

TESIS DOCTORAL



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

CONTRIBUCIÓN A LA EVALUACIÓN EMOCIONAL EN EL  
DISEÑO DE PRODUCTOS MEDIANTE LA INTEGRACIÓN DE  
TECNOLOGÍAS DE SEGUIMIENTO DE LA MIRADA (EYE-  
TRACKING), DIFERENCIALES SEMÁNTICOS Y  
POTENCIALES EVOCADOS (ERPs).

Presenta:

JUAN CARLOS ROJAS LÓPEZ

Directores:

DR. MANUEL CONTERO GONZÁLEZ

Y

DRA. MARGARITA VERGARA MONEDERO

Programa doctoral: Diseño, Fabricación y Gestión de Proyectos Industriales.  
Mayo, 2016



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

PLUS ULTRA

(Más Allá)

NON SUFFICIT ORBIS

(El mundo no es suficiente)

# AGRADECIMIENTOS

Es difícil expresar la importancia de cada una de las palabras que se plasman en los agradecimientos de una tesis doctoral. En el momento que terminas un doctorado, te das cuenta que muchas personas han intervenido para hacer de este tiempo, el mejor de tu vida. Intentaré resumir en unas cuantas líneas la gratitud, el respeto o el amor que siento por cada una de las personas que estuvieron presentes, para convertir esta etapa de mi vida en un sueño infinito.

Al doctor Manuel Contero, agradezco su confianza, apoyo, consejos, críticas y guía en esta etapa. Gracias por aceptarme como su estudiante y darme la oportunidad de trabajar a su lado. No pude tener mejor tutor para mi doctorado. A la doctora Margarita Vergara Monedero, quien me apoyó en mejorar cada detalle de esta tesis doctoral. Todo consejo fue apreciado en gran manera. A los dos dedico mi respeto.

A mi familia, mis padres: José Cirilo Rojas y María Gpe López; quienes han soportado la distancia y mi ausencia todos estos años. A mis hermanos: Ana, Lourdes, Génesis y Daniel; quienes han estado siempre enviándome su apoyo. A ellos dedico siempre mi amor.

A mis amigos más cercanos, que desde el principio estuvieron a mi lado para compartir todos estos años de doctorado: Karla Monroy, David Alcaraz, Francisco Orozco, Marco Boneti, Sergio Cortes, Ricardo Nuñez, Antonio Guillén y Daniel de Miguel. A mis compañeros de trabajo, que también son grandes amigos: Juan Luis Higuera, Manuel Calero, Javier Marín, Jose Manuel Ausín, Carmen Torrecilla, Jonnathan Rivera y Jaime Guixeres. Gracias a todos por hacer de Valencia, mi segunda casa y de España mi segunda patria.

También quiero considerar a todo aquel que ha tenido un contacto cercano conmigo durante todos estos años, ellos también merecen tener una mención en mis agradecimientos. Sin embargo, me es imposible nombrarlos a todos, pero sí puedo nombrar los países de los que provienen: Alemania, Colombia, España, Francia, Irlanda, Italia, México, Polonia, Portugal y Reino Unido. Gracias por compartir conmigo buenos momentos.

Finalmente, agradecer a las instituciones que hicieron posible mi realización profesional y mi soporte económico: Instituto LENI (Laboratorio Europeo de Neurotecnologías no Inmersivas), I2T2 (Instituto de innovación y Tráferencia de Tecnologías de Nuevo León) y CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología), mi gratitud por depositar su confianza en mí.

A todos, Gracias.



# RESUMEN

Uno de los grandes retos del diseño es crear productos o servicios que satisfagan las necesidades relacionadas con aspectos emocionales. Dentro del diseño, la <<emoción>> tiene un significado profundo e influyente en la manera en que nos relacionamos con los objetos. A pesar de la constante evolución de la práctica de diseñar productos, muchos métodos de evaluación utilizados aún no permiten asegurar si el diseño transmite ciertos factores estéticos o emocionales. Una emoción puede ser provocada por un estímulo que afecte nuestros sentidos, evocando toda una serie de funcionamientos cognitivos. Estos funcionamientos o procesos cognitivos pueden ser medidos por medio de herramientas tecnológicas, las cuales son capaces de cuantificar la potencia del estímulo y las variaciones de las señales fisiológicas. La neurociencia del consumidor es la que se encarga de crear la sinergia entre neuro-herramientas y conocimiento de áreas como mercadotecnia, diseño u otras.

El objetivo general de esta tesis es contribuir a la evaluación emocional del diseño de producto mediante las tres herramientas: diferenciales semánticos (DS), *Eye-tracking* (ET) y Potenciales relacionados con eventos (*Event-related Potential, ERP*). Estas herramientas miden subjetiva y objetivamente la percepción de un producto. Con ello, se busca contribuir al desempeño profesional de quienes diseñan y desarrollan productos para mejorar de manera holística la relación persona-objeto. Esta tesis utiliza los DS como parte de la transición entre métodos subjetivos a objetivos, utilizando palabras (adjetivos) para crear afinidad con las emociones evocadas por un producto. El ET nos permite seguir el comportamiento de la mirada, obteniendo una medición objetiva de la percepción y comportamiento del participante. Los ERP es una herramienta que se enfoca en cuantificar el proceso cognitivo que se necesita para relacionar dos conceptos semánticos por medio de la visualización. En conjunto estas tres herramientas validarán las aportaciones de las metodologías para evaluar la percepción estética, emocional y semántica de productos en cuatro experimentos de la tesis.

El primer experimento plantea evaluar objetivamente una comparación de un producto real frente una versión virtual del mismo. El producto elegido como estímulo es una botella de cerveza de una conocida marca. La versión virtual elegida corresponde a la calidad visual expuesta por la plataforma UNITY para entornos virtuales interactivos. Los dos estímulos se evaluaron por separado en condiciones de visualización descontextualizada por una misma muestra. El experimento plantea dos evaluaciones: (1) El uso de DS para cuantificar elementos subjetivos (estéticos y emocionales) de la comparativa de la botella real y virtual. (2) El uso de ET para cuantificar las diferencias de visualización entre la botella real y la virtual. Los resultados obtenidos de las dos herramientas exponen tres efectos: (1) Los DS muestran un 70% de similitud entre los dos estímulos. (2) Los DS muestran una diferencia en términos de calidad visual de los estímulos. (3) La medición de ET muestra un 66% de similitud de la mirada para los dos estímulos. Este experimento fue la base para entender la capacidad de unificar dos herramientas de medición y crear una metodología conjunta para comparar dos productos.

El segundo experimento realizado comparte la misma naturaleza de evaluación que el primer experimento. Se plantea evaluar objetivamente la percepción de un pavimento cerámico en diferentes contextos decorativos. Se generaron tres grupos de estímulos para ser evaluados por tres muestras respectivamente. Los estímulos generados contenían dos elementos: (1) Un escenario donde se presentaba el mismo pavimento cerámico con distintos tipos de decoraciones (*moderna, rústica o clásica*). (2) Una escala bipolar de adjetivos descriptivos. El experimento plantea dos evaluaciones: (1) El uso de DS para cuantificar la percepción del pavimento dentro de las decoraciones, con nueve escalas bipolares y tres escalas relacionadas con la decoración. (2) El uso de ET para encontrar diferencias de visualización entre estímulos sesgados por la valoración del escenario y género de los participantes. Los resultados encontrados para los DS muestran que el pavimento cerámico fue mejor valorado con

adjetivos relacionados al concepto de moderno dentro del escenario de decoración moderna. Los datos de ET exponen una diferente forma de mirar entre hombres y mujeres. Además, la atención invertida en el pavimento se correlaciona con ciertos adjetivos que eran acordes con la decoración utilizada. El primer y segundos experimento completó un proceso de adaptación entre DS y ET para evaluaciones estéticas y semánticas.

El tercer experimento realizado aborda el procesamiento de los datos de ET de distinta forma que en los primeros dos experimentos. Éste se enfoca en anticipar la preferencia o gusto por medio de la visión, contrastada con la valoración de los estímulos expuestos. El experimento evaluó dos muestras independientes de participantes (*niños y niñas*) para dos tipos de estímulos. Se generaron una serie de isotipos y juguetes con tres dimensiones estéticas. Este experimento se compone de dos partes: (1) usar una metodología de evaluación centrada en una distribución de estímulos con una composición particular (*ocho estímulos en una cuadrícula*) para una elección por visión. (2) Cada estímulo utilizado en la primera parte, se valoró por medio de una escala de gusto para determinar cuál era el más gustado. Los resultados encontrados describen dos aspectos del experimento: (1) La visión del participante anticipa una elección subconsciente hasta 1.5 segundos antes de la elección consciente de un producto. (2) La percepción de las dimensiones estéticas y su valoración fueron sesgadas por el género de los niños. Los resultados encontrados son evidencia de la potencia del ET como herramienta fundamental en prácticas de evaluación estética para cualquier tipo de muestra.

El último experimento plantea un análisis completo con las tres herramientas. La metodología se centra en la captura de los ERPs aplicados a envases de comida saludable (jamón cocido y pechuga de pavo). Este experimento posee un grado de complejidad mayor que los anteriores, al plantear una cuantificación del proceso cognitivo relacionado con la percepción semántica de un producto. El experimento plantea una comparación de adjetivos (*priming*) que describen positivamente o negativamente los envases (*target*). Para esta metodología se categorizaron dos grupos de dos parejas de *target* (*jamón cocido con pechuga de pavo y envase con una etiqueta de promoción o sin ella*). Para este experimento se utilizó una muestra que evaluó todos los empaques seleccionados frente a cada uno los adjetivos positivos y negativos elegidos. Simultáneamente, se hizo una captura de visión por medio del ET para cuantificar qué elementos gráficos fueron los más observados durante toda la experimentación.

Los resultados obtenidos describen varios aspectos. Para la medición de ET, se encontró que las principales zonas de interés observadas en los envases durante el contexto de la evaluación semántica (*adjetivos positivos o negativos*) fueron: la fotografía que muestra al producto, la información de atributos y la promoción que se añade al envase. Para la medición de ERPs se encontró que la carga semántica positiva era congruente con el envase del producto más saludable (*pechuga de pavo*) mientras que la carga semántica negativa era congruente con el envase de producto menos saludable (*jamón cocido*). Para los envases con la etiqueta de promoción se encontró que la carga semántica positiva era congruente con ellos, mientras que la carga negativa era congruente con los envases sin etiqueta de promoción. Los resultados obtenidos revelan un tipo de evaluación objetiva robusta para entender la percepción de un envase. Este experimento evidencia la relación de los conceptos (*adjetivos*) que giran en torno al carácter de un envase (*producto*).

Esta tesis deja una serie de contribuciones para seguir explorando la investigación del diseño junto con la neurociencia del consumidor. Aplicar herramientas y métodos mixtos (*objetivos y subjetivos*), deben contribuir y consolidar nuevas metodologías para reforzar el nuevo concepto de neurodiseño

# ABSTRACT

One of the biggest challenges in design is to create a product or service that satisfy needs related with emotional aspects. Inside of design discipline, <<emotion>> concept has a deep meaning and influence in the way to people relates with objects. In spite of the constant evolution in design practice, many assessment methods cannot be capable to ensure if design can evoke some aesthetic or emotional factors. An emotion can be induced by a stimulus that affects our human senses, evoking a series of cognitive functions. Those cognitive functions or process can be measured by technological tools, which are capable of quantifying the potency of stimulus and the variation in the physiological signal. The consumer neuroscience is the field to supports the synergy between neuro-tools and knowledge from design, marketing and other areas.

The main objective of this thesis is contribute to emotional assessments of design product through three tools: differential semantic (DS), Eye-tracking (ET) and Event-related potential (ERP). Those tools measured objectively and subjectively the product perception. Consequently, this thesis contributes the professional performance whom designs and develops products for improve a holistic relation. This thesis use the DS as part of transition between subjective to objective methods, using words (adjective) to create a relationship with emotions evoked by a product. The ET allows to track the vision behavior, obtaining an objective measure of perception and participant's behavior. The ERP is a tool to quantify the cognitive process needed to relate two semantic concepts through visualization. Together these three tools will evaluate the methodology contributions to measure aesthetic, emotional and semantic perception of products in four experiments developed by this thesis.

The first experiment proposes an objective evaluation to compare a real product with a virtual representation. A bottle of beer was selected as a stimulus. The virtual bottle was developed with a visual quality stated by UNITY software for interactive virtual environments. Both stimuli was evaluated separately with the same conditions by a single sample. This experiment proposes two assessments: (1) the DS intervention to quantify subjective elements (*aesthetic and emotional*) for real and virtual bottle comparison. (2) ET applying to quantified the differences with virtual and real bottle. The results obtained by the two tools exposes three effects: (1) DS indicated a 70% of similitude between them. (2) DS indicated a difference evoked by visual quality. (3) ET indicated a 66% of similitude in the vision behavior for the two stimuli. This experiment was the base to understand the capacity to unify two measurement tools and create a mixed methodology to compare two products.

The second experiment made shares the same assessment strategy with the first experiment. A ceramic flooring was select as a stimulus in different decorative contexts. Three different groups of stimuli was generated to be evaluated by three different samples. The stimulus was designed with two elements: (1) A scenario with the same ceramic flooring with different decoration style (*modern, rustic and classic*). (2) A bipolar semantic scale below the scenarios. This experiment proposes two assessments: (1) The DS intervention to quantify the perception of flooring inside the scenarios with nine bipolar scale and three scale related with decoration impression. (2) The ET measure to find visual differences between stimuli biased by scenario impression and participant gender. The findings for DS, indicated that ceramic flooring was better valued with adjectives related to the concept of "modern" inside of modern decoration. The findings for ET, exposed a significant difference in the way men and women visualize. Furthermore, the inverted attention on flooring correlates with specific adjectives related with decoration used. The first and second experiment completed a process of adaptation between DS and ET for aesthetic and semantic evaluations.

The third experiment made, takes a different approach for ET data process. This experiment focuses on preference prediction or liking, using vision tracking and assessment rank. This experiment used a two independent sample of participants (*children*) for two type of stimuli. A series of isotypes and toys was created with three aesthetic dimension. The experiment are composed by two phases: (1) apply an assessment methodology-centered in a particular stimuli arrangement (*eight stimuli in a grid*) to be selected by vision. (2) Each stimuli used in the first phase was evaluated by a liking scale to determine which was the more liked. The findings described two aspects for this experiment: (1) The participant vision predict a subconscious selection until 1.5 seconds before conscious choice was made. (2) The perception of aesthetic dimensions and the assessment rank was biased by children gender. The findings exposes ET as a fundamental tool in design and aesthetic assessment for any kind of sample.

The last experiment proposes a complete analysis with the three tools. The methodology focuses on capture the ERPs applied to healthy food packaging (*boiled ham and turkey breast*). This experiment possess a high degree of complexity to propose a quantification of cognitive process related with semantic product perception. The experiment uses the comparison of priming (*adjectives*) that describe positive or negative a target (*packaging*). A categorization was made into two groups of pairs of target (*ham and turkey and packaging with sticker promotion and not [with and without a promotion sticker]*). For this experiment, the sample evaluated all packaging using each positive or negative adjective. Simultaneously, a vision tracking was made using ET to quantify which graphic elements were the most observed during the experiment.

The findings describes several effects. For ET measure, the main areas of interest observed in the packaging during the semantic assessment (positive or negative adjective) were: the product photographic, the attribute information and the sticker promotion. For ERPs measure, the semantic positive effect was congruent with the healthiest packaging perceived (turkey breast) while the semantic negative effect was congruent with less healthy (boiled ham). For the packaging with sticker promotion, the semantic positive effect was congruent with them while the semantic negative effects was congruence with no sticker promotion. The results obtained reveals a robust objective assessment to understand the packaging perception. This experiment evidences the strong relation between concepts (adjectives) and packaging character (product).

This thesis leaves a number of contributions to keep exploring design research along with consumer neuroscience. Applying tools and mixed methods (objective and subjective) should contribute and consolidate new methodologies to strengthen the new concept of Neurodesign.

# RESUM

Un dels grans reptes del disseny és crear productes o serveis que satisfacen les necessitats relacionades amb aspectes emocionals. Dins del disseny, l'«emoció» té un significat profund i influent en la manera en què ens relacionem amb els objectes. Malgrat la constant evolució de la pràctica de dissenyar productes, molts mètodes d'avaluació utilitzats encara no permeten assegurar si el disseny transmet certs factors estètics o emocionals. Una emoció pot ser provocada per un estímul que afecte els nostres sentits, evocant tot un seguit de funcionaments cognitius. Aquests funcionaments o processos cognitius poden ser mesurats per mitjà d'eines tecnològiques, les quals són capaces de quantificar la potència de l'estímul i les variacions dels senyals fisiològics. La neurociència del consumidor és la que s'encarrega de crear la sinergia entre neuro-eines i coneixement d'àrees com el disseny, el màrqueting o unes altres.

L'objectiu general d'aquesta tesi és contribuir a l'avaluació emocional del disseny de producte mitjançant les tres eines: diferencials semàntics (DS), *Eye-tracking* (ET) i Potencials relacionats amb esdeveniments (*Event-related Potential, ERP*). Aquestes eines mesuren subjectiva i objectivament la percepció d'un producte. Amb açò, es pretén contribuir a l'acompliment professional dels qui dissenyen i desenvolupen productes per a millorar de manera holística la relació persona-objecte. Aquesta tesi utilitza els DS com a part de la transició entre mètodes subjectius a objectius, utilitzant paraules (*adjectius*) per a crear afinitat amb les emocions evocades per un producte. El ET ens permet seguir el comportament de la mirada, obtenint un mesurament objectiu de la percepció i comportament del participant. Els ERP és una eina que s'enfoca a quantificar el procés cognitiu que es necessita per a relacionar dos conceptes semàntics per mitjà de la visualització. En conjunt aquestes tres eines validaran les aportacions de les metodologies per a avaluar la percepció estètica, emocional i semàntica de productes en quatre experiments de la tesi.

El primer experiment planteja avaluar objectivament una comparació d'un producte real front una versió virtual del mateix. El producte triat com a estímul és una botella de cervesa d'una coneguda marca. La versió virtual triada correspon a la qualitat visual exposada per la plataforma UNITY per a entorns virtuals interactius. Els dos estímuls es van avaluar per separat en condicions de visualització descontextualitzada per una mateixa mostra. L'experiment planteja dues avaluacions: (1) L'ús de DS per a quantificar elements subjectius (*estètics i emocionals*) per a la comparativa de la botella real i virtual. (2) L'ús de ET per a quantificar les diferències de visualització entre la botella real i la virtual. Els resultats obtinguts de les dues eines exposen tres efectes: (1) Els DS mostren un 70% de similitud entre els dos estímuls. (2) Els DS mostren una diferència en termes de qualitat visual dels estímuls. (3) El mesurament de ET mostra un 66% de similitud de la mirada per als dos estímuls. Aquest experiment va ser la base per a entendre la capacitat d'unificar dues eines de mesurament i crear una metodologia conjunta per a comparar dos productes.

El segon experiment realitzat comparteix la mateixa naturalesa d'avaluació que el primer experiment. Es planteja avaluar objectivament la percepció d'un paviment ceràmic en diferents contextos decoratius. Es van generar tres grups d'estímuls per a ser avaluats per tres mostres respectivament. Els estímuls generats contenen dos elements: (1) Un escenari on es presentava el mateix paviment ceràmic amb diferents tipus de decoracions (*moderna, rústica o clàssica*). (2) Una escala bipolar d'adjectius descriptius. L'experiment planteja dues avaluacions: (1) L'ús de DS per a quantificar la percepció del paviment dins de les decoracions, amb nou escales bipolars i tres escales relacionades amb la decoració. (2) L'ús de ET per a trobar diferències de visualització entre estímuls esbiaixats per la valoració de

l'escenari i gènere dels participants. Els resultats oposats per als DS mostren que el paviment ceràmic va ser millor valorat amb adjectius relacionats al concepte de modern dins de l'escenari de decoració moderna. Les dades de ET exposen una diferent forma de mirar entre homes i dones. A més, l'atenció invertida en el paviment es correlaciona amb certs adjectius que eren concordades amb la decoració utilitzada. El primer i segons experiment va completar un procés d'adaptació entre DS i ET per a avaluacions estètiques i semàntiques.

El tercer experiment realitzat aborda el processament de les dades de ET de diferent forma que en els primers dos experiments. Aquest s'enfoca a anticipar la preferència o gust per mitjà de la visió, contrastada amb la valoració dels estímuls exposats. L'experiment va avaluar dues mostres independents de participants (*xiquets i xiquetes*) per a dos tipus d'estímuls. Es van generar una sèrie de isotipus i joguines amb tres dimensions estètiques. Aquest experiment es compon de dues parts: (1) utilitzar una metodologia d'avaluació centrada en una distribució d'estímuls amb una composició particular (*vuit estímuls en una quadrícula*) per a una elecció per visió. (2) Cada estímulo utilitzat en la primera part, es va valorar per mitjà d'una escala de gust per a determinar quin era el més agradat. Els resultats oposats descriuen dos aspectes de l'experiment: (1) La visió del participant anticipa una elecció subconscient fins a 1.5 segons abans de l'elecció conscient d'un producte. (2) La percepció de les dimensions estètiques i la seua valoració van ser esbiaixades pel gènere dels xiquets. Els resultats oposats són evidència de la potència del ET com a eina fonamental en pràctiques d'avaluació estètica per a qualsevol tipus de mostra.

L'últim experiment planteja una anàlisi completa amb les tres eines. La metodologia se centra en la captura dels ERPs aplicats a envasos de menjar saludable (*pernil cuit i pit de pollastre*). Aquest experiment posseeix un grau de complexitat major que els anteriors, en plantejar una quantificació del procés cognitiu relacionat amb la percepció semàntica d'un producte. L'experiment planteja una comparació d'adjectius (*priming*) que descriuen positiva o negativament els envasos (*target*). Per a aquesta metodologia es van categoritzar dos grups de dues parelles de *target* (pernil cuit amb pit de pollastre i envàs amb una etiqueta de promoció o sense ella). Per a aquest experiment es va utilitzar una mostra que va avaluar tots els empaquetatges seleccionats enfront de cadascun dels adjectius positius i negatius triats. Simultàniament, es va fer una captura de visió per mitjà del ET per a quantificar què elements gràfics van ser els més observats durant tota l'experimentació.

Els resultats obtinguts descriuen diversos aspectes. Per al mesurament de ET, es va trobar que les principals zones d'interès observades en els envasos durant el context de l'avaluació semàntica (*adjectius positius o negatius*) van ser: la fotografia que mostra el producte, la informació d'atributs i la promoció que s'afegia a l'envàs. Per al mesurament de ERPs es va trobar que la càrrega semàntica positiva era congruent amb l'envàs del producte més saludable (*pit de pollastre*) mentre que la càrrega semàntica negativa era congruent amb l'envàs de producte menys saludable (*pernil cuit*). Per als envasos amb l'etiqueta de promoció es va trobar que la càrrega semàntica positiva era congruent amb ells, mentre que la càrrega negativa era congruent amb els envasos sense etiqueta de promoció. Els resultats obtinguts revelen un tipus d'avaluació objectiva robusta per a entendre la percepció d'un envàs. Aquest experiment evidencia la relació dels conceptes (*adjectius*) que giren entorn del caràcter d'un envàs (*producte*).

Aquesta tesi deixa una sèrie de contribucions per a seguir explorant la recerca del disseny juntament amb la neurociència del consumidor. Aplicar eines i mètodes mixts (*objectius i subjectius*), han de contribuir i consolidar noves metodologies per a reforçar el nou concepte de neurodisseny.

# NOMENCLATURAS

	<b>Inglés</b>	<b>Castellano</b>
2D	Two-Dimensional	Dos Dimensiones
3D	Three-Dimensional	Tres Dimensiones
AOI	Areas of Interest	Áreas de Interés
DS	Differential Semantic	Diferencial Semántico
EEG	Electroencephalography	Electroencefalografía
ERP	Event-Related Potential	Potenciales Relacionado con Eventos
ET	Eye-tracking	Seguimiento de la Mirada
fMRI	Funcional Magnetic Resonance Imaging	Imagen por Resonancia Magnética Funcional
GSR	Galvanic Skin Response	Respuesta Galvánica de la Piel
MEG	Magnetoencephalography	Magnetoencefalografía
NPD	New Product Development	Desarrollo de Nuevo Producto
SC	Semantic Scales	Escalas Semánticas
RP	Response Priming	Respuesta del Priming (estímulo)
VR	Virtual Reality	Realidad Virtual



# PUBLICACIONES RELACIONADAS

Los siguientes artículos se han publicado (o se encuentran actualmente en revisión) como resultado de esta investigación doctoral.

