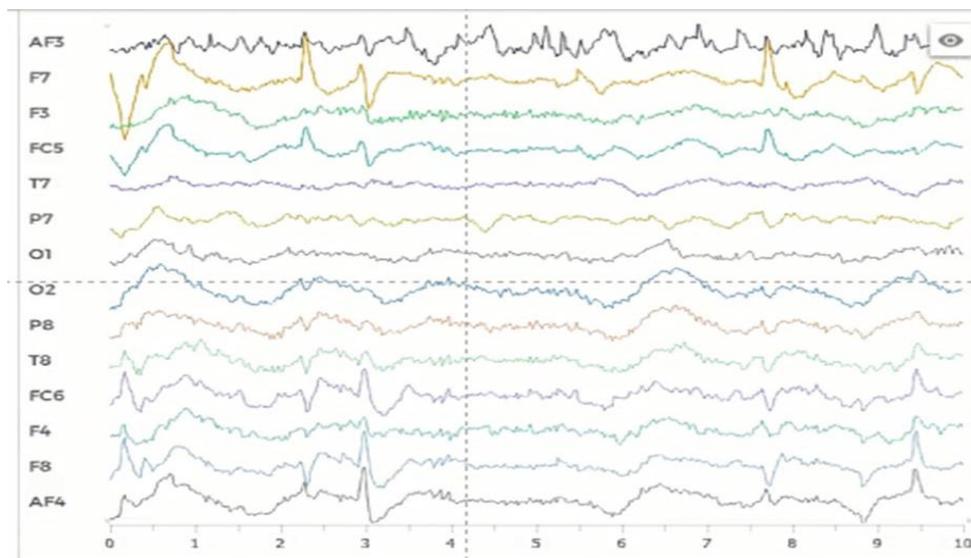
Registro de actividad cerebral, usuario "JR", unidad Toyota.



Nota. *Actividad cerebral, usuario "JR", auto Toyota.* Autoría propia, 2020. Imagen retomada de: Programa EMOTIV PRO

Figura 27.

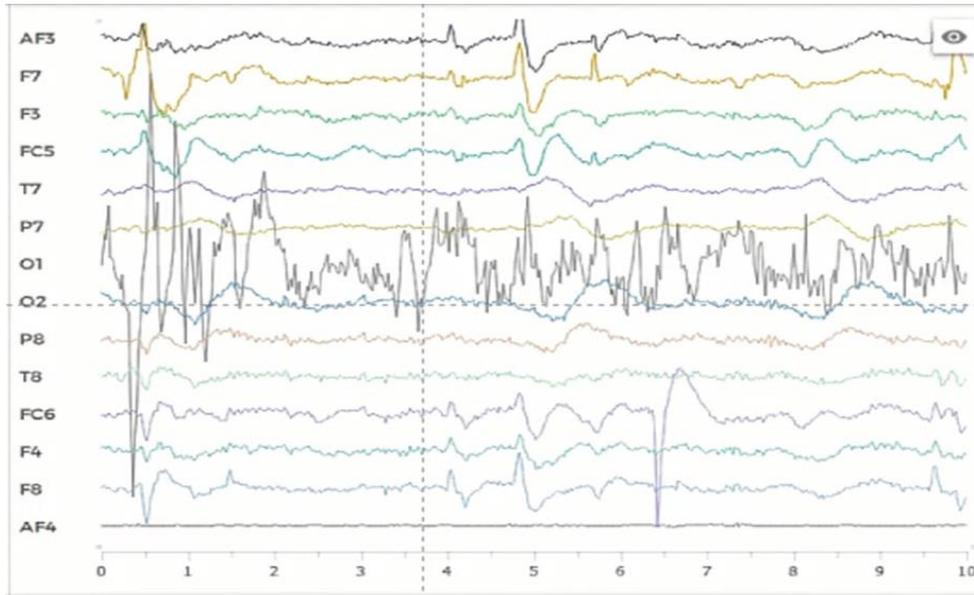
Registro de actividad cerebral, usuario "JR", unidad Chevrolet.



Nota. *Actividad cerebral, usuario "JR", auto Chevrolet.* Autoría propia, 2020. Imagen retomada de: Programa EMOTIV PRO

Figura 28.

Registro de actividad cerebral, usuario “JR”, unidad Renault.



Nota. Actividad cerebral, usuario “JR”, auto Renault. Autoría propia, 2020. Imagen retomada de: Programa EMOTIV PRO

Figura 29.

Promedio de actividad cerebral, usuario “JR”.

Actividad	Parietal		Temporal	
J_T	Fc5	Fc6	T7	T8
Alta				
Media	M	M		M
Baja			B	

Actividad	Parietal		Temporal	
J_S	Fc5	Fc6	T7	T8
Alta				
Media	M	M		M
Baja			B	

Actividad	Parietal		Temporal	
J_L	Fc5	Fc6	T7	T8
Alta				
Media	M	M	M	
Baja				B

Nota. Promedio de datos obtenidos usuario “JR”. Autoría propia, 2020.

Los resultados del usuario “JR” fueron en general de parámetros medios, presentando niveles bajos en una de las dos terminales que sugieren actividad de la amígdala, por lo que podría interpretarse que su respuesta a los distintos diseños fue igual para todos, para contextualizar, a continuación, la tabla de todos los participantes por vehículo (ver figura 30).

Figura 30.

Comparativa de resultados, usuario “JR”.

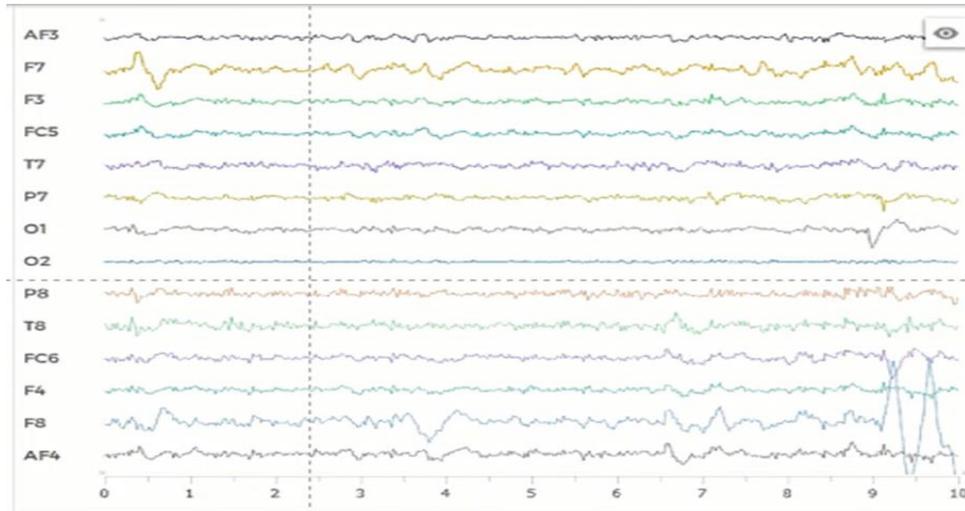
Renault Logan					Chevrolet Sonic					Toyota Yaris				
Actividad	Parietal		Temporal		Actividad	Parietal		Temporal		Actividad	Parietal		Temporal	
J_L	Fc5	Fc6	T7	T8	J_S	Fc5	Fc6	T7	T8	J_T	Fc5	Fc6	T7	T8
Alta					Alta					Alta				
Media					Media					Media				
Baja	M	M	M	B	Baja	M	M	B	M	Baja	M	M	B	M
Actividad	Parietal		Temporal		Actividad	Parietal		Temporal		Actividad	Parietal		Temporal	
C_L	Fc5	Fc6	T7	T8	C_S	Fc5	Fc6	T7	T8	C_T	Fc5	Fc6	T7	T8
Alta					Alta					Alta				
Media	M	A	A		Media	M	A	A	M	Media	M	M	M	M
Baja				B	Baja					Baja				
Actividad	Parietal		Temporal		Actividad	Parietal		Temporal		Actividad	Parietal		Temporal	
R_L	Fc5	Fc6	T7	T8	R_S	Fc5	Fc6	T7	T8	R_T	Fc5	Fc6	T7	T8
Alta					Alta					Alta				
Media	A		A		Media	A		A		Media			A	A
Baja		M		M	Baja		M		M	Baja	M	M		
Actividad	Parietal		Temporal		Actividad	Parietal		Temporal		Actividad	Parietal		Temporal	
RG_L	Fc5	Fc6	T7	T8	RG_S	Fc5	Fc6	T7	T8	RG_T	Fc5	Fc6	T7	T8
Alta					Alta					Alta				
Media					Media	A	A	A	A	Media				
Baja	B	M	B	M	Baja					Baja	B	B	B	B
Actividad	Parietal		Temporal		Actividad	Parietal		Temporal		Actividad	Parietal		Temporal	
E_L	Fc5	Fc6	T7	T8	E_S	Fc5	Fc6	T7	T8	E_T	Fc5	Fc6	T7	T8
Alta					Baja					Alta				
Media		M		M	Media					Media				
Baja	B		B		Baja	B	B	B	B	Alta	B	B	B	B

