

03-037

NEURODESIGN: A PROPOSAL FOR ITS DEVELOPMENT FROM COGNITIVE NEUROSCIENCE

Recio Rubio, Lucia ⁽¹⁾; Aguayo González, Francisco ⁽¹⁾; García De Vinuesa, Ana de Las Heras ⁽¹⁾; Córdoba Roldán, Antonio ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Escuela Politécnica Superior. Universidad de Sevilla

This paper presents a review of the existing “state of the art” in the line of research of methodological development in the processes of neurodesign of products, it is intended to show the different approaches used in the study of emotional design in conjunction with neuroscience. This study is based on two main approaches, comparing the perspective of the different cognitive architectures and their projection in the design and development of industrial products, with the experimental approach of neurobiological architectures and their use in neurodesign. This research allows us to bring the design of products closer to the use experience, understanding the importance of incorporating user emotions as an essential parameter or factor in the product design and development process. The purpose of the study is to illustrate the possibility of a union between the two classical approaches, seeking to achieve a new integrated methodology that proposes a neuro-cognitive approach.

Keywords: neurodesign; neuroscience; cognition; cognitive architecture

NEURODISEÑO: UNA PROPUESTA PARA SU DESARROLLO DESDE LA NEUROCIENCIA COGNITIVA

Este artículo presenta una revisión del estado del arte existente en la línea de investigación de desarrollo metodológico de procesos de neurodiseño de productos, se pretende mostrar los diferentes enfoques con los que se aborda el estudio del diseño emocional en unión con la neurociencia. Este estudio parte de dos enfoques principales, comparando la perspectiva de las diferentes arquitecturas cognitivas y su proyección en el diseño y desarrollo de productos industriales, con el enfoque experimental de las arquitecturas neurobiológicas y su uso en el neurodiseño. Esta investigación permite acercar el diseño de productos a la experiencia de uso, entendiendo la importancia de incorporar las emociones de los usuarios como parámetro o factor esencial en el proceso de diseño y desarrollo de productos. La finalidad del estudio es ilustrar la posibilidad de una unión entre los dos enfoques clásicos, buscando conseguir una nueva metodología integrada que proponga un enfoque neuro-cognitivo.

Palabras clave: neurodiseño; neurociencia; cognición; arquitectura cognitiva;

Correspondencia: Ana de las Heras García De Vinuesa anahgv@gmail.com



©2020 by the authors. Licensee AEIPRO, Spain. This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

1. Introducción

La neurociencia es un campo de conocimiento que lleva mucho tiempo presente en la historia, su propósito principal es el de estudiar y comprender el sistema nervioso del ser humano. Analiza los fundamentos neurobiológicos de las sensaciones, pensamientos y emociones entre otros aspectos de los humanos, como la creatividad, la inteligencia o la conducta social (Redolar, 2014).

Generalmente ha sido usada como apoyo a la psicología y a los estudios clínicos para así desentrañar el complejo funcionamiento mental de las personas, teniendo como eje central de las investigaciones explicar cómo la actividad del cerebro está relacionada con la psiquis y el comportamiento humano, creando así un nuevo enfoque para entender la conducta de los seres humanos y dando una explicación a cómo aprende y cómo almacena información nuestro cerebro y cuáles son los procesos que facilitan dicho aprendizaje (Chrysikou, 2015).

Resulta de interés llegar a un entendimiento sobre cómo funciona el cerebro, o al menos cuáles son sus principales procesos neurofisiológicos en el cumplimiento o realización de tareas concretas, lo que permitirá conocer la relación existente entre un estímulo o conjunto de estímulos y la reacción a nivel neuronal que provoca en el ser humano.

A la luz de los avances tecnológicos y científicos relacionados con la neurociencia, hubo otros campos de conocimientos que se interesaron por las posibles mejoras que esta ciencia de la mente les podía aportar, entre ellos el diseño industrial, surgió así una nueva disciplina de diseño en el que se toma como requerimiento principal la emoción que se quiere provocar en los usuarios, de manera que se genere el producto o servicio entorno a ese sentimiento. Esta disciplina se conoce como Neurodiseño.

El objetivo de este artículo es el de realizar una revisión bibliográfica de los conocimientos existentes actuales relacionados con el concepto de neurodiseño, pudiendo así obtener una definición concreta y fundamentada en publicaciones científicas de esta nueva forma de diseño. De este modo se pretende aportar una contextualización lo más completa posible de los avances que han ido sucediéndose en este campo, generando así un estado del arte sobre el desarrollo metodológico de procesos de neurodiseño de productos y la importancia que tiene en estos procesos la experiencia de uso y la incorporación de las emociones de los usuarios como parámetro o factor esencial en el proceso de diseño y desarrollo de productos.