## Publicaciones en Revistas.

Rojas, JC., Contero, M., Bartomeu, N., Guixeres, J., (2015). Using Combined Bipolar Semantic Scales and Eye Tracking Metrics to Compare Consumer Perception of Real and Virtual Bottles. *Packaging Technology and Science*, 28: 1047-1056, DOI: 10.1002/pts.2178. (JCR 2015, Q2)

## Actas de Congresos.

- Rojas-López, JC., Contero, M., Guixeres, J., Hincapié, M., 2014. Evaluating Product Perception Using Eye-Tracking and Semantic Scales: Comparing Real and Virtual Representations. *Proceedings of the Colors of Care: The 9th International Conference on Design & Emotion (DE2014)*, ISBN: 978-958-774-070-7. (categoría A, índice CORE)
- Colomer, A., Naranjo, V., Guixeres, J., Rojas, JC., Coret, J., Alcañiz, M., 2015. Brain Activity Quantification for Sport Audiovisual Content Visualization Using EEG. *Proceedings of the International Conference on Bio-inspired Systems and Signal Processing (BIOSIGNALS 2015)*, ISBN: 978-989-758-069-7.
- Rojas, JC., Contero, M., Bartomeu, N., Guixeres, J., 2015. Using Combined Bipolar Semantic Scales and Eye Tracking Metrics to Compare Consumer Perception of Real and Virtual Bottles. *Proceeding of 27<sup>th</sup> IAPRI Symposium on Packaging (IAPRI2015)*. (*Presentado previamente en Packaging and Science*) (categoría A, índice CORE)
- Rojas, JC., Contero, M., Camba, JD., Castellanos, MC., García-González, E., Gil-Macián, S., 2015. Design Perception: Combining Semantic Priming With Eye Tracking and Event-Related Potential (ERP) Techniques to Identify Salient Product Visual Attributes. *Proceeding of the ASME 2015 International Mechanical Engineering Congress and Exposition (IMECE2015)*, ISBN: 978-0-7918-5754-0. (categoría A, índice CORE)
- Agost, MJ., Rojas, JC., Contero, M., Vergara, M., 2016. The Influence of Decoration Styles in subjective Impressions. A Case Study about Ceramic Flooring. *Proceedings of the Celebration and Contemplation: The 10th International Conference on Design & Emotion (DE2016)*, ISBN: 978-958-774-070-X. (categoría A, índice CORE)



# ÍNDICE

ÍNDICE .....	17
ÍNDICE DE FIGURAS .....	23
ÍNDICE DE TABLAS.....	27

## Capítulo 1: Contribución de la tesis.

1.1 Estructura de la tesis doctoral. ....	31
1.2 De la práctica a la investigación: enfoque metodológico. ....	32
1.3 Neuro-evaluar para entender la percepción subjetiva y objetiva. ....	38
1.4 Objetivo general.....	39
1.5 Objetivos específicos. ....	39

## Capítulo 2: Introducción al estado del arte.

2.1 Diseño y Ciencia: igualdad o complemento entre disciplinas. ....	41
2.1.1 En Ciencia: Interacción entre las disciplinas.....	42
2.1.2 En Diseño: La evolución contemporánea del desarrollo de productos. ....	44
2.1.3 En Ciencia: La investigación en el diseño. ....	46
2.1.4 En Diseño: Del diseño efectivo al diseño emocional para medir las reacciones de los usuarios. ....	47
2.1.5 Diferenciales semánticos.....	52
2.2 Conclusiones sobre diseño y ciencia.....	54

## Capítulo 3: Neurociencias aplicadas.

3.1 Contribuciones de la neurociencia: ¿cómo se mide el comportamiento del usuario/consumidor? .....	55
3.1.1 La base neurocientífica de la neurociencia del consumidor.....	56
3.2 La tendencia de las neurociencias en los últimos años.....	60
3.3 Los sistemas actuales usados en la neurociencia del consumidor. ....	61
3.4 Conclusiones de neurociencias aplicadas.....	62

## Capítulo 4: Seguimiento de la mirada.

4.1 Seguimiento de la mirada: un método para entender al usuario.....	65
4.1.1 ¿Qué es el seguimiento de la mirada? .....	65
4.2 Eye-tracking: un sistema para capturar la visión. ....	70
4.2.1 Los sistemas actuales del seguimiento de la mirada.....	70
4.2.2 Los parámetros de medida de la mirada.....	73
4.3 Conclusiones de seguimiento de la mirada.....	75

## Capítulo 5: Electroencefalografía y potenciales evocados.

5.1 Electroencefalografía y Potenciales evocados: herramientas para entender al consumidor. ....	77
5.1.1 Evolución del EEG para los potenciales evocados.....	77
5.1.2 Sistemas de EEG.....	79
5.1.3 ¿Qué es el potencial evocado? .....	81
5.2 Potenciales evocados: componentes de P300 y N400.....	82
5.2.1 El componente P300 para la percepción.....	83
5.2.2 El componente N400 para la percepción.....	84
5.3 Conclusiones de potenciales evocados.....	87

## Capítulo 6: Experimentación.

6.1 Comparación de la percepción de representaciones reales y virtuales del producto usando seguimiento de la mirada y diferenciales semánticos.....	91
6.1.1 Revisión de trabajos previos.....	92
6.1.2 Estímulos utilizados.....	93
6.1.3 Muestra y equipos utilizados.....	93
6.1.4 Procedimiento de la experimentación.....	94
6.1.5 Datos registrados.....	96
6.1.6 Resultados de la experimentación.....	97
6.1.7 Discusión y Conclusiones.....	104
6.2 La influencia del contexto en la percepción visual de un material: un estudio de material cerámico para estancias.....	107
6.2.1 Revisión de trabajos previos.....	107
6.2.2 Estímulos utilizados.....	108

6.2.3	Muestra y equipos utilizados.....	108
6.2.4	Procedimiento de la experimentación. ....	109
6.2.5	Datos registrados. ....	111
6.2.6	Resultados de la experimentación. ....	112
6.2.7	Discusión y Conclusiones. ....	122
6.3	Preferencia predicha por la fijación: el comportamiento de movimiento del ojo en niños pequeños.....	125
6.3.1	Revisión de trabajos previos.....	125
6.3.2	Estímulos utilizados.....	126
6.3.3	Muestra y equipos utilizados. ....	128
6.3.4	Procedimiento de la experimentación. ....	129
6.3.5	Datos registrados. ....	130
6.3.6	Resultados de la experimentación. ....	131
6.3.7	Discusión y Conclusiones. ....	149
6.4	Potenciales Evocados y Seguimiento de la mirada: la percepción de envases de comida saludable. ....	151
6.4.1	Revisión de trabajos previos.....	151
6.4.2	Estímulos utilizados.....	152
6.4.3	Muestra y equipos utilizados. ....	154
6.4.4	Procedimiento de la experimentación. ....	155
6.4.5	Datos registrados de Eye-tracking.....	157
6.4.6	Resultados de la experimentación de Eye-tracking. ....	159
6.4.7	Datos registrados de encefalografía para potenciales evocados. ....	170
6.4.8	Resultados de la experimentación de potenciales evocados. ....	173
6.4.9	Discusión y Conclusiones. ....	183
<b>Capítulo 7: Conclusiones generales.</b>		
7.1	Contribuciones.....	187
7.2	Conclusiones. ....	189
7.3	Limitaciones. ....	190
7.4	Trabajo futuro. ....	191
REFERENCIAS	.....	193

ANEXOS DE LA TESIS .....	207
Anexo A: Comparación de la percepción de representaciones reales y virtuales del producto usando seguimiento de la mirada y diferenciales semánticos.....	207
A.1 Cuestionario de inicio de experimento Heineken. ....	207
A.2: Estadística descriptiva para las variables de TTF y VC. ....	208
A.3: Prueba de normalidad para los datos de TTF. ....	209
A.4: Prueba de normalidad para datos de VC. ....	210
Anexo B: La influencia del contexto en la percepción visual de un material: un estudio de material cerámico para estancias.....	211
B.1: Cuestionario para el experimento de pavimentos cerámicos. ....	211
B.2: Niveles críticos de los estadísticos de Kolmogorov-Smirnov de los DS para las decoraciones. ....	212
B.3: Prueba de comparación de medias de Mann-Whitney para dos muestras independientes (decoración A y B, decoración B y C) para los DS. ....	212
B.4: Prueba de comparación de medias de Mann-Whitney para dos muestras independientes (decoración A y B, decoración B y C, y decoración A y C) para la variable TTFp.....	213
Anexo C: Preferencia predicha por la fijación: El comportamiento de movimiento del ojo en niños pequeños. ....	214
C.1: Estadística descriptiva de la valoración de los isotipos. ....	214
C.2: Estadística descriptiva de la valoración de los juguetes. ....	215
Anexo D: Potenciales Evocados y Seguimiento de la mirada: la percepción de envases de comida saludable.....	216
D.1: Cuestionario de apertura del experimento para envases de comida saludable.	216
D.2: Cuestionario de cierre del experimento para envases de comida saludable. ...	218
D.3: Contraste multivariado para TTF.....	219
D.4: Contraste multivariado para VC.....	219
D.5: Efecto intra-sujetos en el análisis de aproximación multivariada para TTF. ....	220
D.6: Efecto intra-sujetos en el análisis de aproximación multivariada para VC.....	221
D.7: Comparación por pares para medias marginales de la valencia para la variable VC.....	221
D.8: Contraste multivariado para TFF.....	222

D.9: Contraste multivariado para VD. ....	222
D.10: Efectos intra-sujetos en el análisis de aproximación multivariada para TTF....	223
D.11: Efectos intra-sujetos en el análisis de aproximación multivariada para VD.....	224
D.12: Amplitudes obtenidas para el análisis de ERPs para todos los estímulos.....	225
D.13: Contraste multivariado para ERP de jamón y pavo para P3.....	226
D.14: Contraste multivariado para ERP de jamón y pavo para Pz.....	226
D.15: Contraste multivariado para ERP de jamón y pavo para P4.....	226
D.16: Contraste multivariado para ERP de empaques con promoción y sin promoción para P3. ....	227
D.17: Contraste multivariado para ERP de empaques con promoción y sin promoción para Pz.....	227
D.18: Contraste multivariado para ERP de empaques con promoción y sin promoción para P4.....	228



# ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Proceso de investigación para el desarrollo del sistema (reproducido de Nunamaker et al., 1991 ).....	34
Figura 2. Proceso de Design thinking (reproducido de Brown, 2008, 2010, 2013).....	36
Figura 3. Esquema de propuesta metodológica que combina pensamientos. ....	38
Figura 4. Esquema del concepto de diseño industrializado (reproducido de Löbach, 1981) .....	44
Figura 5. Adaptación de las cosas en el diseño (reproducido de Bürdek, 2002).....	45
Figura 6. Esquema de análisis sistemático del conocimiento (reproducido de Owen, 1998).....	47
Figura 7. Esquema de diseño emocional en todos los niveles (reproducido de Wai y Siu, 2012). ....	50
Figura 8. Estructuras del Diferencial Semántico utilizados en los experimentos. ....	54
Figura 9. Partes relevantes del cerebro (imagen obtenida de la web). ....	57
Figura 10. Crecimiento de las entradas en Google para la palabra Neuromarketing (reproducida de Lee et al, 2007).....	60
Figura 11. Crecimiento de la investigación y la comercialización de la neurociencias (reproducida de Plassmann, Ramsoy y Milosavljevic, 2012) .....	61
Figura 12. Tecnologías más usadas en la neurociencias del consumidor (imágenes obtenidas de la web).....	62
Figura 13. Esquema del ojo humano (imagen obtenida de la web).....	66
Figura 14. Los principios del seguimiento de la mirada (imágenes obtenidas de la web). ....	67
Figura 15. La evolución del seguimiento de la mirada (imágenes obtenidas de la web).....	68
Figura 16. Comportamiento de Eye-tracking en la literatura científica (reproducido de Hassan y Herrero, 2007). ....	69
Figura 17. Tipos de sistemas de Eye-tracking (reproducido de Holmqvist, K. et al., 2011). ....	71
Figura 18. Actuales sistemas de ET (imágenes obtenidas de la web). ....	71
Figura 19. Esquema de posición para FOG/VOG (reproducido de Harezlak et al, 2014). ....	72
Figura 20. Esquema de fijaciones, sacadas y trayectoria de la visión de un participante (imagen obtenida de la web, valencia). ....	74
Figura 21. Esquema de ondas EEG en condiciones ideales (Reproducida de Buzsáki, 2009). ....	78
Figura 22. Sistema de posición internacional 10/20. ....	80
Figura 23. Posicionamiento anatómico del sistema 10/20 (reproducida de Trans Cranial Technologies Ltd., 2012).....	81
Figura 24. Registro de EEG a lo largo de milisegundos (reproducido de Luck, 2005) .....	82
Figura 25. Ejemplos de componentes latentes que pueden sumar entre sí para tomar forma de onda de ERP.....	83
Figura 26. Componente N400: congruencia e incongruencia (reproducida de Hillyard y Kutas, 1983). ....	85
Figura 27. Ejemplo de experimentación en el LENI (CPI, Valencia).....	90
Figura 28. Entorno virtual generado para el sistema CAVE. ....	91
Figura 29. Dispositivo de Eye-tracking Tobii TX300 con pantalla incorporada. ....	93
Figura 30. Botella de Heineken y sus perspectivas usadas el experimento. ....	94
Figura 31. Esquema del espacio para realizar la experimentación. ....	95
Figura 32. Protocolo de la Tarea A/B para el experimento. ....	96
Figura 33. Zonas de interés asignadas.....	97
Figura 34. Mapa de calor para la duración absoluta de la visión. ....	98
Figura 35. Las tres imágenes utilizadas en la experimentación. ....	108

Figura 36. Dispositivo de Eye-tracking Tobii TX300 con pantalla incorporada. ....	108
Figura 37. Estímulos (escenas y escalas semánticas) como se mostraron en el experimento. ....	110
Figura 38. Protocolo para el experimento de Escenas y pavimentos. ....	111
Figura 39. Ejemplo de Mapas de Calor y Trayectorias de 1 participante (arriba) y de 10 participantes (bajo). ....	113
Figura 40. Intervalo de confianza (95%) para la media. Escala Innovador-Tradicional.....	115
Figura 41. Medias de las imágenes de la variable TTF para cada escala.....	117
Figura 42. Intervalo de confianza (95%) para la media. Porcentaje de visión para "Me gusta la decoración". ....	118
Figura 43. Medias de las imágenes de la variable VC para cada escala. ....	120
Figura 44. Gráfica de frecuencia de aparición en el experimento. ....	127
Figura 45. Ejemplo de distribución de los estímulos en las plantillas de 9 espacios. ....	128
Figura 46. Ejemplo de distribución de los estímulos en la evaluación individual con escala. ....	128
Figura 47. Dispositivo de Eye-tracking Tobii TX300 con pantalla incorporada. ....	129
Figura 48. Protocolo de experimentación para isotipos y juguetes.....	129
Figura 49. Posiciones de los estímulos en las plantillas (8-AFC). ....	131
Figura 50. Grafica de pre-procesado de las fijaciones de un usuario. ....	132
Figura 51. Definición de Visitas (Dwell) para los datos de ET. ....	132
Figura 52. Definición de instante de decisión para la elección de estímulo (ejemplo).....	133
Figura 53. Proceso descriptivo para generar los distractores y la elección para los segundos antes de la decisión.....	134
Figura 54. Gráfica de la porción del tiempo que la fijación estuvo situada en los estímulos elegidos y los posibles distractores para los isotipos. ....	135
Figura 55. Gráfica de la porción del tiempo que la fijación estuvo situada en los estímulos elegidos y los posibles distractores para Juguetes. ....	135
Figura 56. Gráfica de visitas realizadas a una plantilla (ejemplo). Las primeras 4 visitas y las ultimas 4 visitas.....	136
Figura 57. Valoraciones Medias por dimensiones de los Isotipos (izquierda) y los Juguetes (derecha). ....	137
Figura 58. Valoraciones Medias para las posiciones de la plantilla de los Isotipos (derecha) y los Juguetes (izquierda). ....	138
Figura 59. Estimación de medias marginales para Tipo de color frente a detalles de ojos para TTF. ..	139
Figura 60. Medias marginales para género con características (izquierda) y color (derecha) con la variable VC.....	140
Figura 61. Medias marginales para características*animal (izquierda) y Ojos*color (derecha) con la variable VC.....	141
Figura 62. Medias marginales para la influencia de la elección en el género*característica (izquierda) y género*color (derecha) con la variable TTF.....	143
Figura 63. Medias marginales para la influencia de la elección en la característica para la variable TTF. ....	144
Figura 64. Medias marginales para la influencia de la elección en el género*color para la variable VC. ....	145
Figura 65. Medias marginales para la influencia de la elección en el color*ojos para la variable VC. .	145
Figura 66. Medias marginales para la influencia de la elección en la característica para la variable VC. ....	146
Figura 67. Medias marginales para la influencia de la elección en el color*elección (izquierda) y material*elección (derecha) con la variable TTF.....	147

Figura 68. Medias marginales para la influencia de la elección en el color*elección (izquierda) y material*elección (derecha) con la variable VC. ....	148
Figura 69. Empaques seleccionados de productos de Jamón Cocido. ....	153
Figura 70. Empaques seleccionados de productos de Pechuga de Pavo. ....	153
Figura 71. Empaques modificados con una etiqueta promocional (Jamón Cocido). ....	154
Figura 72. Empaques modificados sin etiqueta promociona (Jamón cocido). ....	154
Figura 73. Dispositivo EEG TMSI -Refa (izquierda), Gorro 10-20 (centro) y Eye-tracking Tobii TX300 con pantalla incorporada (derecha). ....	155
Figura 74. Estructura de la tarea y tiempos utilizados. ....	156
Figura 75. . Protocolo para el experimento de Potenciales Evocados y Eye-tracking. ....	156
Figura 76. Configuración de despliegue de estímulos y captura de señales. ....	157
Figura 77. Áreas de interés delimitadas para los estímulos de ERP y ET. ....	157
Figura 78. Áreas de interés delimitados para todos los estímulos de ERP y ET. ....	158
Figura 79. Diferencia de medias marginales para TTF. ....	163
Figura 80. Diferencia de medias marginales para VC. ....	165
Figura 81. Diferencia de medias marginales para TFF. ....	168
Figura 82. Diferencia de medias marginales para VD. ....	170
Figura 83. Ejemplo de registro de EEG con épocas. ....	171
Figura 84. Señal con artefactos detectados. En amarillo muestra de señal con ruido. ....	172
Figura 85. Esquema de distribución de análisis de ANOVA de Medida repetidas de factores completos para empaques de jamón y pavo. ....	174
Figura 86. Gran promedio para EPRs para el caso de Jamón Positivo y Jamón Negativo. ....	174
Figura 87. Gran promedio para EPRs para el caso de Pavo Negativo y Pavo Positivo. ....	175
Figura 88. Diferencia de medias para la valencia de los productos jamón y pavo en el electrodo P3. ....	176
Figura 89. Diferencia de medias para la valencia de los productos jamón y pavo en el electrodo Pz. ....	177
Figura 90. Diferencia de medias para la valencia de los productos jamón y pavo en el electrodo P4. ....	178
Figura 91. Esquema de distribución de análisis de ANOVA de Medida repetidas de factores completos para empaques con promoción o sin promoción. ....	179
Figura 92. Gran promedio para EPRs para el caso de empaque promoción positivo y negativo. ....	179
Figura 93. Gran promedio para EPRs para el caso de empaque sin promoción positivo y negativo. ....	180
Figura 94. Diferencia de medias para la valencia de los empaque con promoción y sin promoción para el electrodo P3. ....	181
Figura 95. Diferencia de medias para la valencia de los empaque con promoción y sin promoción para el electrodo Pz. ....	182
Figura 96. Diferencia de medias para la valencia de los empaque con promoción y sin promoción para el electrodo P4. ....	183



# ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Creencias que guían la investigación. (Reproducido de Creswell, 2008). .....	33
Tabla 2. Cronología de estudios publicados que usaron métricas psicofisiológicas para el consumo (reproducida de Wang y Minor, 2008). .....	55
Tabla 3. Resumen de áreas del cerebro relevantes en las neurociencias del consumo (reproducida de Solnais et al., 2013). .....	57
Tabla 4. Distribución por categorías temáticas de los artículos con referencias al ET en la base de datos WOS (reproducida de Hassan y Herrero, 2007). .....	69
Tabla 5. Definición de métricas en ET (reproducida de Jacob y Karn, 2003). .....	74
Tabla 6. Posición de electrodos en hemisferios. ....	80
Tabla 7. CPSS y eje emocional usado en la evaluación semántica. ....	95
Tabla 8. Descripción estadística y resultados de prueba de Wilcoxon para cada una de las escalas utilizadas. ....	99
Tabla 9. Descripción estadística para agrupación de vistas para las variables TFF y VC. ....	101
Tabla 10. Resultados para el análisis Wilcoxon para la agrupación de vistas para las variables TFF y VC. ....	101
Tabla 11. Descripción estadística para agrupación de AOI y el resultado del análisis de Wilcoxon para las variables TFF y VC. ....	102
Tabla 12. Resultados para el análisis Wilcoxon para TFF para cada una de las vistas de las botellas. .	102
Tabla 13. Resultados para el análisis Wilcoxon para VC para cada una de las vistas de las botellas. ..	103
Tabla 14 (a). Tabla de correlaciones de Spearman para las valoraciones de DS y AOI de la variable TFF. ....	104
Tabla 15 (b). Tabla de correlaciones de Spearman para las valoraciones de DS y AOI de la variable VC. ....	104
Tabla 16. Pares de adjetivos presentados durante la primera fase del estudio. ....	109
Tabla 17. Áreas de Interés para las escenas del experimento. ....	112
Tabla 18. Estadístico descriptivo básicos para el conjunto de las escenas y los DS (N=30). ....	114
Tabla 19. Estadísticos descriptivos básicos para los significados y la preferencia (N=10 por escena). ..	114
Tabla 20. Prueba de Kruskal-Wallis para las decoraciones y los DS. ....	115
Tabla 21. Prueba de Mann-Whiney para dos muestras usando el factor género con los DS. ....	116
Tabla 22. Descripción estadística de la variable TFF (en segundos) para cada una de las decoraciones. ....	116
Tabla 23. Prueba de diferencias de medias por Kruskal-Wallis entre las imagenes para TFF y TFF derivados. ....	117
Tabla 24. Prueba de diferencia de medias por Kruskal-Wallis de las imágenes para cada una de las escalas para TFF y TFF derivados. ....	118
Tabla 25. Prueba de Mann-Whitney para dos muestras usando el factor género para TFFp. ....	119
Tabla 26. Descripción estadística de la variable VC (veces) para cada una de las decoraciones. ....	119
Tabla 27. Prueba de diferencias de medias por Kruskal-Wallis entre las imagenes para VC y VC derivados. ....	120
Tabla 28. Prueba de diferencia de medias por Kruskal-Wallis de las imágenes para cada una de las escalas para VC y VC derivados. ....	121
Tabla 29. Prueba de Mann-Whitney para dos muestras usando el factor género para VCp. ....	121

Tabla 30. Correlaciones de Spearman entre la variable DS y las variables de TTF, VC y derivados para la valoración de DS.....	122
Tabla 31. Elementos usados para construir los estímulos del experimento.....	127
Tabla 32. Codificación de dimensiones plasmadas en los isotipos y juguetes.....	130
Tabla 33. Análisis de los primeros 4 y los últimos 4 visitas para cada uno de las plantillas de 8-AFC. .	136
Tabla 34. Mayores TTF frente a la opción elegida.....	137
Tabla 35. ANOVA univariante para variable dependiente de TTF con las dimensiones de los isotipos. .....	139
Tabla 36. ANOVA univariante para variable dependiente de VC con las dimensiones de los isotipos.	140
Tabla 37. ANOVA univariante para variable dependiente de TTF con las dimensiones de los juguetes. .....	141
Tabla 38. ANOVA univariante para variable dependiente de VC con las dimensiones de los juguetes. .....	142
Tabla 39. ANOVA univariante para variable dependiente de TTF con las dimensiones estéticas y la elección por ET para isotipos.....	143
Tabla 40. ANOVA univariante para variable dependiente de VC con las dimensiones estéticas y la elección por ET para isotipos.....	144
Tabla 41. ANOVA univariante para variable dependiente de TTF con las dimensiones estéticas y la elección por ET para juguetes. ....	146
Tabla 42. ANOVA univariante para variable dependiente de VC con las dimensiones estéticas y la elección por ET para juguetes. ....	148
Tabla 43. Adjetivos elegidos para la prueba de Potenciales Evocados (Priming). ....	153
Tabla 44. Descripción estadística de las variables TTF y VC. ....	159
Tabla 45. Niveles críticos de los estadísticos de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk para las variables TTF, VC y AOIs.....	160
Tabla 46. Contraste multivariado para TTF. ....	161
Tabla 47. Estadístico W de Mauchly para TTF.....	161
Tabla 48. Efectos intra-sujetos en el análisis de aproximación multivariada para TTF.....	162
Tabla 49. Comparación por pares para medias marginales de la valencia para la variable TTF.....	162
Tabla 50. Comparaciones por pares entre Medias marginales de AOI para la variable TTF.....	162
Tabla 51. Contraste multivariado para VC. ....	163
Tabla 52. Estadístico W de Mauchly para TTF.....	163
Tabla 53. Efectos intra-sujetos en el análisis de aproximación multivariada para VC. ....	164
Tabla 54. Comparaciones por pares entre Medias marginales de AOI para la variable VC. ....	164
Tabla 55. Descripción estadística de las variables TFF y VD.....	165
Tabla 56. Niveles críticos de los estadísticos de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk para las variables TFF, VD y AOIs.....	166
Tabla 57. Contraste multivariado para TFF. ....	167
Tabla 58. Estadístico W de Mauchly para TFF.....	167
Tabla 59. Efectos intra-sujetos en el análisis de aproximación multivariada para TFF.....	167
Tabla 60. Comparaciones por pares entre niveles de los factores AOI para TFF. ....	168
Tabla 61. Contraste multivariado para VD. ....	169
Tabla 62. Estadístico W de Mauchly para VD.....	169
Tabla 63. Efectos intra-sujetos en el análisis de aproximación multivariada para VD.....	169
Tabla 64. Comparaciones por pares entre niveles de los factores AOI para VD.....	170
Tabla 65. Pruebas multivariante para ERP de Jamón y Pavo en el electrodo P3. ....	175
Tabla 66. Medias Marginales para la interacción Valencia*Producto de P3. ....	176
Tabla 67. Pruebas multivariante para ERP de Jamón y Pavo en el electrodo Pz. ....	176

Tabla 68. Medias Marginales para la interacción Valencia*Producto de Pz.....	177
Tabla 69. Pruebas multivariante para ERP de Jamón y Pavo en el electrodo P4.....	177
Tabla 70. Medias Marginales para la interacción Valencia*Producto de P4. ....	178
Tabla 71. Pruebas multivariante para ERP de empaques con promoción y sin promoción para P3. ...	180
Tabla 72. Medias Marginales para la interacción Valencia*Producto de P3. ....	180
Tabla 73. Pruebas multivariante para ERP de empaques con promoción y sin promoción para Pz.....	181
Tabla 74. Medias Marginales para la interacción Valencia*Producto de Pz.....	181
Tabla 75. Pruebas multivariante para ERP de empaques con promoción y sin promoción para P4. ...	182
Tabla 76. Medias Marginales para la interacción Valencia*Producto de P4. ....	182



# Capítulo 1:

## Introducción a la disertación doctoral

### 1.1 Estructura de la tesis doctoral.

Este documento se divide en siete capítulos, los cuales abarcan todo el trabajo de la investigación doctoral.