Nota. Comparativa de datos obtenidos usuario “JR”. Autoría propia, 2020.

El segundo voluntario cuenta con 28 años y tiene experiencia previa en el manejo de autos, sus datos son los siguientes (figuras 31-34).

Figura 31.

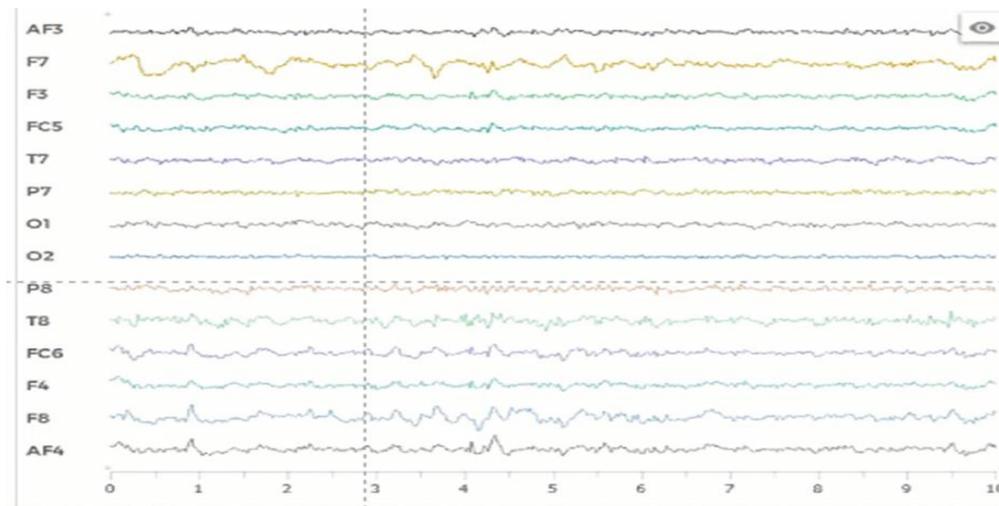
Registro de actividad cerebral, usuario “ED”, unidad Toyota.



Nota. Actividad cerebral, usuario “ED”, auto Toyota. Autoría propia, 2020. Imagen retomada de: Programa EMOTIV PRO

Figura 32.

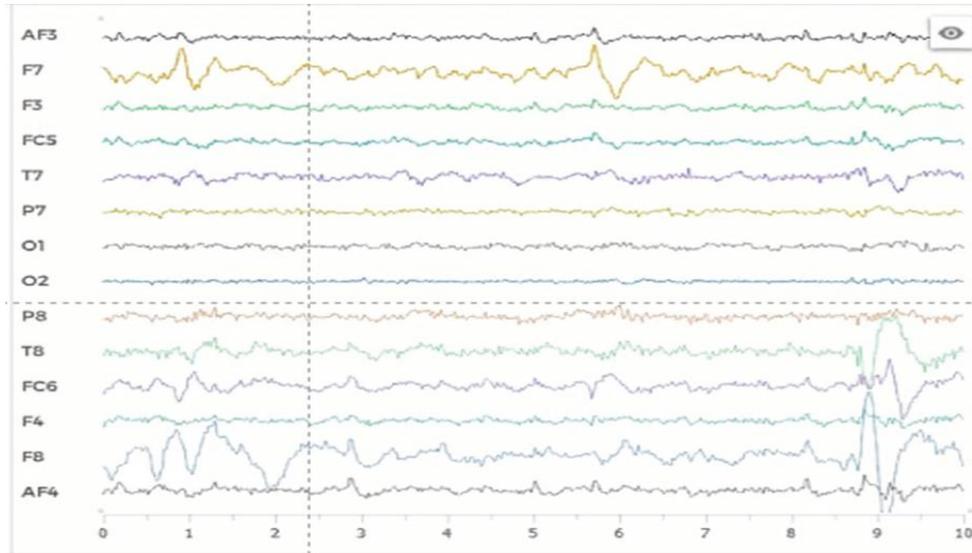
Registro de actividad cerebral, usuario “ED”, unidad Chevrolet.



Nota. Actividad cerebral, usuario “ED”, auto Chevrolet. Autoría propia, 2020. Imagen retomada de: Programa EMOTIV PRO

Figura 33.

Registro de actividad cerebral, usuario “ED”, unidad Renault.



Nota. Actividad cerebral, usuario “ED”, auto Renault. Autoría propia, 2020. Imagen retomada de: Programa EMOTIV PRO

Figura 34.

Promedio de actividad cerebral, usuario “ED”.

Actividad	Parietal		Temporal	
E_T	Fc5	Fc6	T7	T8
Alta				
Media				
Baja	B	B	B	B
Actividad	Parietal		Temporal	
E_S	Fc5	Fc6	T7	T8
Alta				
Media				
Baja	B	B	B	B
Actividad	Parietal		Temporal	
E_L	Fc5	Fc6	T7	T8
Alta				
Media		M		M
Baja	B	M	B	M

Nota. Promedio de datos obtenidos usuario “ED”. Autoría propia, 2020.

El voluntario ED mostró bajos niveles de actividad en casi todos los modelos, sin embargo, en el de la marca Renault presentó actividad media en una terminal del lóbulo parietal y una del temporal, tomando como referencia que a mayor actividad del lóbulo temporal existe presencia de malestar, el Renault fue el menos favorecido por este usuario, se anexa tabla de todos los modelos y participantes para contextualizar información (ver figura 35).

Figura 35.

Comparativa de resultados, usuario “ED”.