Así mismo, se llevará a cabo una aproximación a las dos grandes ramas de estudio, experimentación y medición existentes para la realización de proyectos de neurodiseño. Se presentará tanto el enfoque neurobiológico a través de las técnicas neurocientíficas y su aplicación a la evaluación de las emociones, como en enfoque psicológico o cognitivo a través de la comprensión de los constructos de la mente. De esta manera se intentará realizar una recopilación de las mejores formas de evaluación y medición de las emociones humanas, con el fin de que los lectores puedan tener una comparativa de las técnicas disponibles en la actualidad para realizar proyectos de neurodiseño y sean capaces de decidir qué técnica se adapta mejor a las necesidades del proyecto concreto.

2. Psicofisiología cognitiva

En primer lugar, es necesario familiarizarse con los procesos cognitivos que sufren los seres humanos en el cerebro, para comprender la manera en la que los estímulos externos a los que están sometidos llegan al cerebro y son procesados internamente.

Para ello se estudiarán los tres parámetros influyentes en la anatomía de la cognición (Carretié, 2011):

Emoción: Es un fenómeno mental omnipresente que puede manifestarse de diversas maneras, puede tratarse de una reacción puntual a un evento, así como cambios más duraderos o como un estado de ánimo que se prolongue durante horas o días. Incluso cuando estamos durmiendo experimentamos algún tipo de emoción, por débil que sea, no hay un solo momento del día en el que no esté presente.

Atención: Una de las características de la mente es que no puede ocuparse de muchos eventos a la vez, salvo que puedan procesarse de manera automática. Lo que significa que se podrían realizar acciones que tenga automatizadas mientras que se escucha una conversación, pero sin embargo no se podrían escuchar dos conversaciones a la vez.

Aquellas tareas o procesos que se tienen automatizados activan menos recursos cerebrales, por lo que, si pueden simultanearse, mientras que los procesos que necesitan ser controlados (como atender a una conversación) implican al cerebro en mayor medida, es decir, involucran más recursos cerebrales. Es posible que en la realización de alguna tarea de importancia se saturen los recursos cerebrales de los que se disponen y sea necesaria la desactivación de todos los demás eventos.

La atención se divide generalmente en los estudios en dos tipos, la atención exógena o abajo-arriba (bottom-up) y la atención endógena o arriba-abajo (up-down).

- Atención exógena: Es un proceso guiado extrínsecamente, es decir, no se lleva a cabo de manera voluntaria, sino que está provocado por ciertos estímulos.

Este tipo de atención es de vital importancia para que el ser humano pueda adaptarse y sobrevivir en el medio, es la que le da la capacidad de poder interrumpir la tarea a la que está atendiendo para así dirigir la atención a los estímulos que le rodean.

- Atención endógena: Este tipo de atención es la que se da cuando se decide prestar atención conscientemente a un estímulo, como puede ser cualquier señalización de tráfico. En este caso se seleccionan unos estímulos frente a otros en función de determinados atributos estimulares.

Memoria: Amplio conjunto de procesos que se relacionan con el almacenamiento de información en el cerebro. La clasificación más básica divide la memoria en memoria a corto plazo (o memoria de trabajo) y memoria a largo plazo.

- Memoria de trabajo: Cuando se habla de memoria de trabajo se refiere a algo que se almacenará temporalmente pero que requiere un mantenimiento activo de la información archivada durante un corto periodo de tiempo. Esta información posteriormente podría pasar o no a la memoria a largo plazo. Este tipo de memoria puede operar tanto con información verbal o sensorial.
- Memoria a largo plazo: Es la que nos permite almacenar información durante años sin necesidad de mantenerla activa.

Se puede hacer una subdivisión de esta memoria en dos tipos principalmente, la primera, la memoria explícita, que es la que está implicada con el recuerdo consciente de la información, y la segunda, la memoria implícita, que es la que interviene en un recuerdo no consciente o automático de la información.

3. Neurodiseño

Desde que se entendió el diseño como una disciplina de estudio y se empezó a registrar su actividad, este ha sufrido numerosos cambios, casi todos ellos debido a los cambios tecnológicos sufridos por sociedad. El diseño se ha servido de estas mejoras tecnológicas, o de la aparición de nuevos recursos para mejorar las técnicas y las herramientas

tradicionales de diseño, sustituyéndolas por las mejoras disponibles, generando así nuevas metodologías o procedimientos de diseño.

Este tipo de avances tecnológicos están íntimamente relacionados con ciertos aspectos del diseño, como son la presentación de los productos, el manejo de la información, la realización de ciertas tareas repetitivas relacionadas con el diseño, el proceso de desarrollo del concepto, etc., sin embargo, dejan al descubierto que existen aún gran cantidad de trabajo por realizar en las mejores de los procesos creativos o en la generación de ideas innovadoras a la hora de llegar a soluciones de problemas de diseño. Se puede decir que en las primeras fases del diseño aún nos encontramos con el factor humano es vital a la hora de generar ideas novedosas o creativas de diseño.

Se cree que, si los avances en el campo tecnológico han supuesto una mejora sustancial en los procesos de diseño de productos, los avances en el campo científico pueden aportar una nueva visión en los planteamientos teóricos y metodológicos de la disciplina del diseño, aportando mejoras en los procesos creativos y en acercar al diseñador a su usuario objetivo.