*Capítulo 1: Introducción a la disertación doctoral.*

Este capítulo provee una visión general de los fundamentos ideológicos y el propósito de esta investigación. Es aquí donde se crea la primera relación entre aspectos científicos y prácticos para mejorar la evaluación del diseño. Se proporcionan los detalles de los objetivos a tratar en la experimentación y el nuevo conocimiento aportados por ese trabajo.

*Capítulo 2: Introducción al estado del arte.*

Este capítulo es la introducción del planteamiento inicial del trabajo de investigación. La evolución del diseño de producto hacia una ciencia de conocimiento. Como la disciplina se ha interactuado, adaptado y complementado con disciplinas que son consideradas ciencias. De este segundo capítulo se toma la primera herramienta a utilizar en la experimentación de la tesis: Diferenciales semánticos.

*Capítulo 3: Neurociencias aplicadas.*

Este capítulo es la introducción hacia la segunda y tercera herramienta que se utilizara en la experimentación de la tesis. Este capítulo contiene varios conceptos que giran en torno a la neurociencia del consumo. Se describe de manera general el impacto y trascendencia que ha tenido este campo clínico en áreas del marketing y diseño.

*Capítulo 4: Seguimiento de la mirada.*

Este capítulo provee una visión general de la primera herramienta seleccionada para la experimentación: *Eye-tracking*. Se detalla la evolución del sistema como tal, sus distintos dispositivos, aplicaciones y las metodologías que se utilizara para medir la visión de las personas.

*Capítulo 5: Encefalografía y Potenciales evocados.*

Este capítulo provee una visión general de la segunda herramienta seleccionada para la experimentación: Los potenciales de eventos relacionados. Se detalla el origen de los potenciales de eventos relacionados. Primeramente, se toca la fuente de esta señal fisiológica. Posteriormente, se explica cómo se mide y se relación con los procesos cognitivos relacionado con la percepción semántica y visual.

*Capítulo 6: Experimentación.*

Este capítulo contiene los cuatro experimentos realizados durante la investigación doctoral. Los primeros tres experimentos integran las dos primeras herramientas seleccionadas. El último experimento integra las tres herramientas seleccionadas. En cada uno de los experimentos se describen los resultados encontrados para los experimentos.

*Capítulo 7: Conclusiones generales.*

Resumen de los resultados y conclusiones de los experimentos de investigación. También se discuten las limitaciones, aportaciones y futuras líneas de investigación.

## 1.2 De la práctica a la investigación: enfoque metodológico.

Cuando empecé a plantear cómo debería estructurar esta tesis, me di cuenta que mi formación como diseñador y creativo, no me había dado los conocimientos para ello. Mi mundo siempre estuvo orientado hacia lo subjetivo e intuitivo, tenía que cambiar de paradigma para poder realizar una serie de pasos que me conduciría a mi investigación.

Al trazar mi investigación, observé que muchos supuestos correspondían con enfoques de investigación específica. Para entender qué debía de hacer, tenía que responder a una serie de preguntas básicas que clarificarían la postura de mi investigación. Desde un comienzo, era evidente que esta investigación involucraría una mezcla de conocimiento y de disciplinas. Debía de tener claro cómo abordar la investigación.

Crotty (1998) estableció una base para entender los inicios de una investigación. Sugirió que en la propuesta del diseño de la investigación se deberían contestar cuatro preguntas:

1. ¿Qué epistemología-teoría de conocimiento se incorporaría en la perspectiva de la investigación (ej. Objetivismo, subjetivismo, etc.)?
2. ¿Qué perspectiva teórica-filosófica debe estar detrás de las metodologías de investigación (ej. Positivismo, postpositivismos, interpretativismo, etc.)?
3. ¿Qué metodología-estrategia o plan de acción se ligará con los resultados para guiar la aplicación de los métodos (ej. Experimentación, investigación por encuesta, etnografía, etc.)?
4. ¿Qué métodos-técnicas y procedimientos debemos proponer para utilizar en la investigación (ej. Cuestionarios, entrevistas, herramientas, etc.)?

Estas cuatro preguntas muestran los niveles interrelacionados de las decisiones que llevan en el proceso del diseño de la investigación. Por otra parte, estos son aspectos que informan sobre una apropiada elección de enfoque, que van desde los supuestos generales que se señalan en un proyecto, hasta las decisiones prácticas de recolección de datos y análisis.

Conceptualizando las aportaciones de Crotty, se puede abordar una investigación con tres preguntas centrales:

1. ¿Qué afirmaciones de conocimiento están siendo realizadas por el investigador (incluyendo una perspectiva teórica)?
2. ¿Qué estrategias de investigación se informará en los procedimientos realizados?
3. ¿Qué métodos de recolección y análisis de datos se utilizarán?

Todas estas preguntas son un preliminar a cualquier propuesta de investigación. Una vez evaluados nuestros supuestos, debemos identificar qué conocimiento brindaremos, y que estrategias de investigación serán utilizados. Tenemos que tener claro qué tipo de investigación haremos: cualitativa, cuantitativa o una mezcla de métodos que se acerquen a la investigación.

Creswell (2008) describe un conjunto básico de creencias que guían cualquier acción. Otros los llaman paradigmas, epistemologías y ontologías (Crotty, 1998) o bien, metodologías de investigación. Cualquier tipo de investigación tiene que tener un enfoque, creencia y área. Estas creencias están divididas en cuatro tipos, las más aceptadas por la comunidad científica son: el post-positivismos, el constructivismo,

defensa/participación y el pragmatismo. Los elementos principales de cada tipo se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Creencias que guían la investigación. (Reproducido de Creswell, 2008).

Post-positivimos	Constructivismo
Determinación	Comprensión
Reduccionismo	Múltiple participación de significados
Observación y medición empírica	Construcción social e histórica
Verificación de la teoría	Teoría generacional
Defensa/Participación	Pragmatismo
Político	Consecuencia de las acciones
Orientado al empoderamiento del problema	Centrado en el problema
Colaborativo	Pluralidad
Orientado al cambio	Orientado a aplicación en el mundo real

El enfoque que esta tesis efectuará tiende a parecer más a la creencia del pragmatismo. Creswell (2008) describe que hay muchas de formas esta filosofía, pero para muchos, el pragmatismo manifiesta una visión del mundo que surge de las acciones, situaciones y consecuencias, en lugar de cualquier condición anterior. Esta filosofía es un fundamento para todos aquellos estudios mixtos, los cuales se centran en hacer hincapié en los problemas de la investigación y utilizar todos los métodos disponibles para entender y resolver el problema (Stentz, Clark, & Matkin, 2012). El pragmatismo proporciona una base filosófica para la investigación:

- El pragmatismo no está comprometido con ningún método existente. Esto se aplica a la investigación de métodos mezclados o mixtos. Los investigadores pueden utilizar libremente métodos cuantitativos y cualitativos. Al no ver el mundo como una unidad absoluta, los investigadores deben buscar métodos mixtos para describir sus enfoques fuera de una sola forma.
- Los investigadores tienen libertad de elección. Estos son libres de elegir métodos, técnicas y procedimientos de investigación que mejor se adapten a sus necesidades y propósitos.
- La verdad es el fundamento que funciona. No se basa en la dualidad entre la realidad independiente de la mente o dentro de ella. La investigación con métodos mixtos proporciona mejor comprensión de un problema de investigación.
- Los investigadores pragmáticos miran el –Qué– y –Cómo– investigar, basados en las consecuencias. Los investigadores que usan métodos mixtos deben establecer un propósito para esa mezcla de métodos. Una justificación de las razones porque los datos cualitativos y cuantitativos se usaran.
- Los pragmáticos están de acuerdo en que la investigación siempre se produce en contextos sociales, históricos, políticos u otros.
- Para el investigador de métodos mixtos, el pragmatismo abre una puerta a múltiples medios, una visión diferente del mundo y muchos supuestos, así como, diferentes formas de recolectar y analizar datos.

Con las bases presentadas, se crea un marco más claro sobre el contenido de la información, experimentación y resultados que tendrá esta investigación. Sin embargo, cuando hablamos de diseño, se debe tomar en cuenta que en la disciplina existen diversas metodologías con específicas formas de exponer la información y resultados. Esta tesis mezcla una serie de pensamientos e ideologías específicas de la investigación del diseño. Aunque, existe ya un marco en torno a la investigación de diseño desde perspectivas creativas o más humanistas.

Nigel Cross (2007) en la introducción al número 28 de *design studies*, compartió una visión de los 40 años de investigación en diseño. El autor expone que la introducción del concepto científico en la práctica de diseño creó una revolución en la manera de desarrollar productos. Desde la década de los 50, ciertos eventos habían dado un impulso a diferentes formas de reforzar los métodos y metodologías del diseño. De igual manera, Kees Dorst (2008) nos expone un punto de vista sobre la complejidad de introducir una disciplina a un enfoque científico. Algo que aclara es que cualquier disciplina puede tener esta característica de científica si son capaces de crear sistemas de pensamientos e incluso un lenguaje formal para describir sus propios procesos. Dorts exhorta a todo diseñador que busque re-definir el papel de la práctica del diseño. Los modelos puramente científicos de la ciencia pueden llevar muy lejos al diseño, al darle claridad y comprensión en su aplicación. La práctica del futuro, es la creación conjunta de ciencia y experiencia del diseño.

Sin embargo, cuando hablamos de la experiencia del diseño, se puede entender como esa parte intangible, cualitativa y social del diseño. Abordar un planteamiento desde esa parte es complejo. No obstante, existe una similitud en cualquier práctica que genere y ordene el conocimiento. Nunamaker, Chen y Purdin (1991) propusieron un marco teórico de cómo estructurar una investigación desde la perspectiva del manejo de la información. Los autores dicen que un proceso de investigación envuelve una comprensión del dominio de la investigación, preguntas válidas sobre la investigación y aplicar metodologías válidas para responder las preguntas. Nunamaker et al, describen el proceso de investigación como el corazón de cualquier método de investigación. Es la aplicación de un método científico para contestar a una compleja tarea de responder (soluciones) a cuestionamientos (problemas). Esto se cumple tanto en ingeniería como en ciencias sociales.

El proceso de investigación en ciencias sociales y del comportamiento se puede resumir en: (1) Elegir el problema de investigación, (2) presentar una hipótesis o supuestos, (3) formular el diseño de la investigación, (4) reunir datos, (5) analizar datos, y (6) interpretación de los resultados para responder a la hipótesis o supuestos (Beverland & Lindgreen, 2010; Creswell, 2003; van Griensven, Moore, & Hall, 2014). Existe un paralelismo entre el enfoque social (comportamental) de investigación con el enfoque ingenieril (desarrollo) de investigación. Los dos dan una serie de contribuciones al método propuesto por Nunamaker para estructurar sistemas de información del conocimiento.

En la figura 1, se muestra un esquema donde se incluyen elementos de enfoques sociales e ingenieriles como símbolos de compatibilidad. Nunamaker expone que cada cuestión de investigación debe estar alineada a cada una de las fases del modelo.

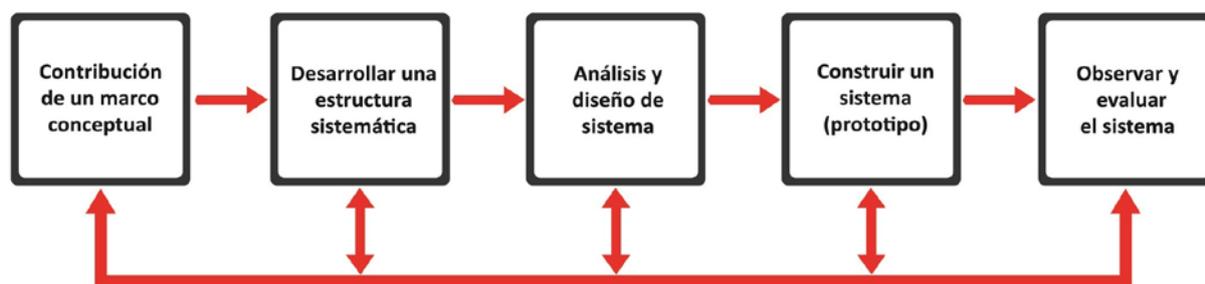


Figura 1. Proceso de investigación para el desarrollo del sistema (reproducido de Nunamaker et al., 1991 ).

A continuación se describirán cada una de estas fases del proceso de investigación de Nunamaker et al, el cual servirá de referencia para la propuesta de la tesis y comparar este modelo con uno más cercano al desarrollo de productos. Antes de describir cada una de las fases, puntualizaré en definir un concepto que se usará constantemente en todas las definiciones. La palabra **sistema** se define como: (1) Conjunto

de reglas o principios sobre una materia racionalmente enlazados entre sí. (2) Conjunto de cosas que relacionadas entre sí ordenadamente contribuyen a determinado objeto (RAE, 2014). Una vez clarificado este concepto se definirá el proceso:

1. **Contribución de un marco conceptual.** Esta fase implica la identificación de un problema de investigación y la definición de las preguntas de investigación. El problema de investigación debe ser nuevo, creativo y de relevancia en el campo; el significado de las preguntas de investigación deben estar justificadas. El marco contextual conduce a la construcción de la teoría que puede ser formulada como conceptos (marco metodológico) o desarrollo de una nueva teoría.
2. **Desarrollar una estructura sistemática.** Esta fase consiste en la exposición de los objetivos de las actividades desarrolladas y la definición de requisitos y funcionalidades del sistema resultante para alcanzar los objetivos establecidos. Estos requisitos deben definirse de manera que pueden ser validados por la fase de evaluación. Esta fase también responde a la ruta del proceso de la investigación a seguir y define las relaciones estructurales e interacciones dinámicas entre los componentes del sistema.
3. **Análisis y diseño del sistema.** Esta fase consiste en todo lo relacionado con el diseño del sistema y de las cesiones de diseño a tomar: la comprensión del dominio estudiado, la aplicación de conocimiento científico y las propuestas o exploraciones de distintas alternativas para diseñarlo.
4. **Construir un sistema.** Esta fase consiste en la aplicación (construcción) del sistema. Se define como la construcción de un prototipo (un sistema o prototipo de trabajo) para utilizarse en el dominio del propósito planteado. El proceso de implementación del sistema de trabajo puede proporcionar a los investigadores información sobre las ventajas y desventajas de los conceptos, marco y alternativas del diseño de la investigación elegida. La experiencia ayuda a rediseñar o mejorar los sistemas.
5. **Observar y evaluar el sistema.** Esta fase consiste en la evaluación del sistema, basado en el marco conceptual y los requisitos del sistema definido en las etapas anteriores. Las evaluaciones pueden llevarse a cabo por medio de la evaluación del impacto en individuos, grupos u organizaciones. El conocimiento adquirido hace evolucionar el desarrollo del sistema propuesto.

Esta referencia a tomar para la tesis es coherente con otros marcos y métodos típicos dentro de la ingeniería, básicamente es la investigación que consiste en iteraciones o ciclos de: estudio de estado de la técnica, la identificación de un problema de investigación, la propuesta para una contribución (la creación de un sistema es crucial), diseño de sistema preliminar o prototipo, y la evaluación (Peppers, Tuunanen, Rothenberger, & Chatterjee, 2007). Se pueden encontrar otras referencias para una estructura metodológica (ideología) de esta tesis, sin embargo, se buscará dentro de la misma disciplina de diseño referencias de metodologías de impacto.

En la última década, se ha popularizado una metodología que puede interpretarse superficial para aquellos que la experimenta por primera vez. Este método está ligado a un término que explica una manera de abordar un problema de diseño. El pensamiento de diseño o *Design Thinking* es un proceso de metodológico descrito metafóricamente como: un sistema holístico de etapas en lugar de una serie de pasos sistemático predefinidos (Brown & Wyatt, 2010; Brown, 2008).

Existen muchas referencias sobre la aplicación de esta metodología para abordar problemas de diseño. En los últimos años, esta metodología se ha introducido dentro de disciplinas sociales hasta disciplinas ingenieriles (Björgvinsson, Ehn, & Hillgren, 2012). La popularidad de esta metodología yace en la manera con la que se puede abordar un problema. Liedtka (2015) nos presenta un resumen de las principales

etapas o herramientas que se utiliza para definir la metodología. Estas herramientas son propuestas de las principales instrucciones y escuelas (IDEO, Continuum, Stanford Design School, Rotman Business School y Darden Business School) que enseñan y difunden el pensamiento de diseño. Las etapas o herramientas comunes son:

- **La visualización**, que consiste en el uso de imágenes, ya sean visual o narrativa. Además de tablas y gráficos tradicionales que pueden tomar forma de narración, metáfora, analogías, o ideas individuales que se tiene que mostrar durante el proceso inicial.
- **Métodos cualitativos**, uno de los principales utilizados es la etnografía, la cual se centra en desarrollar un profundo conocimiento de los usuarios mediante la observación e interactuar con ellos en su hábitat natural. Otras técnicas son: entrevistas, focus group, cuestionarios, etc.
- **Técnicas de ideación o creación con sentido multidisciplinario**, al fomentar un sistema de múltiples enfoques puede crear soluciones más innovadoras.
- **Técnicas de generación de ideas ordenando prioridades**, al fomentar un sistema de identificación de supuestos más relevantes para solucionar un problema.
- **Técnicas de prototipado o elaboración de ideas**, esto incluye enfoques de creación de métodos, guiones, escenarios, metáforas, diseño de experiencia y conceptualizaciones. Esta etapa tiene como objetivo mejorar los mecanismos para crear manifestaciones tangibles.
- **Cocreación**, incorporar técnicas que involucra a los mismos usuarios en la generación, desarrollo y evaluación de nuevas ideas.
- **Experimentación de campo**, es utilizada para probar hipótesis y generación de valor para la ideación. Los experimentos son utilizados para aplicar otras de las técnicas y obtener datos relevantes para la solución de problemas.

Todas estas herramientas o etapas pueden ser combinadas para generar un proceso. En la figura 2, se muestra una estructura del proceso de pensamiento de diseño más representativo. Este se divide en tres partes: la inspiración (entendimiento, observación y punto de vista [POV]), la ideación (idear, prototipado y prueba) y la implementación (escenario, piloto y modelo de negocio). Estas tres partes contienen una gran parte de las herramientas o etapas que se asemejan a procesos sistemáticos. Estas similitudes son referencias claras a que los sistemas pueden integrarse para crear nuevas propuestas metodológicas.

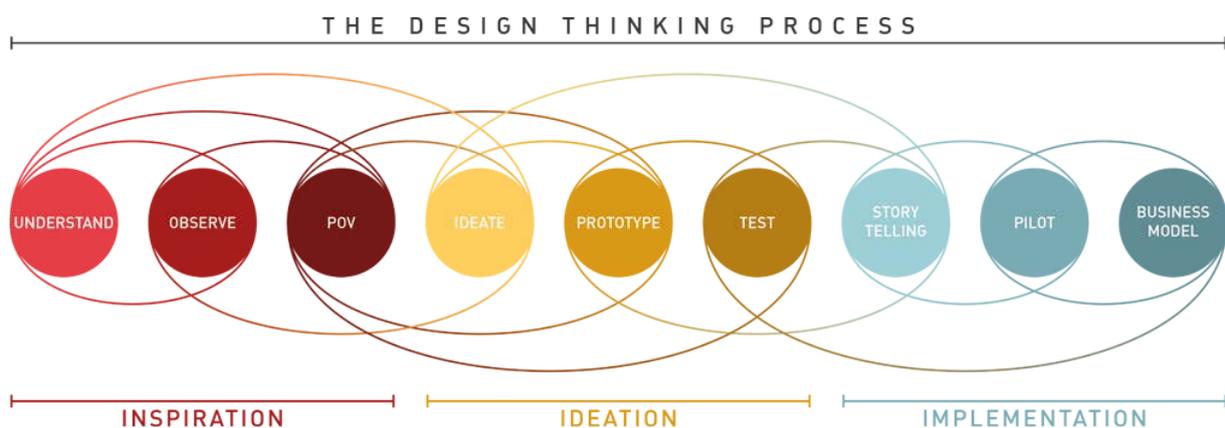


Figura 2. Proceso de Design thinking (reproducido de Brown, 2008, 2010, 2013).

A medida que vamos explorando las formas de ampliar esta investigación, se puede crear semejanzas entre estructuras y procesos de investigación orientados a ciencias exactas o bien a ciencias creativas. Cuando se empieza a crear un proceso de asimilación, se puede mirar diferentes puntos de vistas y

prácticas. Orlikowski (2010) argumenta que una práctica puede estudiarse desde tres perspectivas: con el énfasis en los fenómenos de la práctica, en la perspectiva de la actividad o en la filosofía - ontología (Golsorkhi, Rouleau, Seidl, & Vaara, 2010). Estas tres perspectivas son posibles vías de fructificación para el pensamiento de diseño, al igual que para el pensamiento sistemático de otras disciplinas.

La combinación de pensamiento sistemático y creativo puede presentar resultados que mejoran la práctica y el uso de métodos mixtos para investigar y formar al investigador. Estos métodos mixtos deben ir desde lo cuantitativo (como las innovaciones experimentales) hasta lo cualitativo (como la experiencia y la apreciación de los esfuerzos participativos) (Katoppo & Sudradjat, 2015).

Existe mucha más información al respecto de las metodologías, casos y ejemplos. Sin embargo, conocemos lo más destacado y representativo para poder hacer una propuesta desde el pragmatismo motivante de la investigación. La propuesta de proceso metodológico se presenta en la figura 3. A continuación describiremos cada una de las etapas propuestas:

1. **La inspiración.** Esta es la fase inicial de la investigación. Se realiza una búsqueda generalizada de oportunidades dentro de la práctica e investigación del diseño. Es la etapa de descubrimiento y construcción de un marco referencial para la investigación.
2. **Ideación.** Esta fase puede ser interpretada como una fase de desarrollo o construcción de sistemas. Esta etapa es la parte de conceptualización de la experimentación. Esta parte del proceso está ligada a la siguiente fase que se compone de dos partes.
3. **Implementación.** La primera parte de la implementación es la creación o diseño de un sistema global de método y herramientas. La creación de este sistema está marcado por el nivel bajo o alto de la complejidad de la experimentación. La complejidad implícita se da por la especialización de las herramientas y los análisis que se realizan en la siguiente parte de la fase. La segunda parte de la implementación es la interpretación o construcción de sistema de enfocado en el análisis. Este debe ser un proceso estructurado y coherente en los métodos de análisis, interpretación y exposición para dar paso a un último proceso.
4. **La evolución.** El final del proceso propuesto es la observación y evaluación de los resultados y conclusiones obtenidos. Este es el proceso de retroalimentación para conducir y mejorar la información para realizar aportaciones en los procesos y metodologías de investigación alrededor de la práctica e investigación de diseño.