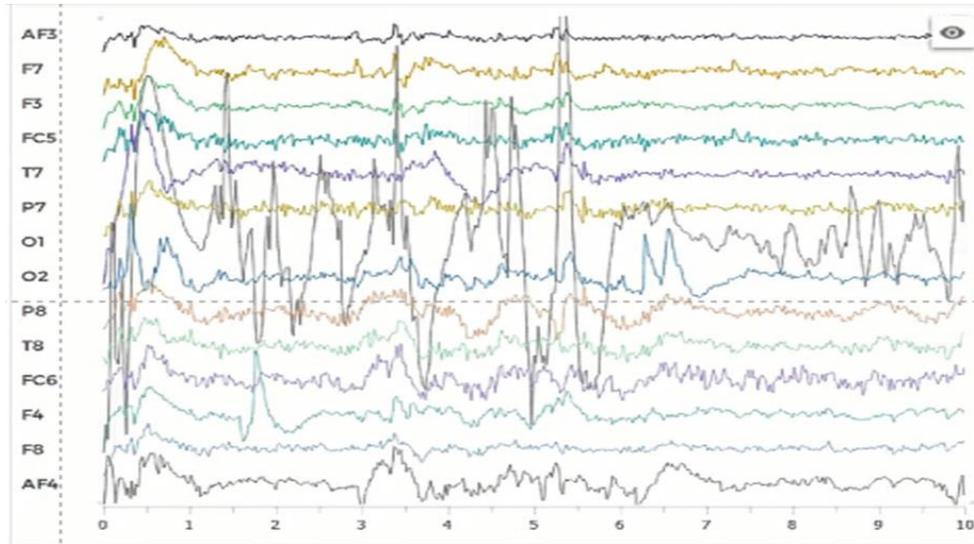
Renault Logan					Chevrolet Sonic				Toyota Yaris					
Actividad	Parietal		Temporal		Actividad	Parietal		Temporal		Actividad	Parietal		Temporal	
J_L	Fc5	Fc6	T7	T8	J_S	Fc5	Fc6	T7	T8	J_T	Fc5	Fc6	T7	T8
Alta					Alta					Alta				
Media	M	M	M		Media	M	M		M	Media	M	M		M
Baja				B	Baja			B		Baja			B	
Actividad	Parietal		Temporal		Actividad	Parietal		Temporal		Actividad	Parietal		Temporal	
C_L	Fc5	Fc6	T7	T8	C_S	Fc5	Fc6	T7	T8	C_T	Fc5	Fc6	T7	T8
Alta					Alta					Alta				
Media	M	A	A		Media	M	A	A	M	Media	M	M	M	M
Baja				B	Baja					Baja				
Actividad	Parietal		Temporal		Actividad	Parietal		Temporal		Actividad	Parietal		Temporal	
R_L	Fc5	Fc6	T7	T8	R_S	Fc5	Fc6	T7	T8	R_T	Fc5	Fc6	T7	T8
Alta					Alta					Alta				
Media	A	M	A	M	Media	A	M	A	M	Media	M	M	A	A
Baja					Baja					Baja				
Actividad	Parietal		Temporal		Actividad	Parietal		Temporal		Actividad	Parietal		Temporal	
RG_L	Fc5	Fc6	T7	T8	RG_S	Fc5	Fc6	T7	T8	RG_T	Fc5	Fc6	T7	T8
Alta					Alta					Alta				
Media		M		M	Media	A	A	A	A	Media				
Baja	B		B		Baja					Baja	B	B	B	B
Actividad	Parietal		Temporal		Actividad	Parietal		Temporal		Actividad	Parietal		Temporal	
E_L	Fc5	Fc6	T7	T8	E_S	Fc5	Fc6	T7	T8	E_T	Fc5	Fc6	T7	T8
Alta					Baja					Alta				
Media		M		M	Media					Media				
Baja	B		B		Baja	B	B	B	B	Alta	B	B	B	B

Nota. Comparativa de datos obtenidos usuario “ED”. Autoría propia, 2020.

El tercer voluntario cuenta con 25 años y tiene experiencia previa en el manejo de autos, en este ejercicio el equipo no pudo trabajar correctamente mientras se realizaba la prueba al modelo Toyota el resto de los datos son los siguientes (figuras 36-38).

Figura 36.

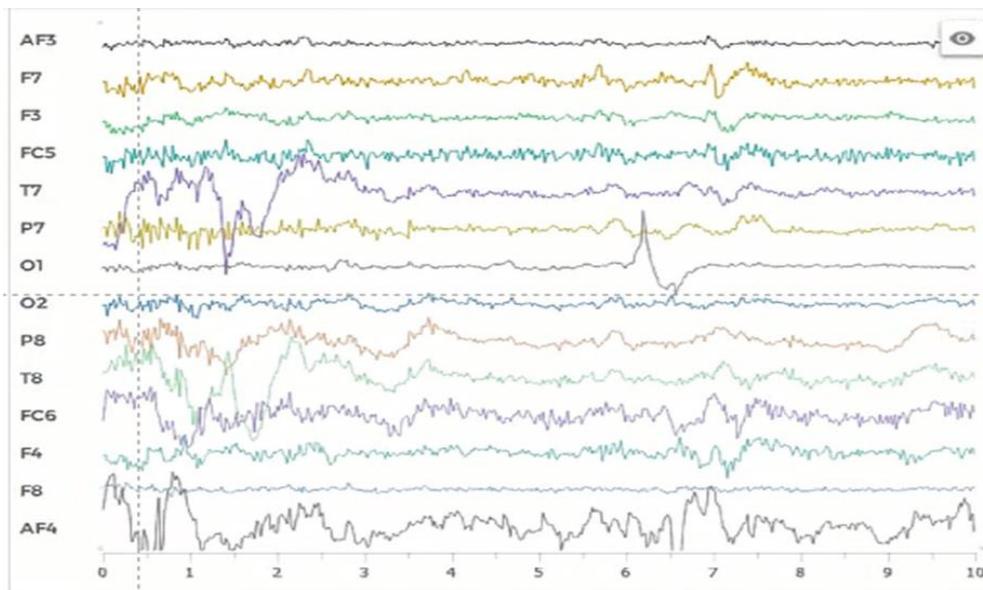
Registro de actividad cerebral, usuario "CC", unidad Chevrolet.



Nota. Actividad cerebral, usuario "CC", auto Chevrolet. Autoría propia, 2020. Imagen retomada de: Programa EMOTIV PRO

Figura 37.

Registro de actividad cerebral, usuario "CC", unidad Renault.



Nota. Actividad cerebral, usuario "CC", auto Renault. Autoría propia, 2020. Imagen retomada de: Programa EMOTIV PRO

Figura 38.

Promedio de actividad cerebral, usuario “CC”.

Actividad	Parietal		Temporal	
C_T	Fc5	Fc6	T7	T8
Alta				
Media				
Baja				
Actividad	Parietal		Temporal	
C_S	Fc5	Fc6	T7	T8
Alta				
Media	M	A	A	M
Baja				
Actividad	Parietal		Temporal	
C_L	Fc5	Fc6	T7	T8
Alta				
Media	M	A	A	
Baja				B

Nota. Promedio de datos obtenidos usuario “CC”. Autoría propia, 2020.

Como se mencionó anteriormente, con este usuario se presentaron problemas técnicos durante su prueba con el modelo Toyota, por lo que al momento de tabular su información se otorgaron valores medios a todas las lecturas para alterar de menor manera los resultados. El voluntario CC presentó actividades altas y medias en los parietales, sin embargo, mientras se realizaba la muestra en el modelo Renault, en una terminal se detectó baja actividad del temporal sugiriendo una respuesta positiva a este vehículo. Se anexa tabla de valores generales para contrastar información (ver figura 39).

Figura 39.

Comparativa de resultados, usuario “ED”.