Debido a este planteamiento acerca de los avances científicos se centra el estudio en los avances en el campo neurocientífico, tal como se expuso en el apartado anterior, la neurociencia abre una puerta al conocimiento de la conducta del ser humano, así como a sus procesos cognitivos, posibilitando así una aproximación científica al ser humano desde un enfoque biológico.

La aplicación de las técnicas neurocientíficas en el ámbito del diseño industrial da la oportunidad de que se obtenga una información más realista y cercana al usuario, dado que los procesos de memoria, percepción y aprendizaje que tanto interesa conocer para el diseño de productos, se encuentran íntimamente relacionados con los procesos neuronales que son objeto de estudio mediante las técnicas neurocientíficas.

La posibilidad por tanto de poder acceder y conocer con mayor detalle estos procesos neuronales de los usuarios objetivos de los diseños es de vital importancia para comprender la manera en la que las personas reaccionan ante los productos, de manera que se pueda diseñar de acuerdo a la manera de entender y procesar la información de los usuarios.

De esta necesidad de conocer los procesos neuronales en el diseño, así como de los avances científicos surge la fusión entre la neurociencia y el diseño de producto, naciendo así el neurodiseño.

Esta nueva disciplina de diseño permite complementar el enfoque basado en planteamientos teóricos y metodológicos, en los que anteriormente se cimentaba el diseño de productos, con la posibilidad de comprender mejor la cognición y la conducta de los seres humanos, acercando así a los investigadores y científicos con los usuarios del diseño, que son finalmente el público objetivo de todos los diseños.

Una primera aproximación a la definición de neurodiseño sería el conceptualizarlo como el lugar en el que se encuentran o se enlazan el diseño de productos con las emociones de los usuarios, esto puede verse mejor en la siguiente relación:

$$[F+U+A]*E \quad (1)$$

F = Se corresponde con el producto o servicio que cumple una funcionalidad o finalidad, es decir, que soluciona un problema.

U = Cuando además de cumplir con su funcionalidad, el producto o servicio es fácil de usar, cómodo, intuitivo y seguro. Se considera como el prelude de la emoción.

A = Se trata de una estética cuidada y agradable que nos facilita desempeñar mejor las actividades relacionadas con el producto o servicio.

E = Representa que la toma final de decisiones por parte de los sujetos es inconsciente y emocional.

Otra posible definición es la ofrecida por Gallace, que considera que el neurodiseño es la aplicación de conocimientos, técnicas y métodos neurocientíficos en el diseño y desarrollo de productos en el campo de la investigación, la educación y la práctica profesional del diseño (Gallace, 2016)

Se podría decir que el neurodiseño se encuadra dentro de una práctica transhumanista que prima la satisfacción del usuario por encima de otras motivaciones como podrían ser las económicas, políticas, etc. Se entiende el transhumanismo como un movimiento internacional que centra sus esfuerzos en mejorar la condición humana a través del desarrollo de la tecnología, mejorando las capacidades de la población tanto a nivel físico, como intelectual o psicológico.

Por último, se establecen tres ámbitos de aplicación o actuación del neurodiseño, que son los siguientes (Herrera, 2012):

- Aplicación de conocimientos neurocientíficos que, a pesar de haber sido desarrollados con otra finalidad, son potencialmente útiles para mejorar la práctica en el ámbito del diseño.
- La utilización de métodos, técnicas y herramientas de investigación neurocientífica para el diseño, desarrollo y evaluación de productos y entornos.
- El diseño y desarrollo de nuevos productos y entornos a partir de la aplicación innovadora de dispositivos y herramientas desarrolladas con fundamentos neurocientíficos.

4. Técnicas biométricas para estudiar el neurodiseño

Las técnicas que se van a analizar, comenzaron a usarse fuera del ámbito neurocientífico en estudios de neuromarketing o neuroergonomía, este tipo de estudio se consideran los pioneros en tratar de implementar estas técnicas de registro fisiológico para tratar de comprender la motivación de los usuarios en los procesos de toma de decisiones. Se considera que este tipo de técnicas o estudios pueden ser extrapolables para otro tipo de entornos o proyectos, como pueden ser los estudios de neurodiseño.

Este tipo de técnicas fisiológicas por sí mismas solo serían unas medidas de registro, para darles la perspectiva necesaria se deben combinar con conceptos y teorías psicofisiológicas para poder evaluar los factores recogidos que afectan tanto a la salud como a los estados psico-afectivos. Por lo tanto, los elementos principales para la aplicación de estas técnicas al neurodiseño, son los registros fisiológicos y el contexto psicológico que se le dé para evaluar los resultados obtenidos de los registros.

En la actualidad para obtener estas respuestas psicofisiológicas a través de las técnicas de registro se sigue una secuencia de pasos que bastante estandarizada salvo por los aspectos propios de cada una de las técnicas, como son la forma de captación, el filtrado y tratamiento de la señal, el registro o el análisis de la misma, entre otras.