Este proceso metodológico será la base para abordar toda la información de generada de este trabajo de tesis. La construcción de esta metodología se ha hecho ajustada a las necesidades de la experimentación realizada. Sin embargo, el futuro de este tipo de metodologías o investigación es abarcar el uso conjunto de herramientas subjetivas y objetivas.

A continuación, se describirán la propuesta de los objetivos de esta disertación doctoral. Se describirá un objetivo general y posteriormente una serie de objetivos específicos enfocados en la experimentación. El conjunto de objetivos servirán de base para argumentar y cerrar las contribuciones de esta tesis doctoral.

## Proceso de metodológico para la investigación

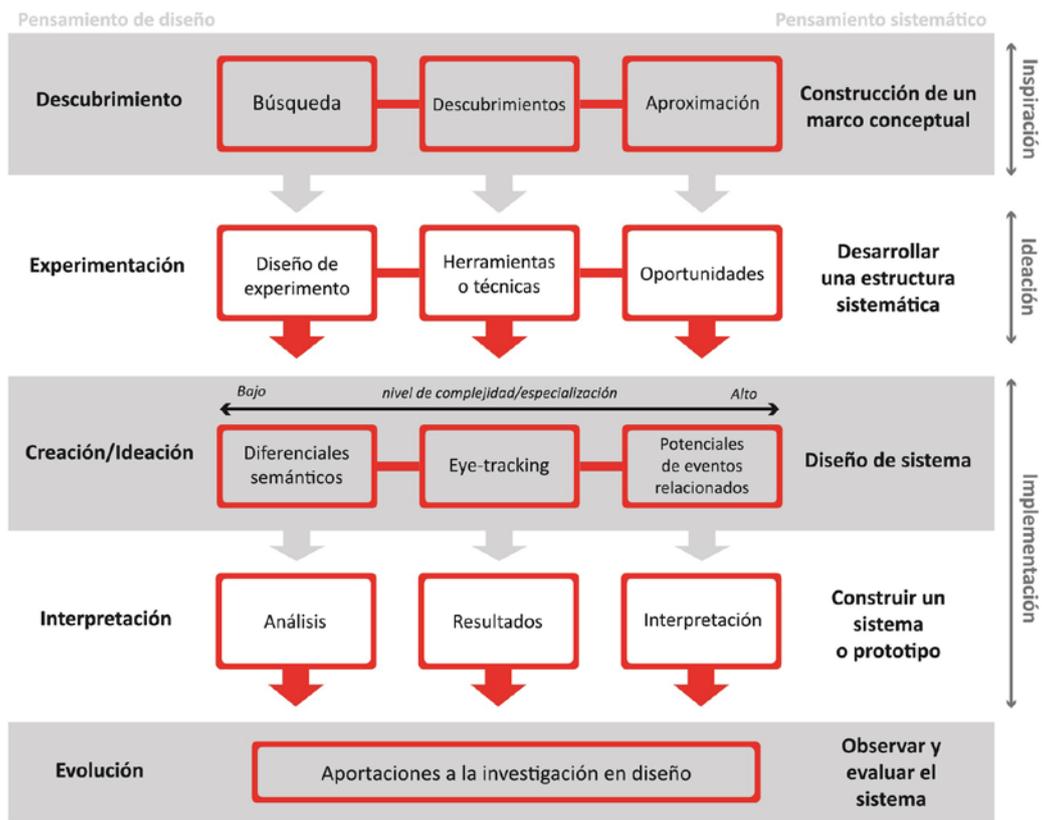


Figura 3. Esquema de propuesta metodológica que combina pensamientos.

### 1.3 Neuro-evaluar para entender la percepción subjetiva y objetiva.

El enfoque de esta metodología y de la tesis es explorar las herramientas que están cambiando la manera de entender cómo las personas perciben los objetos y servicios de manera objetiva. Las ideas plasmadas en esta tesis surgen de un equilibrio entre el pensamiento de diseño y el sistemático (conocimiento entre ciencia y la práctica del diseño). En los primeros capítulos se describirá una tendencia dentro de la práctica del diseño. La investigación del diseño es un punto a destacar dentro de esta tesis, ya que las aportaciones de la experimentación apoyan la filosofía para generar nuevo conocimiento que consolide la ciencia del diseño. La comparación de ciencia y diseño crea conciencia de qué se debe cambiar para diseñar de acuerdo con las necesidades actuales de la academia y la industria. Dentro del contexto de ciencia debemos preocuparnos de evaluar desde el punto de vista objetivo, aun así no debemos olvidar las evaluaciones subjetivas que han apoyado al diseño.

Posteriormente, los capítulos tocan las herramientas utilizadas en esta tesis. Primordialmente nos centramos en medir desde lo subjetivo hasta lo objetivo. La premisa de esta tesis es aplicar dos herramientas que miden señales fisiológicas (neuro-herramientas) para evaluar productos. Para poder realizar esta actividad se requiere entender cómo las herramientas utilizadas afectan a los procesos de evaluación, y como su naturaleza aporta nuevo conocimiento a la ciencia del diseño.

Actualmente, muchos procesos de diseño siguen una misma línea para diseñar productos o experiencias (Brown & Wyatt, 2010; Burnette, 2009; Stewart, 2011), enfocados en un gran proceso creativo y de observación y minimizando la parte de evaluación y ejecución de la idea. Esta actividad se ha popularizado en la práctica de diseño, porque es más fácil seguir la intuición y las experiencias del diseñador para crear empatía con las necesidades de las personas. Sin embargo, las mayorías de las veces no es la mejor solución.

Las herramientas dentro de la neurociencia del consumidor hacen posible que las viejas prácticas, procesos, métodos y metodologías evolucionen a un nivel más avanzado de práctica y generación de conocimiento. Herramientas como Eye-tracking, Electroencefalografía y Potenciales Evocados son la base de una neuro-evaluación que lleva a crear conocimiento que apoyen el concepto de Neurodiseño.

## 1.4 Objetivo general.

El objetivo general de esta tesis es:

**Contribuir a la evaluación emocional en el diseño de productos mediante el estudio de la integración de tres distintas herramientas que miden subjetiva y objetivamente la percepción de un producto. Con ello, se busca contribuir al desempeño profesional de quienes realizan la tarea de diseñar y desarrollar las experiencias emocionales, y en consecuencia mejorar el bienestar y la relación entre persona-objeto.**

## 1.5 Objetivos específicos.

Con el fin de alcanzar el objetivo general, se han realizado experimentos descritos en el capítulo 6, para permitir desarrollar los siguientes objetivos específicos mucho más concretados. A continuación se pondrán en contexto los objetivos específicos:

La tendencia en el uso de estímulos virtuales está sujeta a la calidad que puede desplegar los recientes dispositivos (móviles y estáticos). Los objetos y escenarios virtuales son capaces de influir una serie de impresiones subjetivas y objetivas las cuales pueden ser utilizadas para sustituir a la realidad.

- A. Comprobar las implicaciones que tiene la calidad de las representaciones virtuales (renders, modelaciones virtuales o realidad virtual) como parte de los elementos que se integran a metodologías de medición objetiva y subjetiva.**

El reciente aumento por la investigación con nuevas herramientas (objetivas) ha provocado que viejas metodologías (subjetivas) tengan que adaptarse. Este proceso se debe consolidar en base a la aplicación de casos de estudios. La combinación de herramientas y metodologías debe ser una prioridad en la práctica de la evaluación emocional.

- B. Comprobar la efectividad de aplicar el método de diferenciales semánticos como parte de las metodologías mixtas para evaluar la percepción subjetiva y objetiva.**

El seguimiento de la mirada se ha popularizado en prácticas de evaluación de contenidos visuales (impresos y digitales), debido a la información que se puede obtener de ella. Al cuantificar el nivel de atención y de comportamiento de la visión se puede realizar varios enfoques en evaluación de

productos. Esta herramienta tiene ciertas capacidades que debe ser examinada en experimentos enfocados a problemáticas de evaluación de productos.

- C. Evaluar el potencial del Eye-tracking para identificar las características sobresalientes del producto.**
- D. Comprobar que el *Eye-tracking* es una herramienta de evaluación que traslada valores objetivos en planteamientos de diseño.**

Los potenciales de eventos relacionados es una herramienta traída de contextos clínicos, debido a que su naturaleza es detectar procesos cognitivos. La sensorialidad de los elementos gráficos y textuales puede influir en una relación subconsciente de semántica de concepto y de forma. Los ERPs son fluctuaciones de voltajes filtradas y promediadas de grabaciones de la señal encefalografía. Un valor cuantitativo de los efectos de la percepción estética y semántica bajo condiciones de categorización o agrupación de estímulos.

- E. Probar que la técnica de los potenciales relacionados con eventos es una herramienta viable en la evaluación objetiva (subconsciente) para trasladar datos objetivos en planteamientos de diseño.**
- F. Comprobar la efectividad de combinar los potenciales relacionados con eventos con otras herramientas de medición objetiva para obtener información de la percepción emocional.**



# Capítulo 2:

## Introducción al estado del arte

### 2.1 Diseño y Ciencia: igualdad o complemento entre disciplinas.

Toda persona, naturalmente, pasa por un periodo de auto-comprensión y después pasa a compararse con los demás, para poder llegar a conocerse mejor; en particular si son personas jóvenes buscan en los mayores la experiencia y la identidad de la adultez. Asimismo, como una disciplina reciente, la academia de diseño y la investigación del diseño, pueden tener un buen aprendizaje mediante la comprensión y comparación con disciplinas afines. La joven disciplina del diseño, ya se ha comparado con el arte, pero con la ciencia, ¿Es el diseño actual similar a la ciencia? ¿Con qué ciencia es comparable? Es aquí donde comienza este trabajo de tesis.

Entonces, podríamos preguntarnos ¿cuál es la relación entre el diseño y la ciencia? Y ¿qué se puede ganar de estudiar esta unión? Ambas disciplinas son formas inteligentes de la exploración humana, de resolución de problemas y de la invención. Sin embargo, no podemos decir que un diseñador exitoso va ser un excelente científico y viceversa; este simple argumento afirma que el diseño y la ciencia son diferentes en muchos aspectos. Otro argumento para desligar la ciencia y el diseño es que el diseño como disciplina se caracteriza por tener problemas donde la ciencia no los tiene. Problemas como el factor social es de los que más repercute en el diseño. Sin embargo, la ciencia no está exenta de poder lidiar con ello, claramente en los dos casos, se tienen que resolver con habilidades y métodos propios de cada disciplina. El primer argumento para hacer una comparación entre el diseño y la ciencia es que poseen dos tipos de estudios: intelectuales y productivos.

La literatura nos habla de esta comparación hecha tiempo atrás, cuando el diseño era aún más joven y no se comprendía su carácter principal. Una de las primera diferencias que se hicieron fue de la mano de Simon (1996) en su trabajo: *"The Sciences of the artificial"*. El autor sostiene que las ciencias naturales tienen que ver con cómo son las cosas, el diseño, por su parte, se ocupa de cómo deberían ser las cosas, con artefactos ideados para alcanzar objetivos. Otro teórico del diseño contemporáneo, sugirió que "los científicos tienen que ver con la comprensión de las propiedades universales de lo que existe, mientras que los diseñadores tiene que ver con la concepción y planificación de una partícula que aún no existe (Buchanan, 1992). Estos dos autores respectivamente hacen una marca y pintan una línea entre *lo que es*, y *lo que no es*. Sin embargo Skolimowsky (1966) ya había creado un precepto sobre la diferencia entre la ciencia y el diseño como disciplinas, ya que en la ciencia se investiga la realidad que no es dada, y en el trabajo del diseño como disciplina es crear una realidad de acuerdo con nuestro diseño. Todo esto crea un elegante dictamen: *"la ciencia se preocupa por misma con lo que es, el diseño con lo que debe ser"* (Skolimowski, 1966).

Recientemente, ese dictamen empieza a ponerse en duda, y la visión convencional del diseño separado de la ciencia, empieza a ser menos distante. Farrell y Hooker (2013) son de los que se oponen a la visión convencional que "el diseño y la ciencia son dos tipos distintos de estudios intelectuales y productivos". Sobre la base de un análisis sustancial de lo que se considera como las ideas centrales del "paradigma

dominante” en el diseño y la metodología de diseño, llegaron a la conclusión que los procesos que se implican en el diseño no son en especie diferentes de los científicos.

Es cuestionable que el diseño y la ciencia están en el límite de la aceptación como disciplinas hermanadas. Los expertos dicen que el diseño y la ciencia son “diferentes en especie”, pero esta afirmación está generalizada. Tenemos por un lado a los diseñadores, y por otro a los científicos. Estos dos grupos de personas ejercen una profesión intelectual y exigente, y su comprensión es mejor desde la introspectiva personal, y ajena al otro grupo. Se tiene que analizar si el diseño y la ciencia son equiparables, y si naturalmente puede contribuir una con otra. Pero, de nuevo debemos cuestionar por qué existe un término reciente que está agitando a la disciplina, es la investigación en diseño.

## 2.1.1 En Ciencia: Interacción entre las disciplinas.

Con el fin de aclarar mejor esta relación, es importante distinguir cuidadosamente los factores que pueden estar relacionados con la interacción diseño-ciencia. Justificando una unión, un factor coloquial es la institucionalización social del diseñador y el científico. Dadas las condiciones de las disciplinas puede ser que se confundan su incursión de una a la otra. En esta tesis no se tocarán el posible factor social, y llamaremos al diseño (diseñadores) y la ciencia (científicos) un fenómeno no social, de acción y reacción para soluciones. Farrel y Hooker (2012) también lo mencionaron en su trabajo, excluyendo un factor social y delimitando al diseño y la ciencia como entidades con naturalezas que *“manifiestan la capacidad general para una acción inteligente”*. Uno de los argumentos más aceptados desde este punto de vista, es elevar al diseño al nivel de la ciencia, e identificar las diferencia en las que se abordan cada uno.

También, se tiene que tener cuidado con este concepto de diseño y ciencia con una misma naturaleza. Es importe tener en cuenta que los casos específicos de diseño-ciencia pueden ocurrir a menudo, pero eso no implica que esos casos, ni similares, sean de la misma naturaleza. Podemos poner un ejemplo simple: cuando se trabaja en la creación de un nuevo dispositivo energético, donde la ciencia está detrás de toda la teoría del combustible y el diseño se encarga de toda la gestión que hace posible el dispositivo.

Con esto queremos decir que ya no existe el concepto de una forma “pura” de diseño y de ciencia. Actualmente existe una concurrencia de la acción de las dos. Evidentemente hablamos de las prácticas actuales, donde los grandes inventos o desarrollos tiene que ver con el tecnicismo científico y la práctica del diseño (Galle & Kroes, 2014). Sin embargo, aún existen argumentos negativos y positivos sobre las posibles diferencias entre estas dos disciplinas.

Galle y Kroes puntualizan estos argumentos negativos y positivos en posibles reivindicaciones del rechazo al argumento tradicional, que por qué el diseño y la ciencia son distintos. He aquí tres puntos que describen por qué el diseño no es igual a la ciencia:

- Si las disciplinas producen diferente elementos metafísicos, entonces los estudios y producciones intelectuales serán cosas totalmente diferentes.
- Diseño y ciencia producen diferentes elementos metafísicos.
- Diseño y ciencia son distintos tipos de elementos de estudios y producciones intelectuales.

Los tres puntos se leen de manera ascendente, si el primer punto es correcto, la siguiente idea puede llegar a cumplirse. Sin embargo, el segundo punto podría tomarse como un argumento falso, ya que

tanto el diseño como la ciencia producen el mismo tipo de cosas, artefactos. Y por tanto no debería cumplirse esa diferencia. Sin embargo es aquí donde entra un factor de carácter natural o la naturaleza de la disciplina. Ya que en la medida que se enfocan en un proceso, puede variar el resultado metafísico.

De manera pretenciosa se puede decir que los productos de la ciencia son artefactos, tales como los productos de diseño. Este sería el fundamento que Galle y Kroes, (2014) y Farrel y Hooker (2012) usan para hacer esta comparación del diseño y la ciencia. Entonces, si pensamos en los instrumentos y procedimientos técnicos, tenemos que entender la sencillez de ellos como el fruto de una coproducción de un proceso de diseño (y los actos posteriores a la producción o la aplicación). Así pues, también entendemos que la ciencia produce nuevos conceptos y teorías, que puede ser interpretados como artefactos, como una herramienta abstracta con una función cognitiva (una similitud a la función técnica o su aplicación).

Positivamente, el diseño y la ciencia son similares porque son el resultado de la capacidad intelectual que tenemos para resolver problemas. No existe deferencia entre las “capacidades cognitivas utilizadas para la ciencia o el diseño”. Negativamente, el diseño y la ciencia están dominadas por normas. Por un lado la ciencia por normas epistémicas, y por el otro lado el diseño por normas prácticas. Esto nos hace pensar que el desarrollo de teorías y planeación de metodologías están influidas por funciones cognitivas más complejas.

Finalmente, si pensamos en que la ciencia y el diseño son iguales, tenemos que identificar las distinciones entre estas acciones inteligentes o intelectuales en diferentes motivos, tales como (1) objetivo, (2) la materia, (3) los productos, y (4) la metodología (Galle & Kroes, 2014). Resumiendo nuestra comparación entre diseño y ciencia, usando siempre esa naturaleza de acciones inteligentes, llegamos a lo siguiente:

1. El diseño y la ciencia, casi siempre tienen diferentes objetivos. El objetivo puede ser descrito de varias maneras: para estudiar o describir el mundo presente, para hacer cosas para cambiar la manera de ver el mundo; la producción de conocimientos (teorías) frente a la producción de recetas de cómo actuar (propuestas de artefacto).
2. El diseño y la ciencia tienen un propósito similar, conocer el "mundo". Comprende el dominio de lo natural y de lo artificial: la ciencia estudia los fenómenos naturales y artificiales; el diseño produce propuestas para cosas artificiales. Pero, para que esto resulte, el diseño como tal, tiene que estudiar los fenómenos naturales y artificiales profundamente o basarse en los resultados de la ciencia.
3. El diseño y la ciencia producen artefactos simbólicos: teorías (y otros productos de la ciencia) que son tomadas como simbolismos o como propuestas de artefactos. Sin embargo, las teorías de la ciencia son descriptores cognitivos, mientras que los artefactos de diseño son propuestas de prescripción práctica.
4. Metodológicamente, la ciencia y el diseño difieren en cuanto a los criterios de evaluación para la solución de problemas. Cabe destacar que, la verdad (en cualquier sentido) es una preocupación primordial en la evaluación científica, pero no necesariamente tiene algún sentido discutir la “verdad” en alguna propuesta de diseño.

Esta controversia es la puerta a la propuesta de esta tesis, en entender los límites y las ventajas de introducir métodos científicos en metodologías de diseño. Donde el conocimiento busca completar los espacios vacíos que la práctica del diseño no ha podido llenar. Es por esto que el diseño y la ciencia tienen que converger en nuevas prácticas, posiblemente nombradas científicas, en una ciencia del diseño.

## 2.1.2 En Diseño: La evolución contemporánea del desarrollo de productos.

En el siguiente apartado se describirá la evolución del diseño, de ser una disciplina de fabricación, a convertirse en una ciencia del desarrollo de soluciones para las personas. No podemos abarcar un ámbito tan extenso, por eso puntualizaremos en la información que nos ayude a comprender claramente los motivos por qué el diseño, evolucionó a ser lo que en este trabajo de tesis se plantea.

A un nivel básico, podemos describir al diseño como el área dedicada a la creación de artefactos e investigación del usuario. Sin embargo, su evolución ha hecho que esta área tenga intereses de tipo industrial como de tipo científico. Más adelante, también describiremos la ciencia y cuáles de éstas son las que están en mayor contacto con el diseño moderno.

Para poder apreciar la naturaleza del diseño, es preciso que nos adentremos un poco en el desarrollo histórico de la configuración de los productos o de su uso. Iniciaremos con definir la palabra diseño, ya que ha sido usada en el primer capítulo numerosas veces, pero no se describió concretamente su carácter. El concepto en castellano está descrito con varias acepciones, las más destacables son: “concepción original de un objeto u obra destinados a la producción en serie” y “forma de cada uno de estos objetos” (RAE, 2014).

Sin duda, existen un sinnúmero de definiciones para la palabra diseño. Algo que debemos tomar en cuenta cuándo nos referimos al concepto de diseño es el ambiente y el valor semántico por disciplina. El concepto de diseño puede variar si lo describimos desde el diseño industrial, diseño gráfico, arquitectura, diseño de empaques, diseño de programas, diseño de la producción y servicios; ; en cualquier caso “diseño” puede referirse o ser utilizado para hacer referencia al proceso de creación de algo mayormente tangible (Hertenstein, Platt, & Veryzer, 2013)

En términos de diseño, para poder darle entidad a lo tangible hace falta definir sus funciones. Expertos del diseño definieron el concepto de tangible (objeto) desde tres funciones fundamentales: la estética, la práctica y la simbólica. Estas tres funciones fueron descritas como la identidad del producto tangible, que siempre estarían presentes, no necesariamente tenían que tener la misma carga conceptual, pero era importante en el concepto global del producto (Löbach, 1981) (véase figura 4).



Figura 4. Esquema del concepto de diseño industrializado (reproducido de Löbach, 1981)

Este principio es la base del diseño contemporáneo. Históricamente, el diseño se enseña como profesión y eleva a disciplina generadora de conocimiento. La escuela de la Bauhaus fue la institución que más aportó en el inicio del década de los 30. Henry Van de Velde fue el fundador de esta institución por ende uno de los padres de la práctica como tal (Bürdek, 2002). Muchos de los fundamentos que se

enseñaron en la Bauhaus se representan en el diagrama reproducido (figura 5), donde la forma de vida determina una identidad de las cosas.



Figura 5. Adaptación de las cosas en el diseño (reproducido de Bürdek, 2002).

Los círculos representados en el diagrama representan un ciclo donde las necesidades pueden ser creadas o pueden ser dadas por el entorno natural, pero este entorno no es ajeno a la forma de vida de las personas. Este pensamiento es el principio que regiría las metodologías y procesos de diseño por un largo tiempo. Margolin (2009) describió cómo este pensamiento se alimentó de la carga social y la tecnología que iba aumentando por la producción.

El gran cambio de paradigma se da a finales del siglo XX, donde el dominio de la investigación en diseño empezó a tener una característica de actividad emocional. Todas aquellas metodologías que el área se usaban, empezaban a tomarse como métodos y conocimiento aplicable en más áreas (Pahl & Beitz, 1996). Las implicaciones que el diseño empezaba a tener afectaban el campo de acción de otras áreas, por ejemplo Visser, hablaba de un prematuro enlace entre la psicología y el diseño, donde esto se transformaba en la investigación cognitiva del diseño (Visser, 1996).

La intangibilidad de los objetos, es otro factor de cambio en el diseño. El artefacto como tal empieza a tener su propia interactividad, una identidad sin necesidad de un uso como tal. Este comportamiento hace que la diversidad de áreas de diseño se expanda (Carroll, Rosson, Chin and Koenemann, 1998). La era digital fuerza al diseño a replantear su enfoque, organizar y estructurar su propia identidad. El impacto de esos nuevos artefactos/productos, hace cambiar la dinámica, el diseño se debe plantear si es capaz desafiar las necesidades futuras que las actuales. El diseño debe anticipar el impacto de un producto antes de que llegue a las manos de los usuarios. (Carro et al, 1998). Los nuevos cambios en el diseño producen cambios en el entorno.

Finalmente, toda esta evolución se va centrando en varios factores que tienen que ver con el comportamiento de los usuarios, y cómo entenderlos. Dejando atrás las necesidades básicas como motor de los procesos de diseño y enfocándose en las necesidades futuras: las necesidades de identidad personal, emocionales y de aspiración. El nuevo diseño se convierte en un benefactor de la multidisciplinariedad para los procesos de diseño.

El carácter formado a través de los años, ha hecho que la naturaleza del diseño sea una disciplina integradora en la intersección de varios campos. Este diseño es en una dimensión un campo del pensamiento práctico y en otra dimensión un campo puro de investigación. Friedman (2003) describe este nuevo diseño en seis dominios generales: ciencias naturales, humanidades y las artes liberales, ciencias sociales y del comportamiento, profesiones humanas y servicios, artes creativas y aplicadas, y la tecnología e ingeniería. El diseño ha evolucionado en varias áreas que requiere de nuevos métodos para poder abordar las problemáticas y soluciones dependiendo los dominios en los que se enfoca.