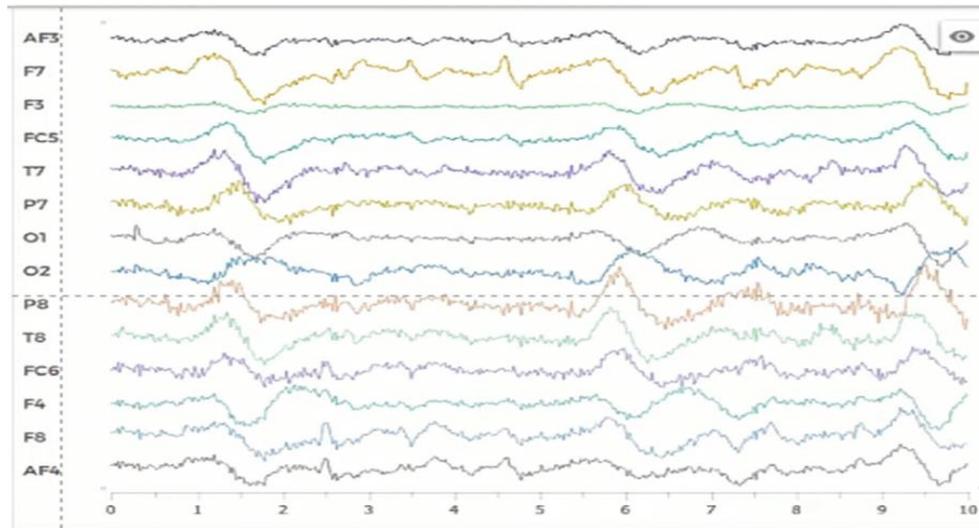
Renault Logan					Chevrolet Sonic				Toyota Yaris					
Actividad	Parietal		Temporal		Actividad	Parietal		Temporal		Actividad	Parietal		Temporal	
J_L	Fc5	Fc6	T7	T8	J_S	Fc5	Fc6	T7	T8	J_T	Fc5	Fc6	T7	T8
Alta					Alta					Alta				
Media					Media	M	M		M	Media	M	M		
Baja	M	M	M	B	Baja			B	M	Baja			B	M
Actividad	Parietal		Temporal		Actividad	Parietal		Temporal		Actividad	Parietal		Temporal	
C_L	Fc5	Fc6	T7	T8	C_S	Fc5	Fc6	T7	T8	C_T	Fc5	Fc6	T7	T8
Alta					Alta					Alta				
Media	M	A	A		Media	M	A	A	M	Media	M	M	M	M
Baja				B	Baja					Baja				
Actividad	Parietal		Temporal		Actividad	Parietal		Temporal		Actividad	Parietal		Temporal	
R_L	Fc5	Fc6	T7	T8	R_S	Fc5	Fc6	T7	T8	R_T	Fc5	Fc6	T7	T8
Alta					Alta	A		A		Alta			A	A
Media	A	M	A	M	Media		M		M	Media	M	M		
Baja					Baja					Baja				
Actividad	Parietal		Temporal		Actividad	Parietal		Temporal		Actividad	Parietal		Temporal	
RG_L	Fc5	Fc6	T7	T8	RG_S	Fc5	Fc6	T7	T8	RG_T	Fc5	Fc6	T7	T8
Alta					Alta	A	A	A	A	Alta				
Media		M		M	Media					Media				
Baja	B		B		Baja					Baja	B	B	B	B
Actividad	Parietal		Temporal		Actividad	Parietal		Temporal		Actividad	Parietal		Temporal	
E_L	Fc5	Fc6	T7	T8	E_S	Fc5	Fc6	T7	T8	E_T	Fc5	Fc6	T7	T8
Alta					Baja					Alta				
Media		M		M	Media					Media				
Baja	B		B		Baja	B	B	B	B	Baja	B	B	B	B

Nota. Comparativa de datos obtenidos usuario “CC”. Autoría propia, 2020.

El cuarto voluntario cuenta con 28 años y no tiene experiencia previa en el manejo de autos, los datos son los siguientes (figuras 40-43).

Figura 40.

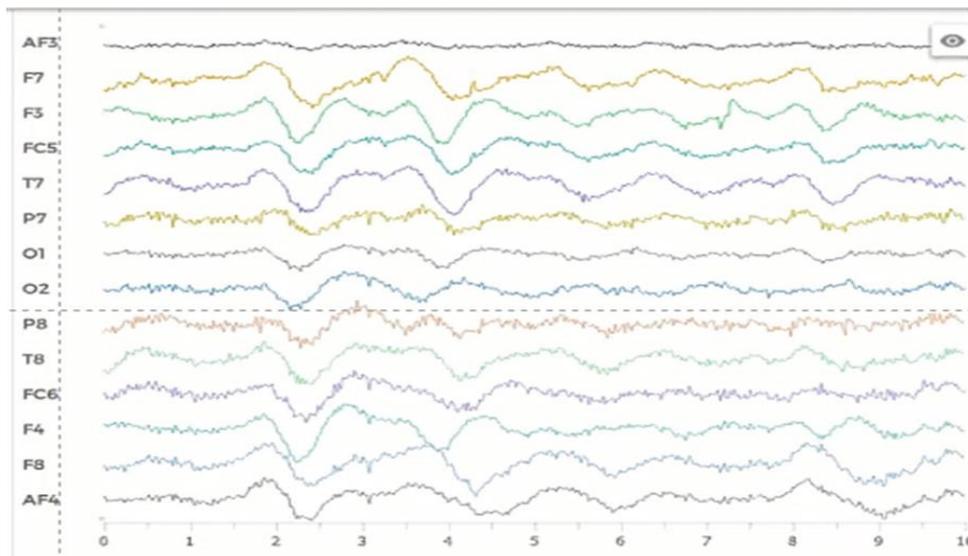
Registro de actividad cerebral, usuario "RC", unidad Toyota.



Nota. Actividad cerebral, usuario "RC", auto Toyota. Autoría propia, 2020. Imagen retomada de: Programa EMOTIV PRO

Figura 41.

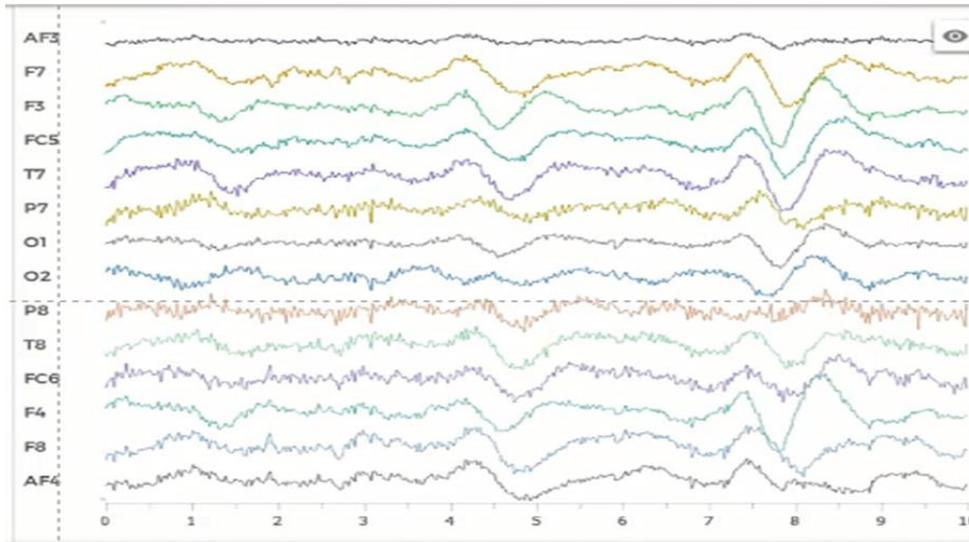
Registro de actividad cerebral, usuario "RC", unidad Chevrolet.



Nota. Actividad cerebral, usuario "RC", auto Chevrolet. Autoría propia, 2020. Imagen retomada de: Programa EMOTIV PRO

Figura 42.

Registro de actividad cerebral, usuario "RC", unidad Renault.



Nota. Actividad cerebral, usuario "RC", auto Renault. Autoría propia, 2020. Imagen retomada de: Programa EMOTIV PRO

Figura 43.