Figura 1: Secuencia de evaluación biométrica de emociones



Son numerosas las técnicas que se usan hoy en día y que tienen aplicación de interés en la psicofisiología, con ellas se pueden estudiar muchas señales distintas, desde potenciales evocados, potenciales relacionados con eventos discretos, respuesta galvánica de la piel, ondas cerebrales, ondas magnéticas, ritmo cardíaco y la variabilidad del mismo, hasta movimientos oculares, seguimiento de la mirada o cambios del diámetro de la pupila.

4.1 Electroencefalografía (EEG)

El motivo por el que se emplea más que otras técnicas es por su reducido coste frente a otras técnicas de obtención de imagen cerebral, y por tratarse de una técnica no invasiva.

El origen de la actividad eléctrica de las señales EEG se registra en el cuero cabelludo a través de las diferencias de potencial generadas, pero se origina en las corrientes eléctricas que provocan las neuronas activas. Estas señales quedan recogidas mediante unos electrodos situados en el cuero cabelludo del sujeto de estudio, que además están conectados a unos amplificadores de señal para poder evaluarla con mayor facilidad. De esta manera se es capaz de medir y estudiar la actividad cerebral por zonas.

Se trata de una señal con máxima resolución temporal, puesto que discrimina y sitúa en el tiempo, de forma adecuada, distintas respuestas cerebrales. Puede además proporcionar información espacial de baja resolución gracias al desarrollo de algoritmos matemáticos que son capaces de calcular qué áreas de la corteza cerebral originan la actividad registrada en el cuero cabelludo. Consiste en discriminar y situar de forma orientativa en el espacio las respuestas cerebrales.

Esta técnica tiene como inconveniente que existe una limitación espacial debido al número de electrodos que se pueden colocar en el usuario y al posicionamiento de los mismos. Como ventaja ofrece que se puede aplicar dicha técnica mientras el usuario está realizando la actividad de estudio, está interaccionando con el producto o esté ejecutando una tarea en el entorno.

Se ha demostrado que se puede encontrar una relación entre la actividad neuronal y las emociones, de manera que se puede relacionar la respuesta medida con esta técnica con la emoción que evoca en el usuario del diseño, radicando ahí la relevancia de este tipo de técnicas en el neurodiseño (Pedersen, 2012).

4.2 Oculometría / eyetracking

El principal objetivo de esta técnica es la medición de la respuesta de los usuarios antes un estímulo visual externo a través del seguimiento del movimiento que realizan los globos oculares. Mediante cámaras de alta velocidad se recoge tanto el movimiento de los globos oculares como el parpadeo del sujeto o la dilatación que sufre la pupila.

Con la información obtenida mediante el registro de la respuesta ocular del sujeto ante el estímulo se pueden conocer los recorridos visuales y así evidenciar en qué zonas del producto o del entorno se ha detenido durante mayor intervalo de tiempo, generando así lo que se conocen como mapas de puntos calientes.

La aplicación de esta técnica en los estudios o proyectos de neurodiseño, reside en que a través del eyetracking se pueden conocer cuáles son las zonas o los elementos que captan más la atención del usuario en los productos o entornos diseñados, de manera que se puedan comparar diferentes opciones de diseño entre sí y evaluar la respuesta del usuario o bien para saber qué zonas son las de mayor importancia en el diseño para mejorarlas (Smith y Newman, 2013).

4.3 Electromiografía (EMG)

Esta técnica se encarga de captar la diferencia de potencial que se genera durante la contracción de los músculos. Para obtener el registro de la respuesta existen dos métodos diferentes, o bien se puede usar un método invasivo en el que la diferencia de potencial se registra a través de agujas, o bien se puede captar con electrodos que se colocan superficialmente, es decir, se trata de un método no invasivo.

Existen pocos registros del uso de la electromiografía en el ámbito del neurodiseño, muy pocos autores han experimentado con esta técnica. Sin embargo, su uso sí que ha estado muy presente en los estudios de ergonomía desde hace mucho tiempo. A través de esta técnica era posible evaluar la carga muscular a la que estaban sometidos los usuarios durante la realización de una tarea concreta, y las posibles lesiones músculo-esqueléticas que podrían estar ligadas al desempeño de la actividad.

La principal aplicación de esta técnica de interés para los estudios de neurodiseño reside en el registro de las microexpresiones faciales a través de la electromiografía facial. Mediante la medición eléctrica de los músculos de la cara, principalmente el músculo superciliar y el cigomático se pueden encontrar conexiones con los estados emocionales del sujeto. A través de la relación entre las microexpresiones y las emociones asociadas se puede evaluar el estado psico-afectivo que le produce el producto o el entorno al usuario (Nagamachi, 2011).