### 2.1.3 En Ciencia: La investigación en el diseño.

El nuevo diseño al tener una multi-entidad requiere de una perspectiva más especializada. Este apartado tocará un tema importante en el desarrollo de la tesis. El término de investigación en diseño, ha estado rondando en la práctica del diseño desde hace algunos años. El Diseño como disciplina, es joven (o tal vez, de un aprendizaje lento). En cualquier caso, aún no ha desarrollado las estructuras internas y las competencias que las disciplinas de mayor edad poseen (Owen, 1998). El diseño actualmente no es una ciencia, como se dijo apartados anteriores. Puede llegar a serlo, pero tiene un carácter propio, valores, medidas y procedimientos. Es por esto que el trabajo del diseñador se ha equiparado con cualquier experto de una disciplina, y se debe actuar como en cualquier otra disciplina que genera conocimiento.

Gran parte de las discusiones recientes de la investigación del diseño se centran en los aspectos metodológicos. La investigación del diseño es una actividad que tiene como objetivo producir conocimiento útil para las personas que diseñan (Manzini, 2009), conocimientos de diseño que los diseñadores y no diseñadores (individuos, comunidad, instituciones y empresas) pueden utilizar en sus procesos de diseño y co-diseño.

Dorst (2008) propone que la discusión sobre la naturaleza y la calidad de la investigación del diseño se debe centrar en los métodos. Ya que es la base de los resultados obtenidos a lo largo de la incursión como ciencia. La práctica del diseño se tiene que fundamentar en cómo se llevan a cabo los fenómenos de diseño (implicando un grado de interpretación). La propiedad del conocimiento en diseño debe ser la investigación generada, de naturaleza y calidad viable, para ser adoptada por los diseñadores y otros. Ese conocimiento de diseño es una colección de diferentes filosofías o doctrinas con diferentes propósitos. Muchos de estos conocimientos incluyen la visión de estimular y dirigir cuestiones estratégicas, propuestas que integran el desarrollo de proyectos específicos; herramientas para ayudar a clarificar y poner en práctica las ideas de diseño; junto con reflexiones sobre el sentido que debemos sentir al momento que diseñamos.

Sin embargo, el conocimiento del diseño también puede ser descrito en términos de forma. Este debe ser explicado, discutible, transferible y acumulable. Debe ser conocimiento que pueda ser claramente expresado por quién lo produce, discutido por quién esté interesado, aplicado por cualquier diseñador y debe convertirse en un punto de partida para otros diseñadores o investigadores que quieran producir nuevo conocimiento. También podemos abordar el conocimiento desde su final, el resultado. Es posible remarcar otros diversos tipos de métodos de investigación y metodologías para comparar su naturaleza. Por ejemplo, la investigación que produce herramientas conceptuales y operativas para el diseño o la investigación nos ayuda a entender la naturaleza del artefacto (Manzini, 2009). A esto nos referimos con ejemplos prácticos de metodologías.

Por lo general, la investigación en diseño ha adoptado métodos de disciplinas dotadas de una tradición de investigación consolidada, adaptándolas a las necesidades propias del diseño. Aunque esta adopción es parte de la misma naturaleza del diseño, siendo una disciplina nacida con dotes integradoras e inserciones en diferentes campos. Y uno de sus principales dotes es el pensamiento y la investigación (Friedman, 2003). Podemos hacer dos distinciones sobre estas adopciones en el mundo del diseño. La primera sería en el campo de la "investigación para el diseño", normalmente incluye métodos de la etnografía, la semiótica, la ergonomía, y distintas disciplinas tecnológicas y económicas. La segunda distinción es sobre la "investigación sobre el diseño". Está a menudo incluye a la historia, la sociología y la filosofía (Manzini, 2009). Owen (1998) ya hablaba de la sistematización del conocimiento, dando ejemplo de alguna otra disciplina y también en el diseño. En la figura 7, podemos ver cómo el diseño

tiene que estructurarse para que el modelo teórico pueda generar conocimiento que será el centro que alimentará al proceso de diseño, y además fluir en ambos sentidos.

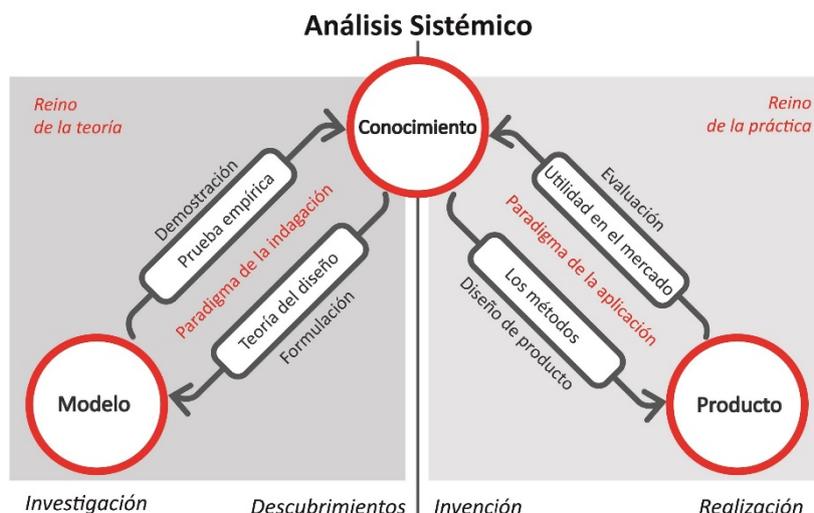


Figura 6. Esquema de análisis sistemático del conocimiento (reproducido de Owen, 1998)

Hasta cierto punto es “normal” hacer investigación del diseño desde los métodos y procesos de las otras disciplinas. Sin embargo, lentamente la investigación del diseño empieza a enfrentarse a verdaderos retos orientados con las ramas de la investigación propia del diseño. Podemos empezar a ver flujo de información y de conocimiento orientados al contenido de diseño y emociones, diseño de experiencias, diseño para la usabilidad, o el diseño centrado en el usuario, entre otros. Pero ese mismo flujo reciente hace que no podamos darle soporte a todos los ámbitos. Sin contenido de ciencia pura, es difícil enmarcar ese contexto para el propio diseño y sus métodos.

La investigación del diseño se ha abierto a varios ámbitos y por ende podemos ver hoy en día múltiples disciplinas que acuden al mismo pensamiento de diseño para resolver sus problemas. Desde que la disciplina de diseño ha podido alcanzar ese estatus de ciencia de conocimiento, podemos observar la relevancia en las prácticas de negocios, innovación, y científicas. Parte de esa mutua adopción, uso y colaboración con otras disciplinas, se han generado ciertas herramientas que han marcado una tendencia en la investigación, y principalmente en el aspecto emocional.

## 2.1.4 En Diseño: Del diseño efectivo al diseño emocional para medir las reacciones de los usuarios.

En los apartados anteriores, se han descrito aspectos de similitud y evolución del diseño como disciplina y ciencia de conocimiento. La multi-entidad o multidisciplinariedad del diseño ha hecho que en los últimos años se priorice entender un aspecto para diseñar objetos o servicios: La emoción.

En 1999 y 2000 varios teóricos del diseño empezaron a indagar en aspectos de las emociones y el diseño. Rápidamente fueron explorados diferentes estudios que juntaban elementos emocionales y aspectos del diseño. Bajo una misma lupa, se empezaron a describir factores psicológicos y diversas metodologías para modificar y provocar emociones en la forma más natural posible.

Actualmente, los términos de diseño y emoción en conjunto no están claramente definidos, y sigue habiendo una confusión en cómo se deben de aplicar o entender esta unión: ¿Qué significa diseño de emociones? ¿Qué es el diseño emocional? ¿Qué es el diseño afectivo? Y ¿Cuál es la relación entre las emociones, el diseñador y sus diseños? Todas estas preguntas se pueden ir respondiendo a medida que conozcamos la opinión de varios expertos y exploremos las razones de por qué esta tendencia ha cambiado la práctica del diseño (Wai & Siu, 2012).

Para poder entender la relación que se creó alrededor del término diseño y emoción, debemos entender estos dos conceptos de una manera acotada. En los apartados anteriores ya se había descrito el término de diseño. Ahora toca el turno al concepto de emoción. El término actual en castellano se describe como: Alteración del ánimo intensa y pasajera, agradable o penosa, que va acompañada de cierta conmoción somática (RAE, 2014). Sin embargo, este término fue introducido por primera vez por Platón (c.390 BC), pero no fue reconocido hasta que la psicología moderna prestó atención a su significado. Charles Darwin fue de los primeros en señalar la emoción como un importante factor del comportamiento social y la comunicación humana (Darwin, 1872). Basado en esta teoría, Dewey argumentó que la emoción puede ser influenciada por la experiencia (este término lo escucharemos más tarde como un factor del diseño emocional), por lo tanto, puede que la emoción no sea una respuesta directa de un estímulo externo (Dewey, 1934).

Sin embargo, las contribuciones de Darwin y Dewey hablan del ambiente, y del contexto, y no de un posible origen en el cuerpo. William James, considerado uno de los padres de la psicología, no aceptaba estos argumentos. Él expresó que la emoción era una reacción del cuerpo, causada por un estímulo externo o del ambiente (James, 1884). Posteriormente, otros autores tomaron estos argumentos para desarrollar su propia explicación del concepto de emoción; un principio de retroalimentación entre el cuerpo y sentimientos conscientes, y una manera de evaluar los eventos exteriores y procesarlos internamente (Wai & Siu, 2012).

Cuando la emoción se consideró un elemento más fisiológico que psicológico, nuevos experimentos empezaron a surgir y plantear nuevas ideas sobre qué eran las emociones. Sin embargo, esto creó dos vertientes de investigación. La primera vertiente consideraba la emoción como una auto-organización y estado integrador del ser humano, coherente con la respuesta de varios sistemas fisiológicos. Sin embargo, la segunda vertiente consideraba otro tipo de estudio que exigía hacer hincapié en las variables sociales, psicobiológicas del comportamiento y el procesamiento de la información.

La investigación de las emociones de los años noventa, dió más información al reciente diseño emocional. Tassinari y Cacioppo (1992) fueron de los primeros que exploraron cómo las emociones de los consumidores se veían afectadas por el producto (es decir, los resultados de diseño), puesto que el producto afectaba la percepción del consumidor (auto-referencia) en el proceso entre usuario y producto. Posteriormente, Creusen (1998) en acuerdo con Tassinari y Cacioppo, subrayó que la emoción puede ser un factor clave en el proceso de comprar, ya que afecta a la toma de decisión de un bien o un servicio.

La nueva tendencia creada entre la emoción y esa relación, entre el deseo y gusto y decisión de comprar, impulsó a que se desarrollaran tres tipos de investigación basada en las funciones de los diseñadores, los resultados de diseño y los usuarios/consumidores en el proceso de diseño, y el diseño del mismo consumo. Los primeros estudiosos de la materia "Diseño y Emoción" buscaban la razón del impulso de compra. Ellos creían que el diseñador debería conocer esa experiencia de antemano, así sería más fácil diseñar (Desmet & Hekkert, 2009).

En el 2003, Desmet y Hekkert propusieron un modelo experimental para clasificar las emociones evocadas por un producto en cinco clases:

- Las emociones de sorpresa.
- Las emociones instrumentales.
- Las emociones estéticas.
- Las emociones sociales.
- Las emociones de interés.

Cada una de estas clases se crearon en base a la experiencia de campo con usuarios. El resultado de este estudio reveló que un producto podría provocar una de estas emociones, o bien un conjunto de varias de ellas. El proceso que evoca una emoción en un usuario es el resultado de un proceso universal (genérico), pero las respuestas emocionales son complejas y personales.

Norman (2004) introdujo un proceso de relación entre los usuarios y los resultados del diseño, sus tres niveles emocionales: nivel visceral, conductual y reflexivo, descritos en su libro: *Why We Love (or Hate) Everyday Things*. Norman describe el nuevo diseño emocional, lo hace con esa relación de diseño y el resultado que producen para los usuarios o consumidores (experiencias). Los tres niveles son:

- El nivel Visceral se refiere a la apariencia de las cosas. Se puede definir como el resultado de las primeras impresiones entre el producto y el usuario.
- El nivel Conductual se refiere al placer y la eficiencia del uso. Se puede definir como el resultado de esas acciones y emociones suscitadas por la interacción entre el producto y el usuario.
- El nivel Reflexivo se refiere a la satisfacción, al nivel personal y los recuerdos. Se puede definir como aquellas emociones más personales o asociada a eventos al momento de interactuar con el producto.

En los años siguientes, otros expertos en la materia definieron el diseño emocional desde el punto de vista de las necesidades y la experiencia para los usuarios. Las preocupaciones emocionales podrían enriquecer la experiencia a través de las mismas necesidades básicas del diseño (práctica, funcional y simbólica). Chitturi (2009) introdujo una nueva referencia a la creciente ola del diseño emocional. Él llamó a este término diseño afectivo, el cual debe proporcionar un beneficio a los usuarios. Un beneficio no solo de cambios emocionales al consumir o al interactuar con el producto, sino también después de toda interacción. El consumo globalizado permitiría generar artefactos que jugaran con las emociones positivas y con las negativas.

Hay definiciones limitadas en relación con el término de Diseño Emocional. De todos los estudios y teorías mencionadas anteriormente, parece que el Diseño Emocional se refiere a un producto que podría provocar emociones, enfocado a las necesidades y la experiencia de los usuarios. En resumen, los criterios y condiciones clave se pueden mostrar en los siguientes argumentos:

- La interpretación del usuario provoca una emoción, por el resultado del diseño. Esto es universal, pero la respuesta emocional es bastante compleja y personal.
- Hay tres niveles de procesamiento de la información de acuerdo con la situación y la respuesta: viscerales, conductuales o reflexivos.
- El Diseño Emocional no solo se comunica a través del diseño, función, forma y función, sino también construye un elemento de experiencia para el usuario en sus necesidades y demandas.
- El Diseño Emocional debe ser consumido, tiene que estar enfocado a los usuarios.
- Los cambios en las emociones positivas y negativas conllevan cambios que afectarán la lealtad de los consumidores/usuarios.

Wai y Siu (2012) presentaron un modelo teórico sobre la visión de un “Diseño Emocional” con normas en términos específicos, como tres niveles de acción, apoyados por los tres niveles emocionales de Norman (véase figura 6). La base de todo el diseño emocional es la integración entre diseñadores, el diseño y los usuarios. La interacción entre el diseño y el usuario es ese “Diseño Emocional básico” donde

el elemento más predominante es lo conductual, y finalmente un “Diseño Emocional avanzado” donde el diseñador debe enfocarse en el producto, un elemento visceral totalmente apoyado de un proceso reflexivo por parte del usuario.

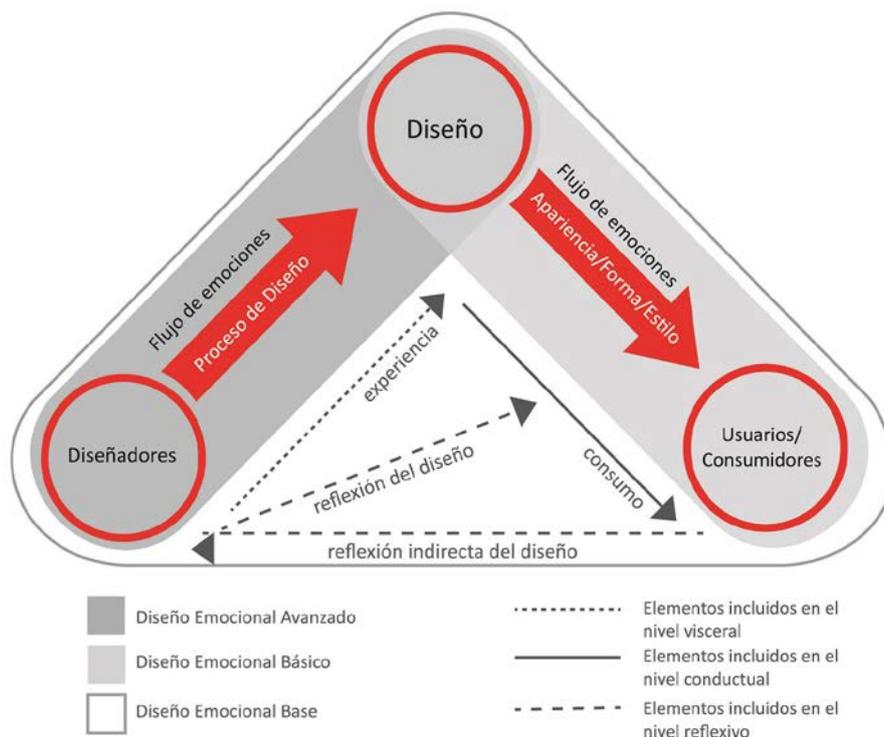


Figura 7. Esquema de diseño emocional en todos los niveles (reproducido de Wai y Siu, 2012).

Toda la información que se ha generado alrededor del diseño emocional, se torna en varios métodos de recolección o de medición. Todas las teorías o planteamientos que se han realizado, dan origen a varias maneras de interpretar qué es lo que evoca un producto o un servicio. En los últimos años, se han generado numerosas herramientas o métodos que intentan describir las emociones de los usuarios de la mejor forma. Sin embargo, estos métodos son basados en interpretaciones. Bajo ciertas limitaciones o restricciones se puede extraer o describir un gran número de emociones que puede ser provocado por el diseño.

Uno de los organizaciones más importantes en la práctica de diseño es la *Design and Emotion Society*. Periódicamente, esta organización proporciona una lista de las herramientas más utilizadas en la práctica e investigación (“The Design and Emotion Society,” 1999). Las herramientas o métodos que aconseja son aquellas que tratan de cuantificar o trasladar las impresiones emocionales evocadas por productos. Bajo el título: *tools to measure the emotional reaction to products*, se enlista una serie de herramientas recomendadas. A continuación las describiremos brevemente:

- 2DES: También llamada: *two-dimensional emotion-space*, esta herramienta es asistida por un ordenador/plataforma que capture el movimiento de un ratón o puntero (Schubert, 1999). Los participantes tiene que mover el puntero sobre un espacio definido donde se presentan dos dimensiones bipolares para valencia y arousal. Ambas dimensiones son etiquetadas por pictogramas que representan emociones o sensaciones.
- PrEmo: Esta herramienta es un auto-reporte no verbal que mide 14 emociones que usualmente son provocas por el diseño de un producto (Desmet, Hekkert, & Jacobs, 2000). La fortaleza de

esta herramienta es la combinación de dos cualidades: mide distintas emociones y puede ser utilizado en distintas culturas, ya que no requiere de la verbalización de la emoción. Al utilizar imágenes (caras con gestos faciales) puede ser utilizada para combinar emociones. Esta herramienta es muy popular por la flexibilidad en la evaluación emocional de productos.

- Self-Assessment manikin (SAM): Es una técnica pictórica de evaluación no verbal que mide directamente el placer, la excitación y el dominio asociado con la reacción afectiva de una persona hacia varios estímulos (Bradley & Lang, 1994; Morris, 1995). Usando una escala de nueve niveles acompañado de imágenes (representación geométrica de un cuerpo humano) se mide las tres dimensiones antes mencionadas. Esta herramienta se popularizó para evaluar publicidad. Esta técnica presenta un elevado uso de imágenes para poder obtener las reacciones de las personas.
- Geneva Emotion Wheel (GEW): Es una herramienta teórica y empírica derivada de las pruebas realizadas para medir las reacciones emocionales hacia los objetos, eventos o situaciones (Scherer, 2005). Esta herramienta se aplica usando un diagrama donde la persona debe indicar el nivel de intensidad experimentado para una sola emoción o una mezcla de varias emociones entre 20 familias distintas. Las familias están distribuidas en un diagrama en forma de rueda con dos grandes ejes que definen la experiencia emocional: valencia y dominio.
- Emo: Más que una herramienta, es una técnica para interpretar emociones. La prueba consiste en grabar a los participantes mientras están interactuando con un producto. Posteriormente, la recolección de datos se da en base a interpretaciones de la interacción persona-objeto bajo ciertos criterios. Esta técnica se está utilizando actualmente para acompañar dispositivos que midan aspecto psicofisiológicos.
- Feeltrace: es una herramienta desarrollada para observar el contenido emocional de un estímulo en tiempo real, permite la dinámica emocional en episodio derivados de discursos psicológicos (Cowie et al., 2000). La herramienta se basa en dos dimensiones: la activación y la evaluación derivada del estado emocional. Los dos ejes se componen de lo activo a lo pasivo y de lo positivo a lo negativo. Esta herramienta se representa sobre un círculo, los estados emocionales se ponen en los límites del círculo definido con la neutralidad emocional en el centro.
- Emoscope: es un conjunto de herramientas que permiten un tratamiento riguroso y exhaustivo de los datos en tiempo real de la interacción emocional (Asutay et al., 2012). Esta herramienta sugiere un protocolo de intervención que reduce los costos y la duración del desarrollo del producto, garantizando las prestaciones útiles para el desarrollo de productos. Esta se aplica a través de una plataforma que define una paleta de sentimientos rigurosamente tipificados y adaptados al producto.
- Positive and Negative Affect Scale (PANAS): Esta herramienta se basa en una escala psicométrica desarrollada para medir las construcciones independientes del afecto positivo y negativo de estados o rasgos emocionales (Crawford & Henry, 2004; Dufey & Fernandez, 2012). El afecto positivo y negativo en esta herramienta se basa en los estados y rasgos de la personalidad de los participantes. PANAS fue desarrollado originalmente para estudios clínicos, pero también para evaluación de experiencias para participantes con estados de ánimos bipolares.
- PAD emotional state model: Esta herramienta usa tres dimensiones Placer, Arousal y Dominio para representar y medir todos los estados emociones (Mehrabian, 1996). Inicialmente se utilizó en el ambiente de la psicología, donde la idea central era el efecto de los entornos físicos en las personas. La versión más popularizada de esta herramienta es la que utilizar solo 64 valores posibles para las emociones.

- Differential Emotional Scale (DES): Esta herramienta son también conocido como escalas de diferenciales semánticos (DS) y se basa en el uso de palabras bipolares para describir la percepción de una emoción. Esta herramienta presenta varias ventajas para el trabajo de investigación, a continuación se describirá.

## 2.1.5 Diferenciales semánticos.

Los diferenciales semánticos (DS) es una herramienta que se ha consolidado para evaluar percepciones emocionales. Esta herramienta se ha popularizado entre los procesos emocionales y afectivos de varios campos del diseño de producto como objeto, decoración e interfaces. De un alto valor cualitativo, los DS son sin duda uno de los métodos a introducir en esta investigación.

Dadas las características de esta herramienta se ha contemplado para complementar las dos mediciones fisiológicas que se emplearan en la experimentación de la tesis. En este apartado del capítulo se describirán detalles acerca de esta herramienta. Para poder entender bien todo el concepto global de los diferenciales semánticos, hace falta definir varios términos que están alrededor. Esta herramienta también puede ser nombrada de distinta forma, pero poseen la misma función: escalas semánticas [SC] o adjetivos semánticos [AS]. Otros términos relacionados con DS son la Semántica de producto (SP) o del objeto y de la ingeniería Kansei (KE).

Primeramente, iniciaremos definiendo qué es la semántica del producto. Aunque existen varios autores que indican que esta técnica nace en los años setenta en Alemania, no es hasta 1984 que Krippendorff y Butter (1984) definen a la SP como el estudio de las cualidades simbólicas de formas hechas por el hombre en el contexto de su uso y la aplicación en la práctica del diseño. Unos años más tarde, Krippendorff (1989) ampliaba la definición de la SP como un nuevo estado del producto mismo, donde las funciones tanto físicas, como de uso y simbólicas construyen un todo en el producto. La SP se define como un sistema que puede originar y expresar, con diferentes lenguajes, una comunicación hacia al usuario, y en especial de tipo emocional.

Sin embargo, este término no es totalmente propio de la disciplina de diseño, Osgood, Suci y Tannenbaum (1967) presentaron un trabajo titulado “The Measurement of Meaning” que trataba sobre un estudio del significado afectivo, es decir, de las reacciones emocionales que acompañaban a una palabra. Cada palabra fue sometida a una prueba a la cual denominaron como diferencial semántico.

La estructura base de una prueba de diferencial semántico es medir la percepción que los consumidores tienen de un artefacto. El sujeto crea un juicio subjetivo del producto que se le pone en frente (o bien una imagen). Este juicio se hace a través de pares de adjetivos descriptores opuestos (un ejemplo de estos es la palabras feliz/triste) y se puntúa con una escala numérica gradual. Estas palabras son lo que llamamos “adjetivos semánticos”. Las palabras utilizadas están cargadas de una connotación semántica o morfológica. En términos lingüísticos, el uso de estas palabras tiene que estar limitado por su clasificación y deben utilizarse coherentemente (Demonte, 1995).

Es importante resaltar, que el DS es una herramienta que se centra en evaluar factores emocionales. Es decir, que no se centra en entender el significado básico de las palabras utilizadas, sino sobre las percepciones generadas por las mismas. La aplicación del DS se basa en entender el significado de la palabra (descriptiva, emocional o afectiva) y la afinidad que puede tener con lo que se desea evaluar.