Promedio de actividad cerebral, usuario "RC".

Actividad	Parietal		Temporal	
R_T	Fc5	Fc6	T7	T8
Alta			A	A
Media	M	M		
Baja				
Actividad	Parietal		Temporal	
R_S	Fc5	Fc6	T7	T8
Alta	A		A	
Media		M		M
Baja				
Actividad	Parietal		Temporal	
R_L	Fc5	Fc6	T7	T8
Alta	A		A	
Media		M		M
Baja				

Nota. Promedio de datos obtenidos usuario "RC". Autoría propia, 2020.

El voluntario RC mostró niveles medios y alto de actividad cerebral, sin embargo, al momento de la prueba en el modelo Toyota, se registró altos niveles en la parte del lóbulo temporal cuando se realizaron las preguntas finales, lo que se puede interpretar como mayor presencia de malestar en este modelo. A continuación, se anexan datos de todos los participantes para comparativa de información (ver figura 44).

Figura 44.

Comparativa de resultados, usuario “RC”.

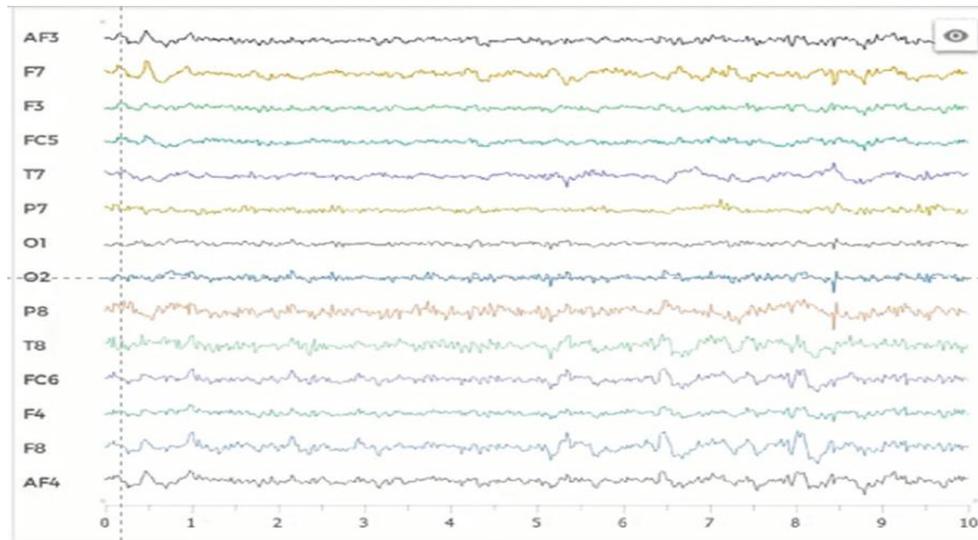
Renault Logan					Chevrolet Sonic					Toyota Yaris				
Actividad	Parietal		Temporal		Actividad	Parietal		Temporal		Actividad	Parietal		Temporal	
J_L	Fc5	Fc6	T7	T8	J_S	Fc5	Fc6	T7	T8	J_T	Fc5	Fc6	T7	T8
Alta					Alta					Alta				
Media	M	M	M		Media	M	M		M	Media	M	M		M
Baja				B	Baja			B		Baja			B	
C_L	Fc5	Fc6	T7	T8	C_S	Fc5	Fc6	T7	T8	C_T	Fc5	Fc6	T7	T8
Alta					Alta					Alta				
Media	M	A	A		Media	M	A	A	M	Media	M	M	M	M
Baja				B	Baja					Baja				
R_L	Fc5	Fc6	T7	T8	R_S	Fc5	Fc6	T7	T8	R_T	Fc5	Fc6	T7	T8
Alta					Alta					Alta				
Media	A	M	A	M	Media	A	M	A	M	Media	M	M	A	A
Baja					Baja					Baja				
RG_L	Fc5	Fc6	T7	T8	RG_S	Fc5	Fc6	T7	T8	RG_T	Fc5	Fc6	T7	T8
Alta					Alta					Alta				
Media		M		M	Media	A	A	A	A	Media				
Baja	B		B		Baja					Baja	B	B	B	B
E_L	Fc5	Fc6	T7	T8	E_S	Fc5	Fc6	T7	T8	E_T	Fc5	Fc6	T7	T8
Alta					Baja					Alta				
Media		M		M	Media					Media				
Baja	B		B		Baja	B	B	B	B	Alta	B	B	B	B

Nota. Comparativa de datos obtenidos usuario “RC”. Autoría propia, 2020.

El cuarto voluntario cuenta con 28 años y tiene poca experiencia previa en el manejo de autos, los datos son los siguientes (figuras 45-48).

Figura 45.

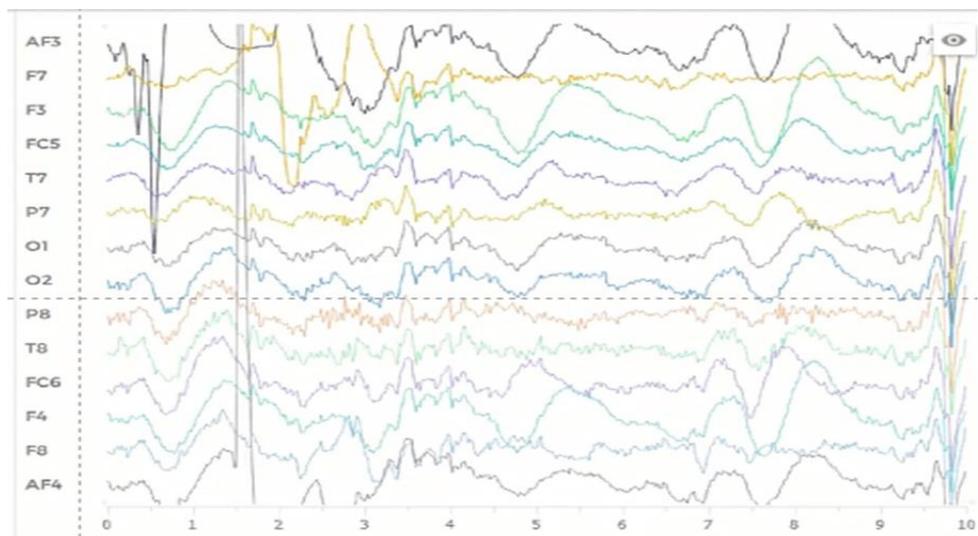
Registro de actividad cerebral, usuario “RG”, unidad Toyota.



Nota. Actividad cerebral, usuario “RG”, auto Toyota. Autoría propia, 2020. Imagen retomada de: Programa EMOTIV PRO

Figura 46.

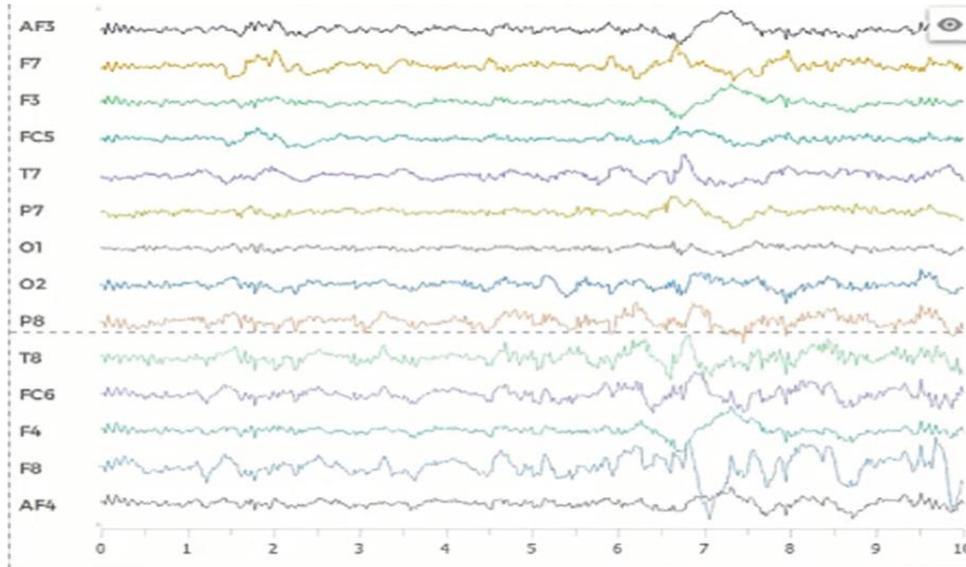
Registro de actividad cerebral, usuario “RG”, unidad Chevrolet.