4.4 Resonancia magnética funcional (fMRI)

Mediante la resonancia magnética se obtienen imágenes de la actividad cerebral a tiempo real durante la realización de una actividad concreta. La técnica establece que existe una relación entre un incremento de la cantidad de oxígeno en la sangre en una zona de análisis en el cerebro y un incremento de la actividad neuronal en dicha zona. Por lo tanto, la medición que se realiza con esta técnica es la cantidad de oxígeno en la sangre (BOLD, Blood Oxygenation Level Dependent) en una zona del cerebro que está siendo sometida a análisis.

El principal aspecto positivo de esta técnica es que permite realizar mediciones en las zonas internas del cerebro, a diferencia de la electroencefalografía (Nardi et al, 2008). El punto negativo es el alto coste de este tipo de procedimientos, esto hace que no sea una técnica muy extendida entre los estudios científicos de neurodiseño.

Mediante esta técnica se puede registrar la actividad subconsciente, lo que da una importante información para poder mejorar el mensaje publicitario que se quiere transmitir. El hecho de que estas técnicas hayan sido usadas con éxito en el ámbito del marketing sugiere la posibilidad de poder trabajar con ella en el ámbito del diseño, pudiendo ir más allá en el estudio neuronal (Ruanguttamanun, 2014).

4.5 Respuesta galvánica de la piel

Esta técnica se encarga de medir las continuas variaciones que sufre la piel en sus características eléctricas. La medición de este tipo de señal no tiene mucha dificultad, se trata de dos electrodos colocados en el segundo y tercer dedo de una mano. La variación de una corriente aplicada de bajo voltaje entre los dos electrodos se utiliza como medida de la actividad electrodérmica (EDA).

Estas variaciones en las características eléctricas de la piel pueden estar causadas por ejemplo por la variación en la sudoración del cuerpo humano, generando así cambios en la conductancia eléctrica. Es por esto por lo que la técnica es también conocida por el nombre de actividad electrodérmica o conductancia de la piel.

Esta técnica se sustenta con la teoría de que la resistencia de la piel varía con el estado de las glándulas sudoríparas de la piel, que están reguladas por el sistema nervioso autónomo.

Debido a la relación existente entre la conductancia de la piel y la respuesta del sistema nervioso simpático de los humanos, se puede hablar de una relación directa con la regulación del comportamiento emocional de las personas.

Tabla 1: Comparación entre las técnicas biométricas de evaluación emocional

Método/Técnica		Recursos específicos necesarios	Personal especializado	Cualitativo (QLY) / Cuantitativo (QNT)	Tipo de información
Neurociencia	EEG	Equipamiento de biofeedback (casco EEG)	Neurocientífico / Personal médico / Examinador	QNT	Relación entre el estímulo y la respuesta emocional
Biométrica	Eyetracking	Equipo Eyetracker	Examinador	QNT	Intensidad y tipo de estado emocional específico
Biométrica	EMG	Equipamiento de biofeedback	Personal médico / Examinador	QNT	Intensidad y tipo de estado emocional específico
Neurociencia	FRMI	Escáner de resonancia magnética	Neurocientífico / Personal médico / Examinador	QNT	Relación entre el estímulo y la respuesta emocional
Biométrica	Respuesta galvánica de la piel	Equipamiento de biofeedback	Personal médico / Examinador	QNT	Intensidad y tipo de estado emocional específico

5. Técnicas psicométricas para estudiar el neurodiseño

En este apartado se van a estudiar las técnicas que se enmarcan dentro del ámbito psicométrico, aquellas que miden atributos psicológicos de la mente humana. Estos atributos son rasgos que no se pueden medir ya que no son observables o cuantificables, pero que tienen una gran importancia a la hora de caracterizar la personalidad, la conducta o las decisiones de los usuarios.

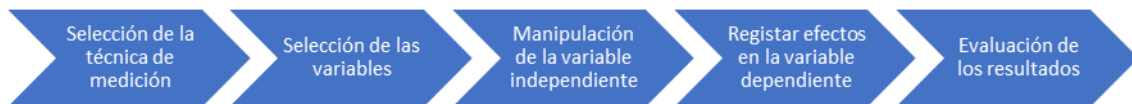
Al tratarse de atributos a los que no se puede acceder de mediciones directas y que se basan en conceptos teóricos, tienen que evaluarse con herramientas específicamente diseñadas para ello. A lo largo de los años se han desarrollado las técnicas clásicas de evaluación de los constructos psicológicos como son las escalas, los cuestionarios, los test, etc.

Para trabajar con este tipo de técnicas se recurre a lo que se conoce en psicología como situaciones experimentales, en las que se somete a los sujetos a ciertos estímulos o modificaciones de su entorno o de las condiciones que les rodean de manera que se provoque en ellos una respuesta a dicho estímulo que se pueda observar.

La reacción de los usuarios a estos estímulos durante la utilización de un producto o la realización de la tarea es lo que se obtiene como dato o resultado y es sobre el que se plantean el estudio y se obtienen las conclusiones del experimento.