Por otro lado la Ingeniería Kansei es una metodología desarrollado para diseñar nuevos productos. Su creador el profesor Mitsuo Nagamachi, buscaba traducir las expectativas emocionales de los clientes en

especificaciones técnicas de diseño (Nagamachi, 1995). El termino Kansei, usado en IK es una palabra japonesa cuyo significado es muy cercano a las palabras “sensación”, “emoción” o “sentimiento”.

KAN = Sensación, Sentimiento, Impresión. SEI = Características, Naturaleza, Calidad

KAN SEI = Sentimiento (imagen mental) + Características o Cualidades

La IK provee la información que permite integrar el espacio semántico (valoraciones del Kansei) y el espacio de propiedades (características de producto). Esta metodología de diseño integra una serie de métodos que van desde los semánticos hasta los estadísticos, con el fin de crear un modelo para poder tomar decisiones de diseño frente a las complicaciones estéticas, funcionales y simbólicas (Nagamachi, 2002).

La IK como tal es un método de diseño de productos muy utilizado. También tiene un potencial evaluador por la serie de métodos que utiliza. Sin embargo, muchos de sus fines están orientados a factores estéticos. Todos los demás factores que incluye llegan a ser evaluados de manera muy subjetiva. Esta tesis al centrarse en evaluar objetivamente los factores emocionales y estéticos, solo utilizara las referencias que los DS pueden dar a los resultados de las metodologías diseñadas. Los detalles de cómo funciona esta técnica o herramienta serán explicados en el siguiente apartado.

### *2.1.5.1 Construcción del diferencial semántico.*

Alrededor del Diferencial Semántico se tiene dos elementos que deben ser detallados para poder entender correctamente esta herramienta. El perfil semántico es el primero de estos elementos. Quarante (2001) detalla el perfil semántico como el resultado del cálculo de los datos obtenidos a partir de las respuestas recabadas. Con esta información se crean perfiles semánticos los cuales son descriptores (palabras con significados similares o de la misma naturaleza).

El segundo elemento es el espacio semántico, Page et al (2001), un grupo de diseñadores valencianos, publicaban su interpretación de este espacio semántico, como el rango de palabras que se utilizan para descubrir los atributos o elementos de un objeto. Ellos definieron las ideas similares y lo conjuntaron en ejes dependientes.

El perfil o el espacio semántico nos llevan a realizar un proceso de búsqueda, selección y reducción de descriptores. Este es el proceso más simple que se puede realizar para poder crear una serie de diferenciales que nos ayudarán a entender la percepción de un objeto. Las palabras que se utilizarán son sin duda, la acumulación de las percepciones, los pensamientos y emociones que se medirán. En esto se basa el éxito de esta herramienta y el porqué es tan popular en la disciplina del diseño.

El DS también guarda ciertos criterios negativos dentro de su construcción. La gran mayoría de las veces cuando se construye o se selecciona un grupo de palabras, se hace desde el criterio subjetivo del diseñador/investigador que plantea el método (Hsu, Chuang, & Chang, 2000; Petiot & Yannou, 2004). Sin embargo, uno de los precursores del método, ya había hablado al respecto sobre esta supuesta negatividad del método. Nagamachi (2002) sugiere que las palabras descriptoras sean obtenidas del contexto, de los mismos usuarios y aportaciones de los diseñadores.

Principalmente, el contexto puede decirse que es parte de ese ámbito tangible que puede rodear a un producto en términos técnicos o simbólicos (Nagamachi, 1995, 2002). Posteriormente, otros autores señalaban la importancia de realizar observaciones de las personas involucradas en los métodos de DS (Delin, Sharoff, Lillford, & Barnes, 2007). Se tiene que considerar que estos procesos son largos y de

evaluaciones complejas, por la dificultad que puede existir en la “empatía” para comprender a los usuarios.

Otra cuestión sobre la construcción de los DS es el número de descriptores utilizados. Existe una infinidad de publicaciones donde se exponen múltiples muestras de descriptores desde las 12 palabras hasta las 100. Por lo tanto, no hay un criterio único para su selección. Sin embargo se tiene que tener en cuenta la cantidad necesaria para describir los detalles de un producto o las cualidades que se quieran resaltar.

La construcción del DS en uso se da en forma gráfica. La Escala Likert es una de las técnicas más utilizadas. En la escala Likert se especifica el nivel de acuerdo o desacuerdo con una única palabra o frase. En cuanto al rango de la escala Likert, presenta por lo general varios niveles, todo depende del diseño del método, aunque también puede ser representada por valores numéricos. El DS se representa por medio de una puntuación o niveles, los cuáles pueden ser utilizado para obtener un valor cuantitativo de una valoración (en este caso de la percepción de un producto).

No obstante, tampoco se puede encasillar la estructura del DS de esta manera. Hasio y Lin (2002) presentaron un trabajo donde utilizan las valoraciones cualitativas con Escalas Visuales-Analógicas (VAS), en el cual el usuario puntúa en un rango sin calificación numérica, señalando el grado de acuerdo o desacuerdo. En este trabajo de tesis veremos las mismas estructuras de la configuración de las escalas Likert, con los diferenciales semánticos, a lo que llamaremos como Escalas Semánticas (véase figura 8).



Figura 8. Estructuras del Diferencial Semántico utilizados en los experimentos.

## 2.2 Conclusiones sobre diseño y ciencia.

Este primer capítulo de revisión bibliográfica se orientó a compartir una idea inicial sobre el diseño y la ciencia. Se describe una comparación filosófica sobre la naturaleza de las dos disciplinas. El motivo principal de esta comparación es motivar y exhortar a la práctica de diseño a explorar alternativas para mejorar el pensamiento metodológico dentro del diseño y disciplinas relacionadas.

A lo largo del capítulo se describió cómo el diseño tiene la capacidad de transformar su naturaleza para generar una práctica más adecuada a las nuevas tendencias de investigación. También se expusieron varias herramientas surgidas de la investigación de las emociones en diseño. Estas herramientas han apoyado al diseño a fortalecer sus prácticas de evaluación emocional a lo largo de muchos años. Entre las descritas se eligió a los diferenciales semánticos como la herramienta subjetiva a introducir en la investigación doctoral. Esta herramienta es una de las que más participación ha tenido en la práctica del diseño con otras áreas de conocimiento.

Este segundo capítulo es solo la apertura a una revisión bibliográfica más puntual. Describiremos cómo varias áreas de conocimiento han llegado a interactuar en los últimos años y los resultados que han obtenido. Disciplinas que inicialmente trabajaban en solitario, con herramientas de gran potencial, han cambiado su manera de trabajar. Todas con la motivación principal de entender al ser humano en varias de las actividades más complejas: elegir, comprar y consumir productos y servicios.

# Capítulo 3:

## Neurociencias Aplicadas

### 3.1 Contribuciones de la neurociencia: ¿cómo se mide el comportamiento del usuario/consumidor?

El tercer capítulo del documento de tesis abordará una de las tendencias que originan gran parte de esta investigación. Este capítulo contiene la introducción de varios conceptos que giran en torno a cómo una disciplina clínica interactúa con ámbitos del consumo y el diseño. El concepto de la aplicación de técnicas de neurociencia a estudios de respuestas emocionales y cognitivas de los usuarios o consumidores ha aumentado en los últimos años. De hecho, el uso de técnicas psicofisiológicas se ha estado utilizando desde la década de 1960. Podemos encontrar ejemplos de técnicas como la dilatación de la pupila, las respuestas electrodérmicas, el seguimiento de la mirada y la frecuencia cardíaca (Wang & Minor, 2008).

La electroencefalografía (EEG) también comenzó a ser utilizada en estudios relacionados con el consumo, pero esta técnica se abordará con más detalle en otro capítulo, ya que es una de las más potentes en el tema de las neurociencias aplicadas. Wang y Minor (2008) publicaron un trabajo donde describen la trayectoria de varias técnicas psicofisiológicas, con el fin de dar a conocer el comportamiento de estas disciplinas con relación al consumo. La tabla 2, destaca el número de publicaciones más relevantes con algunas de las métricas encontradas o citadas en varios estudios en las últimas décadas.

Tabla 2. Cronología de estudios publicados que usaron métricas psicofisiológicas para el consumo (reproducida de Wang y Minor, 2008).

Métricas	60s	70s	80s	90s
Análisis de ondas cerebrales no invasivo		1	3	
Lateralización hemisférica		1	5	1
Pupilometría	6	2		
Análisis electrodérmico	1		5	5
Análisis de tono de voz		2	2	
Respuesta cardíaca				1
Actividad vascular			2	
Actividad facial muscular			1	1
Análisis del movimiento ocular		4	3	8
Análisis de imagen cerebral				5

Los primeros planteamientos, aunque destacables en su tiempo, no eran capaces de satisfacer plenamente las expectativas metodológicas. La dificultad de relacionar los parámetros entrados con el comportamiento de consumidores o usuarios era alta (Kenning, Plassmann, & Ahlert, 2007). Entonces, no es hasta la evolución de la tecnología y la aparición de nuevas técnicas de imagen avanzada, cuando la aplicación de la neurociencia con estudios del comportamiento del consumidor despegó con fuerza.

Esta interesante mezcla de disciplinas dio como resultado un nuevo campo interdisciplinario que es conocido comúnmente como “las neurociencias del consumidor”. El profesor Ale Smidts fue el primero en nombrar el uso de técnicas neurocientíficas dentro la disciplina del consumo en 2002. A diferencia de la conocida expresión de “neuromarketing”, el nombre de “neurociencia del consumidor” es calificado como más apropiado (Hubert, 2010). La definición y delimitación de los términos en este nuevo campo ayudan a focalizar los esfuerzos que se realizan para aportar nuevo conocimiento. Es por esto que el concepto de “neuromarketing” se definió como las implementaciones prácticas sobre el conocimiento generado en las neurociencias del consumir de manera general. Estos términos pueden considerarse como subcampos de la neuroeconomía, que es el estudio de las condiciones neuronales y los procesos subyacentes en el consumo (Hubert & Kenning, 2008).

Como ya se había dicho, la euforia por las neurociencias aplicadas se debe en gran parte a las ventajas obtenidas por la neuroimagen. Más importante aún, los métodos neurocientíficos permitían identificar los procesos subyacentes responsables de la conducta, el interés y los procesos psicológicos (Sanfey, Rilling, Aronson, Nystrom, & Cohen, 2003). Gran parte del interés que se generó fue que se buscaba en las neurociencias la ayuda para entender el papel de las respuestas emocionales internas, las cuales juegan un papel importante en el complejo proceso de decisiones y afinidades (Sanfey et al., 2003).

La fiabilidad que proporcionan los datos fisiológicos objetivos de las técnicas de neurociencia, y la poca influencia que podría tener un sujeto en las mediciones, hicieron que los auto-informes y los datos de encuestas tuvieran menos relevancia, datos que habían sido por años resultados socialmente aceptados (Camerer, Loewenstein, & Prelec, 2005). La capacidad que tiene la neuroimagen al rastrear las respuestas neuronales de los consumidores al mismo tiempo que se procesa el estímulo, limitaba más esos sesgos de las técnicas convencionales.

Sin embargo, también existe cierta incertidumbre sobre la capacidad de la misma tecnología neurocientífica, ya que los enfoques psicofisiológicos son aún más complejos que la aplicación de las técnicas. A pesar del incremento de estudios empíricos en los últimos años, el escepticismo aún continúa, más en tratar de explicar las conclusiones útiles para la investigación en el consumo, y en general, una posible predicción del comportamiento económico (Lee, Broderick, & Chamberlain, 2007). En paralelo, la dificultad para los estudios económicos y de mercado de adoptar conocimiento de la lejana disciplina de la neurociencia, plantea un desafío a la hora de poder interpretar y traducir resultados precisos y significativos (Hubert, 2010).

### 3.1.1 La base neurocientífica de la neurociencia del consumidor.

En este apartado hablaremos de varias contribuciones que ha hecho la neurociencia para entender al consumidor. Nunca debemos olvidar que la neurociencia busca entender el sistema nervioso y el cerebro, cómo funciona, el grado de influencia que tiene en nuestro cuerpo y cómo nos hace percibir el mundo que nos rodea. Las técnicas neurocientíficas avanzadas permiten identificar cada vez con más precisión las regiones cerebrales donde existen respuestas neuronales.

La figura 9, muestra un esquema de las principales áreas del cerebro humano. Muchas de estas partes del cerebro poseen diferentes funciones. Existen las funciones motoras (como mover nuestro cuerpo, la acción de respirar entre otras) que son las más primitivas en el cerebro. Por otro lado, existen las funciones más complejas que son las que contralán los aspectos conductuales, emocionales y reflexivos de los humanos.

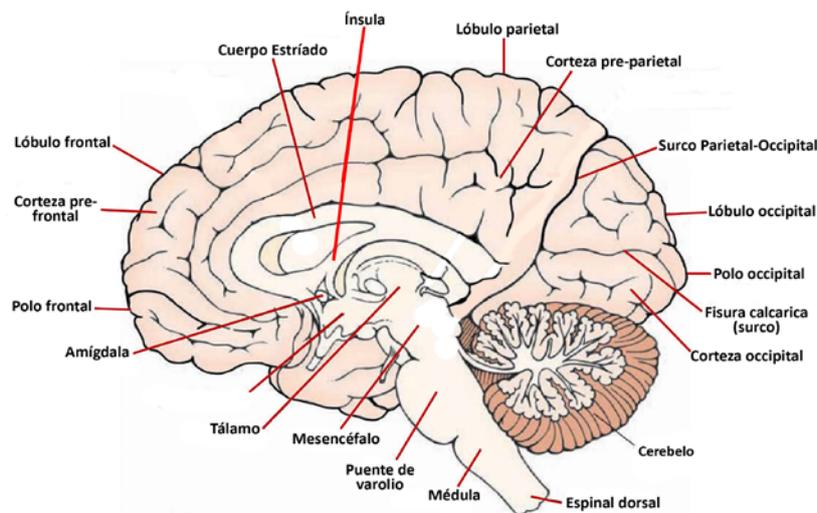


Figura 9. Partes relevantes del cerebro (imagen obtenida de la web).

Para poder explicar mejor este apartado y de las funciones complejas que se encarga el cerebro, se toma el trabajo de Solnais et al. (2013), una recopilación de publicaciones destacadas en el ámbito. Este trabajo destaca la importancia de la localización anatómica de las regiones del cerebro que hablan del comportamiento del consumidor. En la tabla 3, se presenta un resumen de las principales áreas del cerebro que se han descubierto como el origen de ciertas funciones claves para el comportamiento y la relación entre las ciencias del consumo y del diseño.

Tabla 3. Resumen de áreas del cerebro relevantes en las neurociencias del consumo (reproducida de Solnais et al., 2013).

Área del Cerebro	Funciones Claves	Año de publicación
Amígdala	Procesamiento de emociones, particularmente negativas. Modulador de sistema de la memoria.	2011 2000
Singulante Interior	Integración de memoria e información emocional en los procesos de decisión.	2000 2003
Corteza Prefrontal Dorsolateral	Control cognitivo, incluyendo los impulsos más cercanos al entendimiento de la norma social.	2011
Hipocampo	Formación y consolidación de la memoria (Memoria a largo plazo). Adquisición y llamado de memoria declarativa.	2000 2000
Ínsula	Percepción y expectación de riesgos (ej. Riesgos sociales o financieros). Enojo y disgusto contra situaciones de factores económicos.	2007 2003
Lóbulo Occipital	Procesamiento de estímulos visuales	2006
Corteza Orbitofrontal	Evaluación de la capacidad de los estímulos. La experiencia y la anticipación de la emoción de arrepentimiento cuando los resultados difieren de las expectativas.	2007 2005
Cuerpo Estriado	Evaluación del concepto de recompensas con respecto a las expectativas.	2007
Corteza Prefrontal Ventrolateral	Razonamiento del concepto de amenaza o castigo por el incumplimiento de normas sociales.	2011
Corteza Prefrontal Ventromedial	Procesamiento de las diferentes alternativas y su percepción del valor.	2006

El trabajo de Solnais et al. (2013) también nos comparte una clasificación de los cinco aspectos que ha influido en la incursión de la neurociencia en el consumo. Estos aspectos son básicamente procesos cognitivos que los consumidores tienen antes, durante y después de relacionarse con el producto. Estos aspectos se convierten en las principales inquietudes para investigar y encontrar datos que ayuden a entender al consumidor o el usuario. A continuación se describen estos aspectos.

### *3.1.1.1 Decisión de compra.*

Una de las principales cuestiones en las que se centra la investigación de los consumidores, es cómo se toma una decisión y la forma en que los consumidores evalúan las diferentes alternativas para adquirir un producto basado en sus costos y beneficios. Varias regiones de la corteza prefrontal del cerebro, situado en el lóbulo frontal del cerebro, están relacionadas con esta tarea fundamental en la vida y la toma de decisiones humanas.

Gran parte de la evidencia de los procesos de decisión se centra en la corteza orbitofrontal y la corteza prefrontal ventromedial, donde ocurren esos procesamientos de alternativas y valoración percibida. Otra región que también está involucrada en estos procesos es la corteza prefrontal ventrolateral. La medición de la actividad en todas estas regiones proporciona información útil sobre las bases neuronales de las decisiones humanas. El gran interés de la disciplina por entender esta variable podría proporcionar información útil sobre las bases neurales de la decisión de compra y con esto planear una contribución de un verdadero valor al consumidor.

### *3.1.1.2 Proceso de recompensa.*

El segundo tópico de investigación del consumidor consiste en esas partes del cerebro que nos genera la sensación de recompensa. Esta sensación es muy compleja y solo los humanos la poseen. Físicamente, esta sensación se procesa en una región o parte del cerebro conocida como cuerpo estriado, una masa de rayas de materia blanca y gris situada en los ganglios basales del cerebro. Además de desempeñar el papel de gestor de la sensación de recompensa, también planifica y controla el movimiento del cuerpo.

El cerebro posee mecanismos para reaccionar ante cualquier tipo de necesidades físicas o psicológicas. Entender cómo es afectado cognitivamente el proceso de recompensa motiva a los investigadores a investigar todo lo relacionado con este tema. Para el diseño, entender cómo los elementos estéticos o emocionales de un producto afecta al sistema de recompensa, puede ser la clave para poder dirigirse positivamente a potenciar esta sensación.

### *3.1.1.3 Aproximación y rectificación de la motivación.*

El tercer tópico de interés que destaca Solnais et al. (2013) en su trabajo, tiene que ver con la motivación. De acuerdo con la literatura neuronal, el comportamiento humano se basa en dos sistemas motivacionales: el comportamiento es motivado por un anticipado resultado agradable/deseado o por un posible resultado adverso. La parte del cerebro que está relacionada con este proceso es la corteza frontal izquierda.

Sin embargo, la corteza frontal derecha está involucrada en un proceso conocido como el comportamiento de la retirada. Los estudios citados en el trabajo de Solnais sugieren que existe una mayor actividad en la región izquierda con respecto de la derecha, y esto se puede deber a las asociaciones de las emociones positivas, aunque hasta el momento se debe ser precavido en esas afirmaciones. En consecuencia, el interés por la investigación de los consumidores en entender esta asimetría de la motivación puede potencialmente inferir en atractivos para los productos y las marcas.

### *3.1.1.4 Procesos emocionales.*

El cuarto tópico en las neurociencias del consumo, y quizá una de las más importantes para la realización de experimentación, es entender los procesos emocionales que giran en torno al comportamiento del consumidor. La amígdala es la región del cerebro que está relacionada con las respuestas emocionales. En particular, está involucrada en el procesamiento de las emociones negativas y estímulos no conocidos. También está relacionada con los recuerdos adversos y el miedo.

En menor grado, se ha demostrado que la amígdala procesa ciertas emociones positivas. Por lo general se relaciona con los estímulos de recompensa. Otra región del cerebro relacionada con las emociones es la ínsula (o corteza insular). Ésta desempeña un papel en el procesamiento de las experiencias negativas, tales como la percepción y la perspectiva de riesgos, especialmente con la información social o financiera. La ínsula también posee una relación con la asociación del comportamiento de la ira y el disgusto.

Otra región del cerebro involucrada en el proceso emocional es la corteza cingulada. La experimentación sugiere que esta región evalúa la información emocional y la motivación que es utilizada para la toma de decisiones.

La relación entre las emociones y otros factores del comportamiento del consumidor es muy estrecha. El papel de las emociones en la toma de decisiones se ha explicado en marcos totalmente cognitivos y neurológicos. En general, los mecanismos cerebrales de las emociones centran la investigación de la neurociencia del consumidor, debido a la importancia que supone el factor emocional en el consumidor, ya que es de los factores con mayor complejidad. Existe toda una red interna que implican las emociones, ya que no hay una sola región del cerebro que responda a los procesos emocionales y no solo una se activa cuando se activan las emociones.

### *3.1.1.5 Atención y memoria.*

La quinta motivación de la investigación de la neurociencia del consumidor son los procesos de atención y memoria relacionados con el comportamiento frente a productos, servicios y marcas. Los mecanismos cerebrales implicados en la atención y el procesamiento visual quizá sean de los más investigados para entender los estímulos visuales a los que día a día estamos expuestos. La corteza prefrontal es la responsable de dirigir y centrar la atención del humano, y se ha demostrado que está conectada con los procesos que conlleva el lóbulo occipital, encargado de procesar los estímulos visuales.

Del mismo modo, el estudio de la memoria también ha marcado un gran interés para entender posibles variables que influyan en la experiencia del producto, la conciencia de marca y el recuerdo de la publicidad. La memoria está relacionada con el hipocampo, que se encuentra en el lóbulo temporal, el

cual juega el papel más importante en las diferentes formas de memoria (largo, corto plazo y declarativa). Otra parte del cerebro que también está relacionada con los procesos de memoria es la amígdala, situada al lado del hipocampo. Funciona como un modulador del sistema de la memoria, y en particular en la consolidación de la misma.

### 3.2 La tendencia de las neurociencias en los últimos años.

En este apartado mencionaremos algunos datos importantes sobre la euforia que ha originado el interés de aplicar las neurociencias al comportamiento del consumidor, y en particular a las grandes marcas y productos. Como se ha mencionado anteriormente, esta disciplina ha ganado popularidad en la última década en la práctica, la investigación y también en el mundo laboral.

El nacimiento del campo de la neurociencia del consumidor ha generado amplios debates sobre los beneficios a las disciplinas madre (psicología del consumidor y la neurociencia), y dentro de ellos, lo que constituye cada una. Hubert y Kening (2008) publicaron un primer mapeo de la euforia por la neurociencia, en ese momento mayormente nombrado como neuromarketing, siguieron las entradas y las búsquedas que arrojaba el popular buscador de internet Google.

En la figura 10, Lee et al. (2007) dieron seguimiento por 4 años a la creciente tendencia de la disciplina. La búsqueda del concepto de neuromarketing se disparó a partir del año 2005, Por ejemplo, numerosas conferencias, convocatorias de trabajos, revistas científicas e institutos de investigación incrementaban la popularidad de las búsquedas.

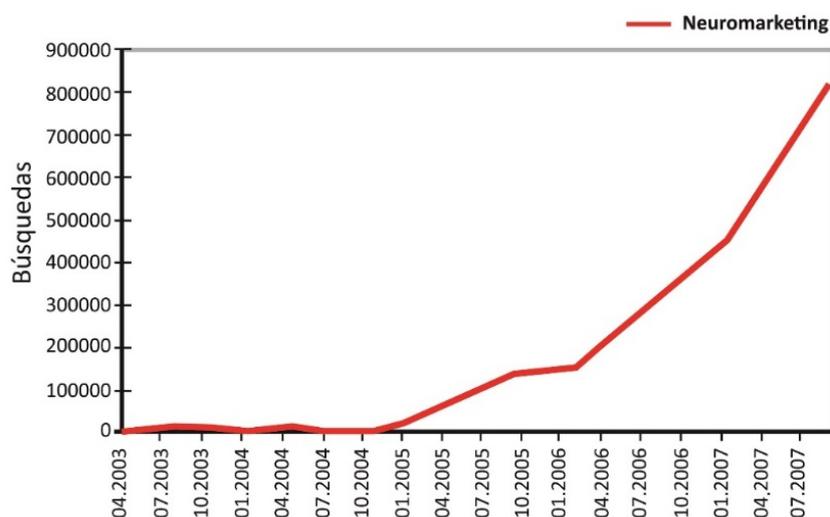


Figura 10. Crecimiento de las entradas en Google para la palabra Neuromarketing (reproducida de Lee et al, 2007).

Plassmann, Ramsøy y Milosavljević (2012) publicaron un nuevo mapeo de los principales factores que afectaban a la tendencia de este nuevo campo. Las publicaciones científicas, las búsquedas en Google y la creación de empresas con neuro-enfoque han mostrado un crecimiento considerable. En la figura 11, se puede observar cómo a lo largo de 10 años el interés popular se ha incrementado. Esto crea un impacto en la investigación y la industria.