Nota. Actividad cerebral, usuario “RG”, auto Chevrolet. Autoría propia, 2020. Imagen retomada de: Programa EMOTIV PRO

Figura 47.

Registro de actividad cerebral, usuario “RG”, unidad Renault.



Nota. Actividad cerebral, usuario “RG”, auto Renault. Autoría propia, 2020. Imagen retomada de: Programa EMOTIV PRO

Figura 48.

Promedio de actividad cerebral, usuario “RG”.

Actividad	Parietal		Temporal	
RG_T	Fc5	Fc6	T7	T8
Alta				
Media				
Baja	B	B	B	B
Actividad	Parietal		Temporal	
RG_S	Fc5	Fc6	T7	T8
Alta	A	A	A	A
Media	A	A	A	A
Baja	A	A	A	A
Actividad	Parietal		Temporal	
RG_L	Fc5	Fc6	T7	T8
Alta				
Media		M		M
Baja	B	M	B	M

Nota. Promedio de datos obtenidos usuario “RG”. Autoría propia, 2020.

El usuario RG registró niveles bajos en el modelo Toyota, totalmente opuestos en el modelo Chevrolet y medios y bajos en el Renault. Este caso podría interpretarse al modelo Toyota como el de mejor aceptación, sin embargo, tampoco hubo niveles considerables de sensaciones y el más equilibrado fue el modelo Renault. Se anexa tabla con todos los participantes y modelos para comparación de información (ver figura 49).

Figura 49.

Comparativa de resultados, usuario “RG”.

Renault Logan					Chevrolet Sonic				Toyota Yaris					
Actividad	Parietal		Temporal		Actividad	Parietal		Temporal		Actividad	Parietal		Temporal	
J_L	Fc5	Fc6	T7	T8	J_S	Fc5	Fc6	T7	T8	J_T	Fc5	Fc6	T7	T8
Alta					Alta					Alta				
Media	M	M	M		Media	M	M		M	Media	M	M		M
Baja				B	Baja			B		Baja			B	
Actividad	Parietal		Temporal		Actividad	Parietal		Temporal		Actividad	Parietal		Temporal	
C_L	Fc5	Fc6	T7	T8	C_S	Fc5	Fc6	T7	T8	C_T	Fc5	Fc6	T7	T8
Alta					Alta					Alta				
Media	M	A	A		Media	M	A	A	M	Media	M	M	M	M
Baja				B	Baja					Baja				
Actividad	Parietal		Temporal		Actividad	Parietal		Temporal		Actividad	Parietal		Temporal	
R_L	Fc5	Fc6	T7	T8	R_S	Fc5	Fc6	T7	T8	R_T	Fc5	Fc6	T7	T8
Alta					Alta					Alta				
Media	A	M	A	M	Media	A	M	A	M	Media	M	M	A	A
Baja					Baja					Baja				
Actividad	Parietal		Temporal		Actividad	Parietal		Temporal		Actividad	Parietal		Temporal	
RG_L	Fc5	Fc6	T7	T8	RG_S	Fc5	Fc6	T7	T8	RG_T	Fc5	Fc6	T7	T8
Alta					Alta					Alta				
Media		M		M	Media	A	A	A	A	Media				
Baja	B		B		Baja					Baja	B	B	B	B
Actividad	Parietal		Temporal		Actividad	Parietal		Temporal		Actividad	Parietal		Temporal	
E_L	Fc5	Fc6	T7	T8	E_S	Fc5	Fc6	T7	T8	E_T	Fc5	Fc6	T7	T8
Alta					Baja					Alta				
Media		M		M	Media					Media				
Baja	B		B		Baja	B	B	B	B	Alta	B	B	B	B

Nota. Comparativa de datos obtenidos usuario “RC”. Autoría propia, 2020.

6. Análisis de datos

En el promedio de las tres unidades con los cinco participantes (Figura 50), se pudieron registrar datos acerca de la actividad sensorial dentro de los diferentes modelos y la probable estimulación positiva o negativa dentro de ellos.

Figura 50.

Comparativa de resultados por vehículo.

	Fc5	Fc6	T7	T8
Toyota	0.8	0.8	0.8	0.9
Chevrolet	2.2	2.2	2.2	2
Renault	1.8	2.2	2	1.6
	Parietal		Temporal	
Toyota	0.8		0.85	
Chevrolet	2.2		2.1	
Renault	2		1.8	

Nota. Valores promedio por terminal y modelo. Autoría propia, 2020.

Primero se tabularon los valores de las terminales otorgando a la actividad baja 1, media 2, alta 3 y su respectivo promedio entre el número de voluntarios, posteriormente, se sumaron los valores de ambos hemisferios para un valor total del lóbulo (parietal y temporal).

La información proveniente de la biología sugiere que una baja presencia de actividad en el lóbulo temporal es positiva ya que la amígdala encargada de las sensaciones negativas no está activa en niveles considerables, al mismo tiempo analizar el lóbulo parietal para determinar si existe estimulación sensorial dentro de los voluntarios.

Se determinó analizar a cinco usuarios dentro de tres unidades distintas debido a la situación actual que limita reunir a grandes grupos al mismo tiempo; y el hacer pruebas en distintos días y condiciones puede mostrar algunas variables en la información, bajo estas circunstancias, el análisis de los resultados responde a un estudio de tipo exploratorio, para que en un futuro esta metodología pueda ser utilizada en un contexto más amplio.

Como resultado se encuentra que el modelo Chevrolet evocó mayores sensaciones, al mismo tiempo hubo mayor actividad de la región temporal donde se ubica la amígdala lo que sugiere emociones negativas. Por el contrario, el modelo Toyota registró la menor actividad en el parietal y temporal y se puede interpretar como el más favorable en cuanto a percepción de usuarios.

Ahora bien, dentro de la información no medible, los usuarios dentro del modelo Toyota tuvieron un mayor tiempo de respuesta para ubicar botones o funciones dentro del tablero, lo cual tiene que ver con el nulo conocimiento previo, pero también con lo complejo que resultó interpretar el habitáculo. En este sentido, el modelo Renault tuvo una velocidad de reacción menor por parte de los voluntarios y podría interpretarse como más intuitivo o de fácil entendimiento, aunque los valores registrados por la actividad cerebral no lo enlisten como el favorecido en las pruebas.