El objetivo de las técnicas experimentales en el ámbito de la psicología es el tratar de describir, evaluar y explicar las variables que afectan al usuario de estudio y la relación que existe con el comportamiento del sujeto. Para ello se sigue un proceso de observación, manipulación, tratamiento y registro de dichas variables para evidenciar la relación existente con la toma de decisiones del sujeto y obtener conclusiones del estudio.

Figura 2: Secuencia de evaluación psicométrica de emociones



Dentro de los experimentos psicológicos se tratan de controlar todas las variables que puedan influir de una manera u otra en el estudio, para ello se debe diferenciar entre si se trata de variables que puedan manipularse o regularse (variables independientes) o si son variables que sufren los efectos de los cambios efectuados en otras variables (variables dependientes) u otro tipo de variables presentes. La razón por la que se realiza esta diferenciación es porque se busca obtener una relación entre las variables experimentales y los efectos que causan los cambios en dichas variables, tratando de aislarlas de otras variables extrañas o ajenas que no sean objeto de la investigación pero que están influyendo en la situación o en el sujeto (Ramírez, 2014). En base a esto, las variables se pueden dividir de la siguiente forma:

Variable independiente (VI): son aquellas variables que el diseñador del experimento puede manipular o controlar a su antojo, con la finalidad de investigar cuáles son los efectos que esos cambios produce en otras variables que se estén midiendo en el sujeto. En los estudios de neurodiseño estas variables independientes son los estímulos a los que se somete el usuario, es decir, el producto que es objeto de estudio.

Variable dependiente (VD): son aquellas variables que se miden o se observan para determinar si sufre variaciones significativas cuando se realizan cambios deliberados en la variable independiente. En los estudios de neurodiseño estas variables dependientes son las reacciones del usuario ante el producto, de qué manera se relaciona con él.

Variable extraña: todas aquellas variables que no son objeto de estudio pero que pueden tener alguna influencia sobre los resultados del estudio, que pueden afectar al sujeto.

A continuación, se van a exponer algunos de los métodos más utilizados para la medición de sensaciones en psicología. Se dividen en dos categorías principales, la de estimación de la magnitud y los métodos basados en categorías.

5.1 Estimación de magnitud

El objetivo de este método de medición es evaluar la relación existente entre dos o más variables por medio de la comparación entre ellas. Para realizar esta comparación es indispensable estimar la magnitud de dicha medida. Según Murillo, el proceso que debe llevarse a cabo inicia con la definición de un estímulo estándar al que se le asigna un valor numérico y se le denomina módulo, este valor representa la intensidad del estímulo. Los siguientes estímulos que se presenten serán evaluados por valores estimados de la relación de intensidad en comparación con el estímulo de referencia o estándar (Murillo, 2004).

Para establecer mejor la relación entre los estímulos de la que se ha hablado, se podría tomar como referencia la ley de la potencia de Stevens (Stevens, 1951). Dicha ley enuncia que la relación existente entre los estímulos y las sensaciones que estos causan varía en

función de un exponente, que toma su valor en función de la modalidad del atributo psíquico y de la magnitud del estímulo.

5.2 Escala de Likert

Este tipo de técnicas se encuadra dentro de los métodos basados en categorías. Se trata de una escala psicométrica que ha sido utilizada ampliamente en los cuestionarios y en las encuestas a los usuarios con fines de investigación.

En las escalas de Likert cuando se responde a una pregunta lo que se está haciendo es especificar el nivel de acuerdo o desacuerdo con la declaración realizada, ya sea a modo de pregunta o afirmación (Murillo, 2004).

Gracias a este tipo de escalas se les puede dar un valor numérico a las sensaciones o emociones que los productos generan sobre los usuarios, lo que facilita la evaluación de los atributos o estímulos de estudio.

5.3 Diferencial semántico

Esta técnica se desarrolló como un modelo de representación y medición de los estímulos y sus respuestas en los seres humanos. El objetivo principal de este método es medir el significado connotativo de los objetos a través de pares de términos opuestos. Se entiende como significado connotativo a lo que representa una idea de un objeto o la imagen mental de un objeto en lugar de lo que es ese objeto en sí mismo (Osgood et al, 1957).

La utilización de términos opuestos lo que hace es crear una pareja de términos con significados opuestos, uno positivo y otro negativo para definir la el producto que se está evaluando. Esta técnica es muy utilizada en la elicitación de términos para la Ingeniería Kansei que se verá un poco más adelante en este trabajo.

Una vez se tiene el término y su antónimo lo que se debe es cuantificar la distancia entre este par de términos, para ello se usa la escala Likert, mencionada en el apartado anterior, de manera que los términos supongan los dos extremos de la escala y se mida la opinión del sujeto en base a una escala de 5 o 7 grados. Se busca calificar el producto u objeto de diseño, así como la reacción que causa en el sujeto, la cual expresa la percepción que tiene del objeto a través de la valoración en la escala propuesta (Vergara et al, 2006).

El procedimiento a seguir con este tipo de análisis es el siguiente: en primer lugar, se presenta al sujeto el objeto de diseño o una representación del mismo, después se le pide que emita un juicio subjetivo del objeto a través de la escala propuesta en la que se pregunta acerca de los términos extremos. Esta respuesta del sujeto es la que sirve para calificar la percepción o la actitud del usuario respecto al producto.