Si se comparan estos datos con los índices de venta de los años 2017 que fue el año en que los tres modelos (Logan, Sonic y Yaris) lograron competir en el mercado encontramos que el Sonic (Chevrolet) logró vender más de 8,500 unidades sobre el segundo lugar que fue el Yaris (Toyota) y más de 19,000 que el Logan (Renault) (INEGI, 2020). Estos números se ven afectados por diferentes factores como facilidad de crédito, arraigo con la marca, confiabilidad, etcétera; sin embargo, el modelo mejor valorado en las pruebas que fue el Yaris, además, también tuvo un nivel de ventas importante, probablemente se puede relacionar las ventas con el diseño y las sensaciones de los productos. Es necesario realizar un estudio con un mayor rango de usuarios para la aprobación de esta propuesta y de esta forma, se podrá comprobar la existencia de una aceptación derivada de aspectos relacionados con el diseño y sensaciones provocadas por el vehículo. También se analizó el año 2018 sin embargo, en la marca Chevrolet hubo ciertos cambios que afectaron al modelo Sonic porque salió del mercado y sus ventas tuvieron una baja significativa. Los datos de ventas fueron los siguientes: Sonic 877, Logan 2,842, Yaris 16,643.

7. Conclusiones

El objetivo principal del trabajo de investigación consistía en incorporar nuevas herramientas al proceso de diseño y comprender en qué momento del mismo es adecuada su incorporación, con el encomienda de valorar la aceptación de ciertos productos, concretamente con la utilización de herramientas de origen médico como lo es la diadema de la marca EMOTIV que realiza un electroencefalograma para poder conocer la actividad cerebral y valorar si la actividad de respuesta es positiva o negativa. Con esta herramienta se procedió a analizar las respuestas de los usuarios dentro automóviles su interacción con el interior de ese producto, con la finalidad de mejorar los diseños futuros. Para establecer dicho análisis se buscó saber si el posicionamiento de botones, asiento y cuestiones de entretenimiento en el vehículo, generan inestabilidad por su conformación y de ser posible proponer un cambio para mejorar. En un inicio la investigación buscaba demostrar que el incorporar herramientas provenientes de la medicina al proceso de diseño, podría beneficiar al desarrollo de dicho ejercicio, como primer paso se debía establecer el momento pertinente del proceso para incorporarlas por lo que se realizaron algunas pruebas para obtener información.

Las pruebas efectuadas fueron cambiando conforme se avanzó en la interacción con la herramienta a utilizar, (diadema EMOTIV) ya que en un inicio se planteó un recorrido vehicular donde una persona portaba la diadema mientras manejaba para valorar los niveles de actividad cerebral, sin embargo, esto resultó en una alteración de los conductores, debido a que era una experiencia nueva y estresante para ellos; por lo anterior, se optó por realizar pruebas estáticas, primero con un solo modelo de vehículo y luego una comparativa con tres modelos distintos y diferentes voluntarios. El analizar su actividad cerebral al interactuar con el interior de un vehículo resultó un trabajo de unión entre distintas áreas del conocimiento como lo son la biología y el diseño. No se buscó en ningún momento la sustitución de la biología sobre la capacidad del diseñador, solo complementar

su trabajo con un método obtención de información distinto para validar propuestas. Reforzando una vez más el objetivo planteado de sugerir esta práctica de medición de actividad cerebral como un complemento al diseñador, el momento idóneo para introducir esta práctica es cuando se prueban los objetos y/o diseños realizados. Además, es importante no enfocarse sólo en los resultados que se muestran acerca de la actividad del cerebro, es necesario forzosamente de la interpretación, en este caso, de un diseñador que sea capaz de entender lo que pasa al momento de realizar el análisis, cómo reaccionan las personas, si hay confusión, facilidad para realizar las actividades solicitadas, la información verbal, entre otras. El análisis de la relación usuario – objeto no se debe limitar sólo a la opinión que se pueda expresar, el cuestionario que se responde o la información de un software, es necesaria una interpretación holística de todas las anteriores. En este sentido el equipo EMOTIV fue de gran ayuda para detectar una contradicción entre lo mencionado de forma verbal y la respuesta sensorial de los participantes lo que obliga a tomar en cuenta los factores como tiempo de reacción o confusión (respuesta física).

Al mismo tiempo, la hipótesis establecida mencionaba que el enriquecer o mejorar el proceso de diseño podría resultar en mejores productos ya que se estudiaría de diferente forma a los usuarios; el avance de la investigación complementa al proceso de diseño estableciendo las bases para un desarrollo futuro que involucre nuevas herramientas para obtener información acerca de los usuarios interactuando con ciertos objetos, ya que derivado de la información obtenida y los precedentes, las reacciones humanas y las decisiones tomadas suelen responder a antecedentes previos ya sea con objetos, imágenes o conceptos como pueden ser las marcas, entonces, se necesitará establecer el alcance del producto u objeto a diseñar para definir la población a estudiar, ya sea por región, país, continente.

Establecer una comparativa con el índice de ventas puede sugerir aspectos positivos para el presente trabajo, sin embargo, las ventas y aceptación de un producto depende de varios factores en los distintos países de venta. Una encuesta es un elemento simple que no alcanza a reflejar del todo la percepción del usuario, sin embargo, el tipo de lecturas empleadas en las pruebas sustentado con evidencia de video nos puede otorgar más elementos para analizar el impacto de los objetos hacia los usuarios, esta es la aportación metodológica que se busca desarrollar y comprobar en la presente investigación. Con la incorporación de herramientas para medición de estímulos cerebrales se busca complementar el trabajo del diseñador, para potenciar los diseños concebidos.

8. Aportación al diseño y recomendaciones futuras

El presente trabajo puede sentar las bases para un elemento nuevo en el proceso de diseño, agregar un sistema que pueda validar las propuestas antes de producción y venta masiva puede ser de gran ayuda para el diseñador y productor. La propuesta se centró en el análisis de productos ya fabricados y en el mercado, sin embargo, se sugiere que esta práctica se lleve a cabo antes de su producción con lo que también es posible incorporar otras herramientas tecnológicas como los espacios virtuales o modelados en tercera dimensión.

Con lo anterior, el diseño se puede nutrir de distintas ramas del conocimiento para un mejor ejercicio, esta apertura se ha acelerado por las condiciones actuales que limitan la movilidad o utilización de ciertos espacios con un número controlado de personas. Se estableció también que la respuesta de los usuarios a ciertos productos depende mucho de sus antecedentes con colores, formas, olores y experiencias en general, por lo que una recomendación para continuar esta línea de investigación es que el universo de usuarios debe acotarse por región, país o localidad para que con este tipo de validaciones además de la conectividad actual sea posible analizar a más población de forma específica.

9. Referencias

- Aguilera R. (2013). *Identidad y diferenciación entre Método y Metodología*. Estudios Políticos, 9(28),81-103.[fecha de Consulta 6 de julio de 2020]. ISSN: 0185-1616. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=4264/426439549004>
- Alcaide, J. Diego, J. Artacho, M. (2004). *Diseño de producto: Métodos y técnicas*. México: Alfaomega.
- Bromston, D. (2011). *Bases del diseño de producto, Lenguaje visual*. Barcelona, España: Parramón Diseño.
- Carter, R. (2002). *El nuevo mapa del cerebro*. España: Integral.
- Castellanos, P. (1997). *Electrofisiología humana. Un enfoque para ingenieros*. México: UAM Iztapalapa.
- Convard (6 de abril 2020). *Toyota evaluates vehicle ergonomics utilizing VR and Unreal Engine*. Unrealengine. Recuperado de: <https://www.unrealengine.com/en-US/spotlights/toyota-evaluates-vehicle-ergonomics-utilizing-vr-and-unreal-engine>
- Conway B., Stoughton C. (2008, agosto, 26). *Neural basis for unique hues*. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960982208007392>
- Dávalos T. (2016). *¿Son tus tuits positivos o negativos?* Aguascalientes, México.: Cienciamx noticias. Recuperado de: <http://www.cienciamx.com/index.php/tecnologia/tic/9995-son-tus-tuits-positivos-o-negativos>
- De la Fuente, R., Álvarez, F. (1999). *Biología de la mente*. México: Fondo de cultura económica.
- Demir, E. (2008) *The field of design and emotion: concepts, arguments, tools, and current issues*. Turquía. Middle East Technical University. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/26519470_The_field_of_design_and_emotion_Concepts_arguments_tools_and_current_issues

- Desmet, P. Hekkert, P. (2007). *Framework of product experience*. Delft, The Netherlands. Delft University of Technology. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/235700959_Framework_of_Product_Experience
- Díaz, J.L., (2009). *Mente, cerebro y memoria*. México Recuperado de: <http://www.joseluisdiaz.org/wp-content/uploads/2011/03/mente-cerebro-y-memoria.pdf>
- EMOTIV (21 de febrero de 2018). *The Intuitive Car Finder – Volkswagen and Schachzug [Mensaje de Blog]*. Recuperado de: <https://www.emotiv.com/blog/intuitive-car-finder-volkswagen-schachzug/>
- Fernández E., Jiménez M., (2010). *Psicología de la emoción*. España: Editorial Universitaria Ramón Areces.
- Ferreirós P. (2018). *Cómo usar el Neuromarketing para medir las emociones de nuestros clientes*. PuroMarketing. Recuperado de: <https://www.puromarketing.com/44/29701/como-usar-neuromarketing-para-medir-emociones-nuestros-clientes.html>
- Gaja, M. (2017). *¿Qué aporta la neurociencia al mundo del aprendizaje?* Instituto Superior de Estudios Psicológicos. Recuperado de: <https://www.isep.com/mx/actualidad-neurociencias/que-aporta-la-neurociencia-al-mundo-del-aprendizaje/>
- García, G. (2018, abril, 19). *Así van las ventas de autos en México en el primer trimestre del 2018*. Recuperado de: <https://www.motorpasion.com.mx/industria/asi-van-las-ventas-de-autos-en-mexico-al-primer-trimestre-de-2018>
- Gluck, M. A., Mercado, E., Myers C.E. (2009). *Aprendizaje y Memoria. Del cerebro al comportamiento*. México: Editorial McGraw-Hill. Recuperado de: https://www.academia.edu/11981164/Aprendizaje_y_Memoria_Del_Cerebro_al_Compportamiento_-_Mark_A._Gluck_.Eduardo_Mercado_.Catherine_E._Myers
- Hernandez, O. (2011). *Elementos básicos de neurofisiología*. México: Trillas.
- Instituto CSA Research y Citroën. (2016). *Our lives inside our cars*. Recuperado de:

http://media.citroen.es/file/11/4/etude-csa-research.pdf?_ga=1.172998947.1642296848.1479817675

Instituto Nacional del Cáncer (NCI) EUA (2021). *Diccionario de cáncer*. Recuperado de:

<https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionario/def/electroencefalograma>

Instituto Nacional del Cáncer (NCI) EUA (2021). *Diccionario de cáncer*. Recuperado de:

<https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/respuesta-galvanica-de-la-piel>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) Mex. (2020). *Registro administrativo de*

la industria automotriz de vehículos ligeros. México. Recuperado de:

<https://www.inegi.org.mx/datosprimarios/iavl/>

Instituto Nacional de la Salud infantil y Desarrollo Humano Eunice Kennedy Shriver (NICHD)

EUA (2021). *Sobre la neurociencia*. Recuperado de:

<https://espanol.nichd.nih.gov/salud/temas/neuro/informacion>

Juste M. (2016). *Tecnología para medir emociones*. España.: Expansión, economía digital.

Recuperado de: <https://www.expansion.com/economia-digital/innovacion/2016/01/21/569f8e8822601dfa2e8b4683.html>

Klaric, J. (2013, noviembre, 8) *Ponencia Estamos Ciegos*. Recuperado de:

<https://www.youtube.com/watch?v=rM-4lBpoFag>

Löbach, B. (1981). *Diseño industrial Bases para la configuración de los productos industriales*.

Barcelona, España: Gustavo Gil.

Magro, O. (2018, julio, 27). *Francia - junio 2018: Fiat se hace un hueco en la parte alta*.

Recuperado de <https://www.motor.es/noticias/ventas-coches-2018-francia-junio-201848703.html>

Martin, B. Hanintong B. (2012). *Universal methods of design: 100 ways to research complex problems, develop innovative ideas, and design effective solutions*. Rockport Publishers

Milton, A. (2013). *Métodos de investigación para el diseño de producto*. España: Blume.

Ramón F., Mansilla A., Rivera A. *Neurofisiología para estudiantes de medicina*. México.

UNAM. Recuperado de: <http://www.facmed.unam.mx/Libro-NeuroFisio/>

Robert, J. (2001). *Entendamos nuestro cerebro*. España: Fondo de cultura económica.

Rodríguez, G. (1982). *Manual de diseño industrial: Curso básico*. México: Gustavo Gili.

Rodríguez A., Pérez, A. (2017). Métodos científicos de indagación y de construcción del

conocimiento. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, (82),1-26.[fecha de Consulta 14 de Agosto de 2021]. ISSN: 0120-8160. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=20652069006>

Shimamura, A., Palmer, S. (2002). *Aesthetic science*. Reino Unido: Oxford.

Tejeiro, J. (2005). *Electroencefalografía clínica básica*. Recuperado de:

<http://www.viguera.com/es/libros/44-electroencefalografia-clinica-basica.html>

THE HUFFINGTON POST (23 de marzo de 2017). *Por culpa del tráfico... ¿Cuánto pasan los*

mexicanos tras un volante? Excélsior. Recuperado de:

<https://www.excelsior.com.mx/comunidad/2017/03/23/1153771>

10. Bibliografía

Jacques-Michel R. (2001). *Entendamos nuestro cerebro*. Fondo de cultura económica.

Izuzquiza, I. (2003). *Filosofía del presente*. Alianza ensayo.

Mallgrave, H. (2010). *Architect's Brain: Neuroscience, Creativity, and Architecture*. Wiley

Blackwell.

Correa, A. (2018). *Neuroergonomía: una ciencia sobre el cerebro y la comodidad*. Universidad

de Granada.

Forero, A., Ospina, D. (2013). El diseño de experiencias. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 15(

),78-83.[fecha de Consulta 26 de Agosto de 2020]. ISSN: 1657-0308. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=125130521009>.

Pérez, M., Peña, S., Álvarez, M., (2016). ¿Cómo el diseño puede utilizar las neurociencias?.

Arquitectura y Urbanismo, XXXVII(2),83-87.[fecha de Consulta 5 de Febrero de 2019].

ISSN: 0258-591X. Disponible en:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=376846860007>.

11. Anexos

Glosario de términos

- Tropicalización: Adecuación de un objeto al país o región donde se venderá.
- Marketing: Mercadotecnia, son todas aquellas estrategias y acciones que ayudan a las empresas a conseguir sus objetivos, a que mejoren sus ventas y beneficios y se vea incrementada su percepción de marca.
- Neuromarketing: Consiste en la aplicación de las técnicas de investigación de las neurociencias a la investigación de marketing tradicional. A través de técnicas de medición de la actividad cerebral (como el EGG o la fMRI), las “respuestas” de los entrevistados a distintos estímulos.
- Proxémica: Disciplina que estudia la relación espacial entre personas como manifestación social y significativa.
- Neurofisiología: Es la rama de la fisiología que estudia el sistema nervioso.
- Neurociencia: Es el conjunto de disciplinas científicas que estudian el sistema nervioso, con el fin de acercarse a la comprensión de los mecanismos que regulan el control de las reacciones nerviosas y del comportamiento del cerebro.