Tabla 2: Comparación entre las técnicas psicométricas de evaluación emocional

Método/Técnica		Recursos específicos necesarios	Personal especializado	Cualitativo (QLY) / Cuantitativo (QNT)	Tipo de información
Medición verbal	Estimación de magnitud	Cuestionarios	Examinador / psicólogo	QNT	Intensidad de emoción
Medición verbal	Escala de Likert	Cuestionarios	Examinador / psicólogo	QLY	Intensidad de emoción
Medición verbal	Diferencial semántico	Cuestionarios	Examinador / psicólogo	QLY / QNT	Tipo de emoción

6. Ingeniería Kansei y diseño emocional

Para terminar este estudio referente al neurodiseño es necesario nombrar la metodología más usadas para encontrar la relación existente entre las emociones de los usuarios y su interpretación en el diseño, la Ingeniería Kansei.

Se trata de una metodología de proyectos nacida en Japón de la mano de Mitsuo Nagamachi en la Universidad de Hiroshima en los años 70. Esta técnica enfocada en el diseño emocional de productos centra la emoción del sujeto como eje principal para el proceso de diseño y la usabilidad de los productos. Si se hace referencia a las palabras del propio Nagamachi lo que busca la Ingeniería Kansei es un uso más allá de lo meramente eficiente, un producto que sea mucho más placentero y satisfactorio para el usuario (Nagamachi, 2011)

Para lograr los objetivos de esta metodología, se trata de escuchar las necesidades de los usuarios y obtener las necesidades emocionales que se deben satisfacer, para posteriormente a través de modelos de predicción matemáticos traducir dichas necesidades en atributos o características del producto a diseñar. Lo que se busca es ser capaces de predecir los sentimientos que experimentan los usuarios a partir de las propiedades integradas en el producto (Schütte, 2005)

La innovación que trajo esta técnica consigo al ámbito del diseño fue revolucionaria, dado que se introdujo la emoción que se quería producir en los usuarios como un requisito más a la hora de diseñar el producto. Con este enfoque inclusivo de las necesidades emocionales se han conseguido que los usuarios se sientan más identificados con ciertas marcas y que prioricen aquellas empresas con este tipo de diseños sobre sus competidoras. Según Nagamachi: cuando una empresa intenta tener beneficios le debe importar los sentimientos de sus clientes, porque estos antes de comprar tienen expectativas de lo que quieren (Nagamachi, 2011)

El término kansei se interpreta en la actualidad haciendo referencia o asimilándose a términos como son la sensibilidad, sensibilidad, sentimiento o emoción (Nagamachi, 1992). Por lo tanto, el proceso de la ingeniería kansei comenzaría por la fase de elicitación de los kanseis o de los sentimientos que se quieren generar en los usuarios que usen el producto y a través de los modelos matemáticos convertir dichas emociones en atributos que debe tener el objeto.

Con esta priorización de los sentimientos de los usuarios como requerimiento de diseño toma una nueva relevancia el término de diseño emocional. Parece que las emociones dictan gran parte de la vida cotidiana de las personas, ya que se suelen tomar decisiones basados en el estado emocional, ya sea felicidad, tristeza, irritación, molestia o frustración.

Se definen las emociones como un conjunto o un estado complejos de sentimientos que se manifiestan a través de cambios físicos y psicológicos. Dichos cambios pueden influir en el pensamiento y en el comportamiento de los usuarios, así como en la manera en la que estos interaccionan con los productos.

Teniendo esta perspectiva en mente, Norman introdujo el término “diseño emocional” con el objetivo de estudiar los problemas referentes al diseño y la emoción. Creó tres tipos distintos de diseños emocionales en función de los niveles de procesamiento de la información: diseño visceral, diseño conductual y diseño reflexivo. Todos ellos están relacionados y dependen el uno del otro, no son independientes (Norman, 2004)

El diseño emocional no solo estudia la conexión existente entre usuario y objeto, sino que también genera o evoca emociones positivas en los usuarios, generando así la creación de “lazos emocionales” entre las personas y los productos, lo que es un factor esencial a la hora de diseñar neuroproductos (Norman, 2004).

7. Conclusiones

La importancia de considerar las emociones como un requerimiento más a la hora de diseñar un producto reside, como ya se ha mencionado, en acercar los objetos diseñados a los usuarios, hacer que estos se sientan identificados en los diseños y que generen un vínculo que vaya más allá de la mera funcionalidad del producto.

Con este artículo lo que se buscaba era poner de manifiesto que existen actualmente numerosas formas de cuantificar o evaluar las emociones tanto a nivel psicológico como a nivel biológico, sin embargo, estas técnicas principalmente han sido usadas en ámbitos de experimentación neurocientífica sin estar ligados al diseño del producto.

Se pretende aportar con el estudio una manera comparativa de las técnicas existentes en ambos enfoques, y de las necesidades, tanto de personal especializado, como de equipamiento específico, para que los futuros diseñadores puedan elegir la metodología o la técnica de evaluación que mejor se adapte a el tipo de experimento que quieran realizar, así como a la información o resultados que quieran obtener.

Se puede observar tanto en la Tabla 1 como en la Tabla 2 de este artículo, que no todos los métodos existentes tienen el mismo nivel de dificultad, ni la misma precisión a la hora de analizar y comprender las emociones humanas, si por ejemplo comparásemos las dos técnicas categorizadas como métodos neurocientíficos en la Tabla 1, EEG y fMRI, podemos observar que aunque ambas captan la actividad cerebral, no lo hacen al mismo nivel de profundidad, por lo que en función de las necesidades del estudio a realizar habría que decidir entre una u otra para realizar correctamente el experimento. Este tipo de comparaciones se debe hacer en todos los proyectos de neurodiseño antes de la fase experimental, de manera que la técnica seleccionada sea la más adecuada.

Esto abre una etapa de experimentación de cara a encontrar la metodología o el conjunto de métodos que mejor se adapte al campo del diseño y que arroje los mejores resultados para el diseño emocional de productos. Para ello es necesario llevar a cabo estudios con las técnicas mencionadas para discernir la mejor manera de traducir la respuesta emocional de los usuarios en atributos físicos que deben estar presentes en los productos diseñados.

8. Referencias

- Redolar Ripoll, D. (2014). *Neurociencia cognitiva*. Editorial Panamericana. Madrid, España.
- Chrysiou, E. G. (2015). Creative states: A cognitive neuroscience approach to understanding and improving creativity in design. *Studying visual and spatial reasoning for design creativity*. 227-243. Springer, Dordrecht.
- Gallace, A. (2016). Neurodesign: A new frontier of packaging and product design. *Packaging Digest*, vol. 53, nº 1, pp.22-23.
- Herrera, M.A. (2012) El neurodiseño como una nueva práctica hacia el diseño científico. *Máster Universitario online en Diseño de Experiencia de Usuario*. <http://www.nosolousabilidad.com/articulos/neurodiseno.htm>
- Murillo, F.J. (2004). *Cuestionarios y escalas de actitudes*. [https://www.uam.es/personal_pdi/stmaria/jmurillo/Met_Inves_Avan/Materiales/Apuntes Instrumentos.pdf](https://www.uam.es/personal_pdi/stmaria/jmurillo/Met_Inves_Avan/Materiales/Apuntes%20Instrumentos.pdf)
- Stevens, S.S. (1951). *Handbook of Experimental Psychology*. S.I.: Nueva York: Wiley.
- Nagamachi, M. (2011). *Kansei/Affective Engineering*. S.I.: CRC Press.
- Schutte, S. & Sally Kernbach, N. (2005). The impact of service provider emotional intelligence on customer satisfaction, *Journal of Services Marketing*, 19 (7),438-444, <https://doi.org/10.1108/08876040510625945>
- Nagamachi, M. (1992). Kansei Engineering and its method. *Management System*. Vol. 2, nº 2, pp. 97-105.

- Norman, D.A. (2004). *Emotional design: Why we love (or hate) everyday things*.
- Carretié, L. (2011). *Anatomía de la mente*. Ediciones Pirámide. Madrid, España.
- Pedersen, S. (2012). Emotion Recognition in EEG. *Norwegian University of Science and Technology*. <https://daim.idi.ntnu.no/masteroppgaver/007/7564/masteroppgave.pdf>
- Smith, V. & Newman, R. (2013). *Eye Tracking of Recycle Codes on Packaging*. <http://andrewd.ces.clemson.edu/courses/cpsc412/fall13/teams/reports/group3.pdf>
- Nardi, B., Capecchi, I., Fabri, M., Polonara, G., Salvolini, U. Bellantuono, C. & Moltedo, A. (2008). Estudio mediante imagen funcional de resonancia magnética (fMRI) de las activaciones emotivas correlacionadas a la presentación de rostros extraños o del propio rostro en sujetos con personalidad inward y outward. *Revista chilena de neuropsiquiatría*. Vol. 46, nº3, pp. 168-181.
- Ruangtattanun, C. (2014). ScienceDirect Neuromarketing: I put myself into a fMRI scanner and realized that I love Louis Vuitton ads. *Procedia – Social and Behavioral Science*. Vol 148, pp. 211-218
- Ramírez, E. (2014). Estudios correlacionales. *Introducción a la psicología*. Universidad de Jaén
- Osgood, C.E., Suci, G.J. & Tannenbaum, P.H. (1957). *The measurement of meaning*.
- Vergara, M., Mondragón, S., Sancho Bru, J., Company, P. & Pérez González, A. (2006). Aplicación de la semántica de productos al diseño de herramientas manuales. Estudio piloto para la selección de semánticos en martillos. *X Congreso internacional de ingeniería de proyectos*.

Comunicación alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible