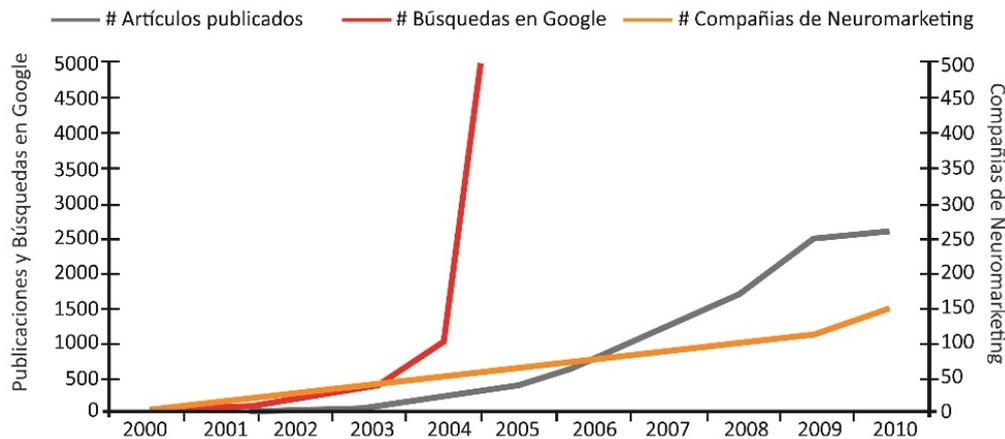


Figura 11. Crecimiento de la investigación y la comercialización de la neurociencias (reproducida de Plassmann, Ramsay y Milosavljevic, 2012)

Parte del creciente aprecio por el valor combinado de la neurociencia y la psicología del consumidor, se debe a la comprensión de la amplia gama de conocimiento disponible por parte de la neurociencia. En el apartado anterior hablamos de cómo las funciones del sistema nervioso y el cerebro dictan las bases biológicas de la conducta. Pero no todo el conocimiento de las neurociencias es aplicable a las áreas del consumidor/usuario. Se tiene que tener un criterio para poder crear una buena sinergia.

La investigación en neurociencias abarca todo un abanico de opciones, desde el estudio de células individuales (neurociencia celular) hasta todo el sistema cerebral y su interacción (neurociencia del sistema). La complejidad del conocimiento del consumidor es lo que marca qué herramientas tomar de las neurociencias; por poner un ejemplo, la neurociencia celular no es del todo relevante. Otro ejemplo de la distinción entre el conocimiento que se debe usar, es la investigación clínica y no-clínica. La investigación clínica conocida como la neurología, estudia los trastornos del sistema nervioso, traumatismos, tumores y lesiones que afectan a los procesos cognitivos, las emociones y el comportamiento de las personas. En este caso, se debe aclarar que la neurociencia del consumidor es una disciplina que estudia la respuesta de los sujetos sanos. Una de las más recientes discusiones de la neurociencia del consumidor, se refiere a la investigación académica que busca agrupar los intereses científicos y de la industria. Nos referimos a la práctica y la enseñanza para generar herramientas neurofisiológicas.

### 3.3 Los sistemas actuales usados en la neurociencia del consumidor.

En los últimos años, varias técnicas son las que han ayudado a que la neurociencia pueda introducirse en otras disciplinas. En este apartado mencionaremos rápidamente cuatro de ellas. Dos de ellas son las que se usarán para desarrollar la experimentación de esta tesis y las otras dos no se utilizaron debido a la naturaleza de las mismas. Se mencionara primero aquellas que no fueron usadas. Son tecnologías de una alta capacidad de obtención de procesamiento cognitivo, pero no están al alcance de cualquiera, solo de aquellos que se especializan en neurociencia clínicas (véase figura 12).

La primera de ellas es la Magnetoencefalografía (**MEG**), una tecnología que mide los campos magnéticos asociados con la función del cerebro. Esta tecnología es capaz de crear imágenes de hemodinámica y

capturar la estimulación magnética transcraneal que competen los procesos psicofisiológicos (Keil et al., 2014).

La segunda tecnología, es quizá la más popular por la capacidad de crear un seguimiento en tiempo real del proceso psicofisiológico. La Imagen por resonancia magnética funcional (**fMRI**) produce un conjunto de secciones transversales topográficas del cerebro que son emitidas por la resonancia de los líquidos en los tejidos al ser excitados por pulsos electromagnéticos de alta frecuencia (Kenning et al., 2007).



Figura 12. Tecnologías más usadas en la neurociencias del consumidor (imágenes obtenidas de la web).

La tercera técnica es utilizada por su accesibilidad y bajo costo en las neurociencias. La Encefalografía (**EEG**) es una tecnología que se basa en la actividad eléctrica del organismo. A diferencia del fMRI que se basa en la actividad metabólica, ésta es capaz de captar las fluctuaciones de voltajes en la superficie del cerebro. Esto da una buena resolución temporal, un reducido costo de experimentación, y un análisis directo de la actividad en lapsos muy concretos (Kenning et al., 2007). Esta es una de las tecnologías que se aplicará en uno de los experimentos de la tesis. Se dedicará un capítulo a explicar su trascendencia y cómo puede aportar conocimientos a la práctica del diseño.

La cuarta técnica se ha popularizado en la neurociencia. El seguimiento de la mirada o seguimiento de los ojos (**Eye-tracking**) se caracteriza por entender los movimientos oculares y la trayectoria de la visión. Los movimientos oculares proporcionan una traza dinámica para entender dónde se concentra o dirige la atención de una persona (Lai et al., 2013). Una razón de su popularidad es la bondad con el usuario. La mayoría de dispositivos existentes no son extremadamente invasivos, dándole libertad de movimiento al momento de ser utilizada. Otra importante razón es su facilidad de aplicación en muchos medios, reales o multimedia. Posiblemente, la razón más importante para ser utilizada es su sencilla interpretación, ya sea por métodos gráficos o estadísticos. Por estas razones se ha elegido esta tecnología para ser parte de las herramientas a utilizar en la experimentación de la tesis. Se dedicará también un capítulo completo a entender cómo surgió y cómo se aplica a las áreas de diseño para generar conocimiento.

### 3.4 Conclusiones de neurociencias aplicadas.

Este tercer capítulo de revisión bibliográfica abre el panorama a entender la nueva tendencia de las áreas orientadas a entender al consumidor y el usuario desde un punto de vista científico. La dinámica de comprender al consumidor se hace desde el interior, desde la función cognitiva. El cerebro es la clave para comprender los procesos de decisión, comprar, motivación, recompensa, memoria y emoción. Esta nueva dinámica trae, principalmente un cambio metodológico dentro de la ciencia del consumidor. Además, exponen a las herramientas clásicas como métodos limitados en medir la verdadera percepción del ser humano.

La necesidad que existe de poder medir la percepción de manera objetiva, ha hecho que áreas del consumo y diseño de productos busquen herramienta con un perfil clínico. El MEG, *Eye-tracking*, fMRI y EEG son las herramientas más destacadas para conocer cómo se comportan las personas frente a estímulos. Utilizando alguna de estas herramientas y la combinación de metodologías orientada a descubrir las necesidades puede atraer resultados de comportamiento de gran interés.

La dinámica de la neurociencia del consumidor afecta directamente a la investigación del diseño. La relación entre factores de compra (estéticos, afectivos, emocionales, etc.) son factores presentes en el diseño de producto. La relación que guarda las ciencias del consumidor y la disciplina de diseño de producto nos llevan a pensar positivamente en la incursión de neurotecnologías en múltiples procesos.



# Capítulo 4:

## Seguimiento de la mirada

### 4.1 Seguimiento de la mirada: un método para entender al usuario.

En este capítulo abordaremos una de las herramientas usadas en la experimentación de la tesis. Abordaremos lo más destacado sobre esta herramienta, desde su creación hasta cómo se fue introduciendo en áreas de diseño y marketing. El seguimiento de la mirada se ha convertido en los últimos años, en un factor de predicción para desvelar los misterios del gusto y deseo de los consumidores o usuarios. Seguir el comportamiento de la visión frente a algún elemento que llame la atención del ojo, ha demostrado y reafirmado la promesa de la estrecha relación entre cómo miramos algo que nos gusta o disgusta (Jacob & Karn, 2003).

Hoy en día se le conoce mejor por su nombre en inglés *Eye-tracking* y a través de los años se ha fortalecido para introducirse en prácticas de monitoreo, pruebas e interpretación. Este capítulo destaca los orígenes, la afinidad que guardaba con otras disciplinas, y su migración a actividades relacionadas con el diseño de producto e interfaces.

#### 4.1.1 ¿Qué es el seguimiento de la mirada?

Para definir el seguimiento de la mirada, se tiene que explicar qué elementos físicos y tecnológicos interactúan para crear esta herramienta. La posibilidad de registrar, monitorizar y evaluar la forma en que las personas miran determinado estímulo es la esencia de esta herramienta.

Como técnica dentro de las ciencias médicas, el seguimiento de la mirada aporta información de padecimientos. A través del ojo se pueden detectar problemas físicos y psicológicos (Grant & Spivey, 2003). Es por esto que esta técnica terminó aplicándose a disciplinas orientadas al consumo.

Nuestro ojo es una de las máquinas biológicas más complejas para procesar imágenes. El ojo posee mecanismos que le permiten el procesado de imágenes con gran velocidad. En la figura 13, se muestra la estructura del ojo, donde la parte exterior del ojo (pupila, iris y cornea) es la que participa activamente en el proceso del seguimiento de la mirada.

Todos los sistemas que han buscado entender el comportamiento del ojo humano al interactuar con alguna actividad, han comprendido cómo funcionan los mecanismos exteriores. La velocidad de movimiento del globo ocular, la dilatación de la pupila y el enfoque de la lente son factores que se han perfeccionado como métricas para poder entender el comportamiento de la visión. Estos factores pueden ser abordados de múltiples formas, ya sean de manera invasiva o no invasiva. Esto es lo que se ha venido perfeccionando en las últimas décadas de trabajo.

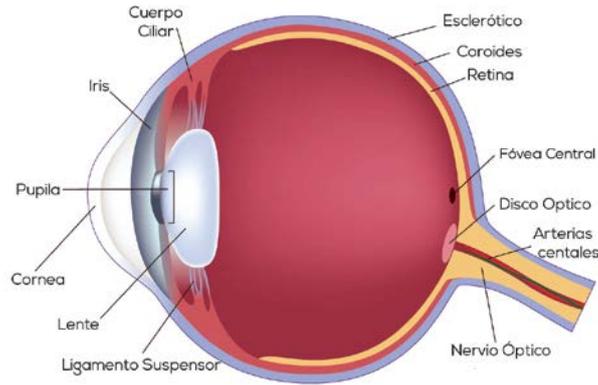


Figura 13. Esquema del ojo humano (imagen obtenida de la web).

#### 4.1.2 Evolución del seguimiento de la mirada.

La mayor parte de los avances realizados sobre el seguimiento de la mirada han sido en países anglosajones. Es por esto que el término de *Eye-tracking* se usa con frecuencia. Todo este proceso comenzó a finales del siglo XIX. Es aquí donde empezaron a proliferar los primeros estudios de la medición directa del movimiento ocular. En 1879, el oftalmólogo Louis Emile Javal observó el comportamiento metódico del movimiento del ojo para leer por medio de un sistema muy simple. Las conclusiones de estos experimentos demostraron que el ojo realiza una serie de paradas cortas (fijaciones) y sacadas rápidas para leer (Javal, 1878).

Para obtener estos hallazgos, las pruebas realizadas eran muy invasivas ya que, el ojo tenía que estar en contacto con instrumentos o elementos para poder captar alguna medición. A finales de siglo XIX, Huey (1898) diseñó un sistema que utilizó una especie de lente de contacto con un agujero el cual estaba conectado a un puntero de aluminio, que se movía a razón del movimiento del ojo. La mayoría de estos experimentos fueron muy criticados, pero sus conclusiones fueron muy valiosas para dar paso a la siguiente generación de instrumentos de medición.

A principios del siglo XX, Dodge y Cline (1901) inventaron el primer método de ET no invasivo, utilizando la luz reflejada por la córnea del ojo. Su sistema era capaz de registrar la posición horizontal del ojo sobre una placa fotográfica. Además requería que la cabeza del participante estuviera inmóvil a lo largo de la prueba. A partir de este tipo de sistemas, se implementaron numerosos métodos usando la reflexión de la córnea y las técnicas cinematográficas. Muchas de estas técnicas perfeccionaron la captura del posicionamiento de la visión, creando mapas de posición en horizontal y vertical sobre los estímulos mostrados. (Buswell, 1935; Judd, McAllister, & Steel, 1905; Mackworth & Mackworth, 1958). Durante toda la mitad de siglo XX, este tipo de sistemas fueron los más conocidos, hasta la invención de una cámara de cine potente.

En 1947, Fitts, Jones y Milton (1950), comenzaron a usar cámaras de cine para analizar los movimientos de los ojos en pilotos expertos. El estudio consistía en poner la cámara frente al piloto en el momento que realizaba pruebas de aterrizaje. El estudio representó la primera aplicación de un sistema no invasivo y de seguimiento de la mirada, además de ser el precursor de la ingeniería de la usabilidad (el estudio sistemático de los usuarios interactuando con espacios de trabajo u objetos).

Un año más tarde, Hartridge y Thompson (1948) publicaron su nuevo sistema de ET. Un dispositivo que se montaba sobre la cabeza del usuario. Las innovaciones de estos equipos de investigadores trajeron consigo la división de los sistemas de ET. Por un lado se desarrollarían los sistemas externos y por otro lado los sistemas invasivos (los que iban sobre el usuario). Una ventaja clara que obtuvieron en su momento los sistemas internos, fue eliminar las estrictas limitaciones del movimiento de la cabeza. Una serie de ejemplos se pueden observar en la figura 14.

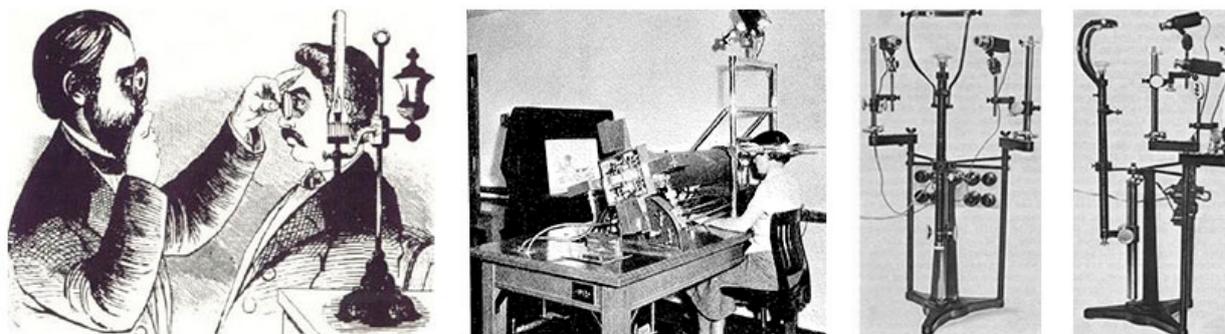


Figura 14. Los principios del seguimiento de la mirada (imágenes obtenidas de la web).

Con el desarrollo de los ordenadores, los sistemas de ET también tuvieron grandes avances. Los sistemas guiados por ordenador o su procesado de datos facilitaban las tareas de investigación. Precursores de avances entre humano-ordenador fueron los hermanos Mackworth, quienes en 1958, diseñaron un sistema para registrar los movimientos oculares superpuestos en una escena visual cambiante; además, sugirieron nuevas técnicas para el escaneo del ojo mediante una cámara para obtener un alto contraste entre el iris y la esclerótica (Mackworth & Mackworth, 1958).

Esto supondría un gran cambio en el terreno de los sistemas de ET, ya que empezaban a presentarse grandes avances en la tecnología y la interpretación de los datos que se obtenían. En la década de 1970, las teorías psicológicas se empezaron a vincular a los datos del comportamiento de la mirada con procesos cognitivos. Una gran cantidad de estudios empezaban a respaldar la investigación entre la psicología, fisiología, la exploración del funcionamiento del ojo humano y los resultados que revelaban su relación entre procesos perceptivos y cognitivos (Monty & Senders, 1976; Monty, 1975; Senders, Fisher & Monty, 1978).

En esas épocas, el área de *Eye-tracking* empezó a sufrir cambios por la introducción de nuevos expertos en áreas que no eran puramente de la ingeniería. Antes de los estudios de los años setenta, se evitaba relacionar los factores cognitivos tales como el aprendizaje, la memoria, la carga de trabajo, con el despliegue de la atención, enfocándose en la relación del movimiento ocular y las propiedades de los estímulos visuales presentados (mayormente simples). Debido al temor por no entender los factores cognitivos presentes en el comportamiento de la mirada, estos se ignoraban, minimizaban o se posponía. Solo se exponían las relaciones sensorio-motoras y su fisiología subyacente (Kowler, 1990).

Sin embargo, la investigación en la relación del comportamiento de la mirada con el propio comportamiento del humano estaba empezando a iniciar una gran carrera. Uno de los primeros trabajos publicados fue de Just y Carpenter (1976) quienes describieron la gran confluencia del ojo y la mente. Cuando una persona observa una imagen, un objeto o algo legible, ella también piensa en ellos, describiendo un proceso cognitivo completo. También, Monty (1975) realizó trabajos en el área de la usabilidad, haciendo que esta área siguiera aportando detalles para ir perfeccionando los sistemas que se diseñaban en esas épocas. Una serie de ejemplos de nuevos componentes y otros equipos para apoyar al ET se pueden observar en la figura 15.



Figura 15. La evolución del seguimiento de la mirada (imágenes obtenidas de la web).

Las aportaciones más importantes en el desarrollo de nuevos sistemas de ET se producen a finales de los setenta y durante los ochenta. Una de las mayores aportaciones fue la de Cornsweet y Crane (1973) descubridores de las múltiples reflexiones del ojo, lo cual aumentó la precisión del seguimiento y preparó lo que sería la libertad de movimiento del participante. Con este descubrimiento, la introducción a la tecnología militar potenciaría la investigación, de la mano de dos equipos militares/industriales conjuntos (US Airforce/Honeywell Corporation y US Army/EG&G Corporation) que desarrollaron individualmente un sistema de seguimiento del ojo remoto que redujo drásticamente las limitaciones en el participante (Lambert, Monty, & Hall, 1974; Merchant, Morrissette, & Porterfield, 1974).

La época de los años ochenta es significativa para la industria de los sistemas de ET; Con la proliferación de nuevos ordenadores personales, mucha de la investigación se enfocó en entender los problemas de la interacción entre persona-ordenador. La tecnología parecía la respuesta a problemas de usabilidad de las nuevas interfaces y cómo los nuevos usuarios las entendían; el desempeño de nuevos sistemas de ET daban solución a estos problemas (Aaltonen, Hyrskykari, & Rähä, 1998; Byrne, Anderson, Douglas, & Matessa, 1999; Hendrickson, 1989).

La década de 1980 también se destaca por marcar el inicio del ET en tiempo real, como un medio de medición para la interacción hombre-máquina. La interacción de los nuevos ordenadores se volvió universal, la investigación con ET no solo se centraban en entender a un usuario sano, sino también en detectar problemáticas con usuarios limitados (Hutchinson, White, Martin, Reichert, & Frey, 1989; Levine, 1981).

La década de los 80 está marcada por los grandes avances y desarrollos de los sistemas de *Eye-tracking*. Es también una época donde la vinculación con las ciencias de la psicología y neurología se afianza (Senders, 2000). La mayoría de las invenciones de estos sistemas tiene sus bases en esta década (Collewijn, 1999); ya que en los años siguientes, la dinámica de esta disciplina tendrá un enfoque potente en campos del comportamiento, psicología y decisiones del consumidor y usuarios.

El siguiente paradigma en la evolución del seguimiento de la mirada es la globalización. Con la llegada de los años noventa, internet cambió la dinámica de la investigación. Los datos de investigación eran fácilmente comparables, muchas preguntas y respuestas fueron contestadas acerca del uso del ET, principalmente en temas de usabilidad (Benel, Ottens & Horst, 1991). La nueva tecnología también trajo nuevos cambios. La investigación del seguimiento de la visión dejó de ser pasiva. Ya no solo se estudiaba la visión, sino cómo podía afectar e interactuar con las nuevas plataformas o programas digitales (Starker & Bolt, 1990; Zhai, Morimoto & Ihde, 1999).

La proliferación de distintos medios de comunicación hizo que los sistemas de ET alcanzaran estos nuevos medios. Uno de los principales temas de investigación nace a mediados de los años noventa. Las páginas web comienzan a ser los medios de comunicación masivos, los desarrolladores web buscan en los sistemas de ET información para diseñar mejor las interfaces (Wang, 2011). Los nuevos medios de

comunicación son más abiertos, libres y cargados de información visual. Es por esto que los mejorados sistemas de ET van aplicándose en áreas como comunicación, mercadotecnia y diseño.

La evolución de los sistemas de ET se ha enfocado principalmente en la investigación. Los expertos desarrolladores han anunciado que esta tecnología evoluciona con los avances de los ordenadores. Actualmente, muchas compañías catalogan los sistemas de *Eye-tracking* como la cuarta generación de sistemas. Una generación donde podemos encontrar dispositivos invasivos o no invasivos con capacidades y un nivel de precisión sobre los 300 Hz de velocidad de registro.

Hassan y Herrero (2007) publicaron un reciente estudio del crecimiento de la tecnología e investigación de ET; contabilizaron el número de referencias a técnicas de ET en el título de los artículos registrados en las principales base de datos de producción científica (IEEE Xplore, ACM Digital Library y Web of Science®). La entrada de búsqueda utilizada fue la siguiente: "eye track\*" or "eye-track\*" or "eyetrack\*". Los resultados más representativos de esta búsqueda se reflejan en la figura 16.

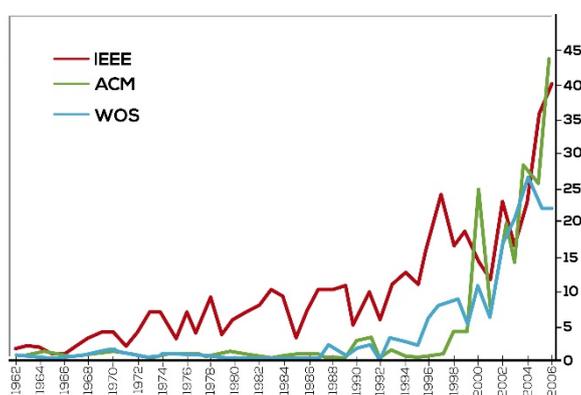


Figura 16. Comportamiento de Eye-tracking en la literatura científica (reproducido de Hassan y Herrero, 2007).

El trabajo Hassan y Herrero (2007) también puntualizó las áreas de conocimiento donde el ET tenía participación. En la tabla 4 podemos observar las 25 áreas de conocimiento que marcaron tendencia en la investigación de los autores.

Tabla 4. Distribución por categorías temáticas de los artículos con referencias al ET en la base de datos WOS (reproducida de Hassan y Herrero, 2007).

Categoría Temática	# de publicaciones	%
Psiquiatría	130	30,23
Psicología experimental	73	16,98
Neurociencias	69	16,05
Psicología	42	9,77
Oftalmología	35	8,14
Fisiología	27	6,28
Psicología Biológica	24	5,58
Neurología Clínica	19	4,42
Óptica	19	4,42
Ingeniería Biomédica	16	3,72
Ingeniería eléctrica y electrónica	16	3,72
Ciencias computaciones y teóricas	15	3,49
Ciencias del comportamiento	13	3,02
Psicología Matemática	13	3,02
Psicología Multidisciplinaria	13	3,02
Lingüística	12	2,79
Otorrinolaringología	12	2,79

<b>Psicología Clínica</b>	11	2,56
<b>Inteligencia Artificial</b>	10	2,33
<b>Cirugía</b>	10	2,33
<b>Ciencias Multidisciplinarias</b>	9	2,09
<b>Farmacología y Farmacia</b>	9	2,09
<b>Cibernética</b>	8	1,86
<b>Aplicaciones computacionales</b>	7	1,63
<b>Genética y herencia</b>	7	1,63

Esta tabla revela la tendencia del ET hacia áreas del comportamiento humano. Se puede observar desde temas psicológicos, hasta temas de enseñanza. Otro dato relevante que se puede observar en la tabla, es la poca difusión de trabajos relacionados con las áreas de desarrollo tecnológico. Parece que el desarrollo de sistemas y mejoras de ET se trasladó a una actividad industrial más que de investigación.

## 4.2 Eye-tracking: un sistema para capturar la visión.

### 4.2.1 Los sistemas actuales del seguimiento de la mirada.

La tecnología del ET se ha perfeccionado a lo largo de los años. Actualmente existe varios fuentes de información que han identificado y categorizados la mayoría de los sistemas de ET para la investigación y la industria (Duchowski, 2007; Holmqvist et al., 2011). Actualmente los sistemas de ET pueden ser considerados en dos vertientes:

- Uso como dispositivo de entrada o interacción.
- Uso como herramienta para la evaluación objetiva.

Para los fines de esta tesis, el sistema de ET solo se ha utilizado como una herramienta de evaluación, ya que toda la experimentación se basaba en evaluar estímulos visuales a través de una pantalla. Es así que, para poder entender al sistema de ET como una herramienta de evaluación necesitamos conocer su naturaleza.

Primeramente, tenemos que entender dos conceptos: *sistemas invasivos* y *sistemas no invasivos*. El concepto de invasivo se explica como: dicho de un procedimiento diagnóstico o terapéutico, en que se penetra en el cuerpo mediante una incisión en la piel o se introduce un instrumento o material extraño en contacto con el organismo (RAE, 2014). Entonces el concepto de no invasivo se explica como un procedimiento que no involucra instrumentos que rompen la piel o que entran en contacto con algún organismo.

Los sistemas actuales de ET se dividen en estas dos categorías: sistemas invasivos y sistemas no invasivos. Cada categoría supone un valor agregado a la manera en que se capta y se procesa la visión de un usuario. También, estas dos categorías suponen precios muy distintos ya que cada tecnología hace suponer un precio de fabricación y un precio de soporte. Además que cada sistema puede ser tratado desde diferentes puntos de vista en cuestiones éticas al momento de ser aplicado en participantes.

En la figura 17, se muestran las dos familias de sistemas de ET con un par de sistemas cada una. Estos cuatro sistemas son los que existen actualmente con gran cantidad de variantes y marcas circulando por el mercado (véase figura 18).



Figura 17. Tipos de sistemas de Eye-tracking (reproducido de Holmqvist, K. et al., 2011).

- **EOG (electro-oculografía)** fue una de las más usadas hace unos 40 años, y se basa en la colocación de electrodos alrededor del ojo con el fin de medir las diferencias de potencial eléctrico en la piel. Esta técnica ofrece gran libertad de movimientos, pero se pierde la propiedad de detectar la posición de la cabeza, además que la calidad de los datos es baja.
- Las **LENTE DE CONTACTO** o lentes de búsqueda es una de las técnicas más precisas que implica el contacto físico con el ojo a través de un mecanismo basado en lentes de contacto. Consiste en el montaje de un objeto de referencia mecánico u óptico en una lente de contacto que luego se coloca directamente en el ojo. Este es el método más preciso, pero altamente invasivo y con implicaciones físicas.
- Los sistemas **FOG (foto-oculografía)** y **VOG (video-oculografía)** se basan en la captura de imágenes a partir de una cámara o dispositivo de adquisición de imágenes (Harezlak, Kasproski, & Stasch, 2014). Estos sistemas necesitan una iluminación adecuada para determinar el movimiento ocular del individuo. Generalmente suele utilizarse una o varias fuentes de luz infrarroja, aunque también existen equipos que utilizan luz visible.



Figura 18. Actuales sistemas de ET (imágenes obtenidas de la web).

Estos cuatro sistemas de ET los podemos encontrar en varias ciencias y disciplinas. Los dos sistemas de técnicas invasivas son mayormente utilizados en campos de la medicina, ya que su enfoque clínico de

investigación debe ser mucho más profundo y en condiciones muy controladas. Las metodologías aquí son sencillas y básicas para obtener datos fisiológicos y comportamentales para encontrar deficiencias o alteraciones en los participantes.

Por otro lado, los dos sistemas de técnicas no invasivas han incursionado en campos de la psicología, la mercadotecnia, el diseño y la publicidad. El enfoque que se le dan al tipo de investigación hace que estos sistemas sean los más accesibles y fácil de utilizar en múltiples tareas; según la disciplina que la use, se pueden obtener buenos resultados según la metodología diseñada. Además, estos sistemas tienen un amplio rango de precios, que permite llevar su aplicación desde la investigación hasta la academia (San Agustin, et al., 2010).

A partir de aquí nos enfocaremos en describir mejor los sistemas **FOG y VOG**, ya que son los sistemas que encontraremos en el trabajo de tesis y los más utilizados en los últimos años. Dentro de estas categorías, podemos dividirlos en dos grupos. Ya que estos sistemas pueden ser intrusivos o no intrusivos con la persona (Sharafi, Soh, & Guéhéneuc, 2015):

- Sistemas de *Eye-tracking* **Intrusivos**, que típicamente tienen que estar colocados en la cabeza de la persona durante la duración del registro. Funcionan con dos cámaras base, una observando directamente al ojo de la persona y otra mirando al estímulo observado. Uno de los principales problemas de este sistema es la poca fiabilidad en la calibración con el espacio observado, además de no ser práctico en el momento de hacer experimentación controlada.
- Sistemas de *Eye-tracking* **No intrusivos**, se dividen en dos generaciones, la primera generación conlleva un uso menor de sensores y la segunda es la que se describe a continuación. Es un dispositivo de visión, cámaras y/o detector infrarrojo, posicionados frente a la persona, este sistema está conectado a la pantalla o el dispositivo que emita el estímulo.

Los sistemas no intrusivos son los que actualmente más popularidad tienen. Este interés se basa en la eficiencia de su configuración. En la figura 19, se muestra una estructura tipo de los sistemas no intrusivos. Se tienen 3 elementos en esta arquitectura: el punto de referencia (pantalla o zona de visión), dispositivo de captación (por arriba o debajo de la pantalla) y el ojo del usuario. El punto de referencia tiene que estar en un ángulo de visión con el ojo. Los dispositivos de captación tienen que estar alineados entre el punto de referencia y el ojo (Harezlak et al., 2014).

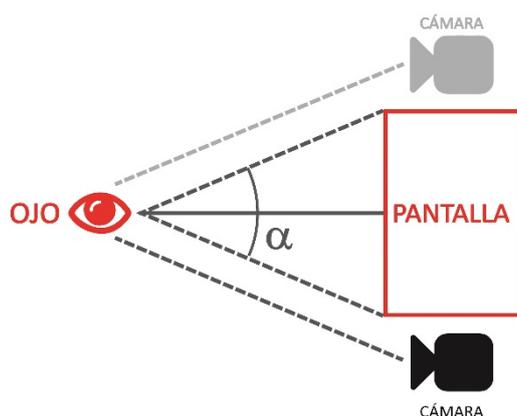


Figura 19. Esquema de posición para FOG/VOG (reproducido de Harezlak et al, 2014).

Los ET no intrusivos con esta estructura, deben crear una triangulación de dispositivos de captación, observación y persona para la alineación y calibración entre la visión (ojos). Sin embargo, en los últimos años nuevos dispositivos ya no siguen esa estructura triangular para funcionar. Los nuevos dispositivos

se basan en otras estructuras y en implementar otro tipo de sensores (Villanueva & Cabeza, 2007; Sugano, Matsushita, & Sato, 2010).

El arreglo triangulado es el legado del trabajo de Fitts (1954). Su trabajo describió una serie de detalles acerca de este tipo de arreglo para el uso de ET. Los principales detalles que él destacó fueron los siguientes:

- La frecuencia de mirada (atención) es una medida de importancia, si se usa una pantalla.
- La duración de la mirada es una medida de difícil extracción e interpretación.
- El patrón de transiciones de miradas entre pantallas o estímulos, es una medida de la eficiencia de la disposición de los elementos individuales de visualización.

El trabajo de Fitts (1954) se volvió una referencia para el diseño de sistemas FOG/VOG, citado como “Ley de Fitts”. Esta ley se convirtió en la referencia para entender las implicaciones de los arreglos en sistemas no invasivos de ET. La popularidad del arreglo de este sistema se fundamenta en la eficiencia de adquisición de datos. Los nuevos dispositivos de seguimiento, año tras año, mejoran la capacidad de poder seguir el ojo humano. Sin embargo, el procesamiento de los datos ha sido un área de constante mejora. Con el uso de nuevos dispositivos, se han tenido que entender dos aspectos fundamentales de la visión y el movimiento de los ojos.

En la siguiente sección hablaremos detalladamente sobre las métricas que se obtienen de la visión y la atención de los ojos. Dos importantes variables son utilizadas en la interpretación del comportamiento de la mirada: la fijación y las sacadas. La distinción de fijación y sacada en los diferentes métodos de procesado, facilitó la interpretación de los mismos. Esto se dio a partir de los años noventa, ya que los nuevos programas informáticos facilitaron la tarea (Lankford, 2000; Salvucci & Goldberg, 2000).

Los programas informáticos se estructuraron siguiendo la posición del ojo (cálculo en los datos de una serie de puntos de la posición del ojo conocida como análisis de proximidad), o la velocidad (cambio en la posición con el tiempo). Sin embargo no existe un método estándar para identificar las fijaciones o los movimientos sacádicos (Salvucci & Goldberg, 2000). Incluso un pequeño cambio de un parámetro que define a una fijación puede proporcionar un resultado diferente.

## 4.2.2 Los parámetros de medida de la mirada.

La evolución de los sistemas de seguimiento de la mirada ha determinado tres variables o parámetros. En general, el movimiento del ojo consiste en una serie de fijaciones y sacadas mientras se realiza una tarea (Lai et al., 2013), y también la trayectoria entre zonas de interés. A continuación se describirá qué es una fijación, qué es una sacada y qué es la trayectoria:

- Una **fijación** es la estabilización del ojo en una parte del estímulo observado durante un periodo de tiempo de entre 200 a 500 ms (Rayner, 2009). Todos los ET proveen un dato de fijación, que incluyen una marca de tiempo en coordenadas de X e Y.
- Una **sacada o movimiento sacádico** es el repentino movimiento rápido de una fijación a otra. Los movimientos oculares sacádicos son extremadamente rápidos, entre unos 40 a 50 ms (Duchowski, 2007).
- Una **trayectoria** de exploración es una serie de fijaciones entre zonas de interés en un estímulo en un orden cronológico.

Con estos 3 parámetros del seguimiento de la mirada se puede proceder a la identificación de métricas para la visión. En la figura 20, se puede observar el comportamiento de estos tres parámetros sobre un estímulo visual; los recuadros amarillos (a, b, c, d) representan un área de interés (AOI), la trayectoria está dibujada por una línea roja. Las fijaciones son los círculos rojos, representados con diferentes diámetros en referencia al tiempo de fijación y las sacadas se representan por los círculos punteados para referirse a ese pequeño y rápido de movimiento a otra fijación, o de vuelta a la inicial.

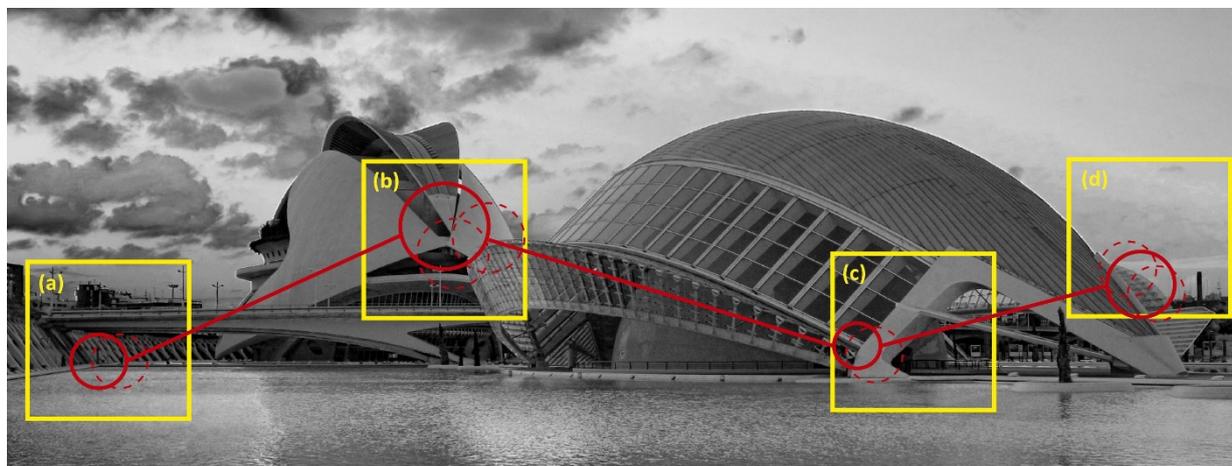


Figura 20. Esquema de fijaciones, sacadas y trayectoria de la visión de un participante (imagen obtenida de la web, valencia).

La obtención de las métricas de ET ha sido un proceso constante desde que los programas informáticos tomaron el procesamiento de datos. Uno de los trabajos de referencia es el de Goldberg y Kotval (1999), quienes identificaron métricas de localización de movimiento y trayectorias a través de una pantalla de ordenador.

Unos años más tarde, Jacob y Karn (2003) publicaron varios estudios donde nombraron una serie de métricas estandarizadas para experimentación en temas de usabilidad. La definición de estas métricas llevó a categorizarlas en tres grupos: Temporales, Espaciales y Numéricas. Estas a su vez están divididas en una serie de métricas que se relacionan con la fijación, el movimiento sacádico y las trayectorias (Lai et al., 2013). Con el auge de las compañías que desarrollan dispositivos de ET, el nombre de las métricas puede variar, pero en esencia cubren las mismas acciones descritas en la tabla 5.

Tabla 5. Definición de métricas en ET (reproducida de Jacob y Karn, 2003).

Métricas	Definición
<i>Temporales</i>	
Total de la duración de la fijación	Total del tiempo gastado en una fijación
Duración de la visita	Total del tiempo de fijación en una zona de interés.
Promedio de la duración de una fijación	Media de la duración de la fijación en cada una de las AOI
Primera duración de la fijación	Tiempo empleado en la primera fijación
Tiempo para la primera fijación	Tiempo empleado para un estímulo hasta el comiendo de la llegada de la primera fijación
Duración de la sacada	Suma del tiempo de las sacadas gastado en una AOI
Primer tiempo pasado	El tiempo empleado para la primera entrada de una AOI hasta salir
Tiempo de re-lectura	Suma del tiempo empleado para volver a mirar una AOI.
<i>Espacial</i>	
Posición de la fijación	Localización de la fijación
Secuencia de la fijación	Secuencia de fijaciones localizadas entre las AOI
Longitud de sacada	Distancia entre 2 fijaciones consecutivas
Patrón de trayectoria	Patrón de la secuencia de las fijaciones

#### *Numéricas*

Número total de fijaciones	Total del número de fijaciones contadas en las AOI o en la tarea
Número promedio de fijaciones	Promedio de fijaciones contadas entre cada AOI
Número de sacadas	Número total de sacadas contadas entre cada AOI
Número de entre-escaneo	Número de transiciones de fijaciones entre AOI

---

### 4.3 Conclusiones de seguimiento de la mirada.

Este capítulo detalla parte del camino recorrido por la técnica del seguimiento de la mirada: Cómo la tecnología se fue desarrollando a través de los años y cómo su utilidad hizo que se consolidara como una herramienta dentro de las áreas de marketing y el diseño entre otras. Los dispositivos de ET han cambiado la manera en que podemos medir la visión de las personas.

Uno de los avances más importantes que se han descrito en el capítulo es su salto del área clínica hacia las áreas de interacción del consumo, diseño y arte. La adaptación del ET a estas áreas hizo que sus dispositivos tuvieran que ser diseñados para ser utilizados en diferentes contextos. Los ET se volvieron menos invasivos y más prácticos para su uso.

Esta evolución para crear mejores dispositivos, también trajo una evolución en las métricas obtenidas de la visión. Perfeccionadas a lo largo de la práctica, las métricas son capaces de revelar aspectos de comportamiento como atención o interés. Estas métricas fueron de gran interés para áreas como ergonomía porque capturaban la percepción y comprensión de un lugar (cabina, estación de trabajo, interface). Las recientes métricas hacen de ET una herramienta ideal para medir aspectos estéticos y de comprensión. Es por esto que fue elegida para realizar parte de la experimentación de la tesis, ya que es capaz de dar información objetiva y cuantificable a las metodologías y protocolos que se propongan.



# Capítulo 5:

## Electroencefalografía y Potenciales evocados

### 5.1 Electroencefalografía y Potenciales evocados: herramientas para entender al consumidor.

En este capítulo abordaremos otra de las herramientas utilizadas en la parte experimental de la tesis. Así como se describió la herramienta de ET, en el capítulo anterior, a continuación describiremos detalles de interés de cómo surge esta técnica, cómo se mide e interpreta y cuáles son sus implicaciones en el mundo de la investigación del consumidor y el diseño.

Esta herramienta se deriva de la electroencefalografía (EEG). La técnica o herramienta de EEG es una exploración neurofisiológica que se basa en el registro de la actividad bioeléctrica cerebral en diferentes condiciones de actividad (Herrmann, Strüber, Helfrich, & Engel, 2015). El registro de esta señal se da por la actividad bioeléctrica medida en mV y la velocidad de muestreo en Hz. Esta técnica se popularizó en los años noventa para implicaciones clínicas, pero en los comienzos del siglo XXI, hacen una aparición en publicaciones de ciencias del consumo. Se difunde su potencial como una alternativa para entender la percepción subconsciente de estímulos.

Los potenciales relacionado con eventos o potenciales evocados (ERPs, Event-related potentials) tiene un función específica en el procesamiento cognitivo de lo que miramos u oímos. Fundamentalmente el ERPs es una herramienta de la Psicología cognitiva y la Neuropsicología para encontrar defectos en los funcionamientos cognitivos. Sin embargo, esta herramienta tiene un alcance más allá de esto, su aplicación se describirá de manera general en este capítulo.

#### 5.1.1 Evolución del EEG para los potenciales evocados.

La historia del uso del EEG y las mediciones que se pueden realizar de la actividad cerebral son relativamente recientes. La primera publicación sobre el electroencefalograma humano fue realizada en 1929 por el psiquiatra alemán Hans Berger, quien reportó la capacidad de grabar regular y continuamente los cambios en la potencia. Berger conectó un galvanómetro muy sensible en forma de electrodo en varios puntos de la cabeza (Berger, 1929). Él fue quien puso nombre a esta innovadora técnica de medición, el término original utilizado fue “Elektrenkephalogramm”.

Berger (1930) describió el EEG como una señal continua de constante fluctuación, de las cuales se derivan dos tipos de curvas. Una curva larga del orden de los 90ms de duración, y una curva pequeña del orden de 35 ms. Posteriormente, Berger siguió trabajando para descubrir el máximo de ondas que podría captar. Llamó a las ondas largas como “Ondas Alfas” y las ondas pequeñas como “Ondas Beta”.

El trabajo de Berger fue el precursor de esta tecnología. Su principal interés fue entender de dónde provenían las ondas EEG y qué tipo de procesamiento de las mismas sería el más eficiente. Era evidente que el principal interés de Berger en el EEG no sólo fue su aplicación clínica, sino también demostrar cuáles pueden ser las funciones fundamentales del cerebro. Entender la posible correlación entre procesos fisiológicos y procesos cognitivos.

Unos años más tarde, la investigación con el EEG había ilusionado a varios científicos, Jaspers y Andrews (1938) demostraron el origen de la onda beta en la zona cortical, independiente de la fuente de las ondas alfa, donde predominaba la actividad cerebral sensorial-motora. También describieron la velocidad de las ondas más rápidas, 50 Hz, e introdujeron el término de “ritmo gamma” por primera vez, aunque sin ninguna relevancia en ese tiempo.

Al mismo tiempo, otros investigadores ya habían hecho descubrimientos de nuevas ondas cerebrales, Rohracher, descubrió la onda Theta, relacionada con la aritmética o la ortografía. Luego Walter localizó las ondas delta por un experimento puntual para localizar tumores (Herrmann et al., 2015).

En la figura 21, podemos ver la representación gráfica de las cuatro principales ondas cerebrales, mostradas en su estado ideal, cada una representa una actividad específica y una relación definida con los procesos cognitivos o fisiológicos. La investigación en el campo ha relacionado casi todos los procesos cognitivos con las oscilaciones correspondientes a las ondas delta, theta, alfa, beta y gamma (siendo la menos citada). Buzsáki (2009) en su libro, nos explica más a detalle la asignación de las principales bandas y las funciones que estas desempeñan. Además, estas cuatro principales bandas, también se pueden encontrar oscilaciones en frecuencias negativas y por debajo de ciertos criterios de tiempo de recolección.

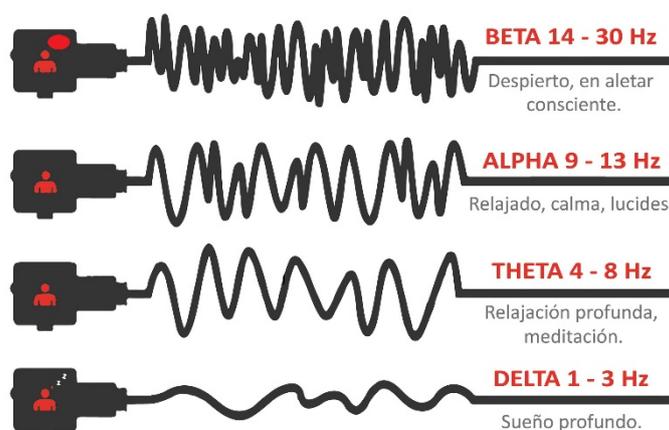


Figura 21. Esquema de ondas EEG en condiciones ideales (Reproducida de Buzsáki, 2009).

La investigación hasta este punto, parece obviar que no se puede establecer una relación 1:1, por un lado, con el mapeo de los procesos cognitivos, y por otro lado, las oscilaciones de EEG. Las oscilaciones EEG contribuyen a diferentes funciones cognitivas, dependiendo de en qué parte del cerebro y con qué parámetro queramos medir (amplitud, frecuencia, fase, o coherencia). Cuatro argumentos pueden ayudar a entender mejor esta idea (Herrmann et al., 2015):

- Diferentes regiones del cerebro pueden realizar múltiples funciones (específicas o generalizadas). Un concepto que se remonta a la idea sobre la funcionalidad de la arquitectura neuronal.

- Las oscilaciones de EEG de frecuencia baja pueden representar la cooperación de las redes neuronales a gran escala, mientras que las oscilaciones de frecuencia alta predominan siempre como representaciones de actividad de una población neuronal específica o global.
- La coherencia de oscilaciones de EEG en dos regiones del cerebro (no en la misma zona) puede reflejar la cooperación funcional de dos regiones.
- La combinación de dos o tres supuestos, puede sugerir que la cooperación entre regiones corticales cercanas y de frecuencia alta son coherentes.

La complejidad del cerebro humano ha despertado la curiosidad de muchos científicos, la investigación de las ciencias médicas no solo se centra en el entendimiento físico del tejido, sino en la compleja función de éste. Es por esto que esta técnica se ha popularizado. Los sistemas de EEG empezaron a ser cada vez más utilizados por sus ventajas. Entre sus principales ventajas se encuentra que es una técnica/herramienta poco invasiva para capturar la señal de la corteza cerebral. Otra ventaja es el bajo coste de los dispositivos actuales. También su fácil traslado y aplicación en varios contextos y actividades.

Este sistema se enfoca en capturar la señal de la corteza cerebral. Sin embargo como herramienta es ensombrecida por otras técnicas, como la tomografía de positrones (PET), la resonancia magnética (fMRI) o el estudio del flujo sanguíneo cerebral. Estas técnicas son únicas porque registran una medida directa en la actividad neural, además de tener mayor medida de esa resolución temporal del cerebro. Dentro de la investigación del funcionamiento del cerebro, una alta resolución temporal resulta ventajosa en el seguimiento de procesos tan rápidos y tempranos como son las actividades cognitivas. Ciertamente, dada la capacidad de registro de la actividad bioeléctrica en el momento preciso en el que sucede el procesamiento cognitivo supone una ventaja sobre el EEG.

Sin embargo, los registros de EEG, no permiten dar una ubicación exacta de dónde se origina la actividad neural. Esto pone en desventaja a esta técnica en el momento que queramos localizar una zona del cerebro que pueda estar relacionada con los procesos cognitivos que sigamos. Esto ocurre porque su resolución espacial es limitada, con poco grado de detalle anatómico en la obtención de datos. En los últimos años se han desarrollado sistemas que hacen registros de encefalografía en alta resolución (la capacidad de canales). Este tipo de sistema dota al EEG de una mayor potencia de resolución espacial, y mejora en gran manera la capacidad de detectar una onda específica y de dónde proviene ésta.

## 5.1.2 Sistemas de EEG.

Existe una gran cantidad de sistemas de encefalografía. Muchas compañías han desarrollado diferentes dispositivos con múltiples características. Sin embargo, al ser un sistema que principalmente se utiliza en el ámbito clínico, se ha creado una estandarización universal para la captura de datos.

La captura de datos se da por el posicionamiento de los electrodos al ser puestos sobre la cabeza de la persona. Es por esto, que se creó un sistema internacional conocido como 10/20, el cual describe la localización de los electrodos. El sistema se basa en la relación entre la ubicación de un electrodo y la zona subyacente de la corteza cerebral. El número "10" y "20" se refieren a la distancia entre electrodos adyacentes. Es decir, el 10% o 20% del total del frontal hacia atrás y la distancia de derecha a izquierda del cráneo (Trans Cranial Technologies Ltd., 2012). Cada electrodo o sitio tiene una letra para identificar el lóbulo, y un número para identificar la ubicación en el hemisferio (Véase figura 22).

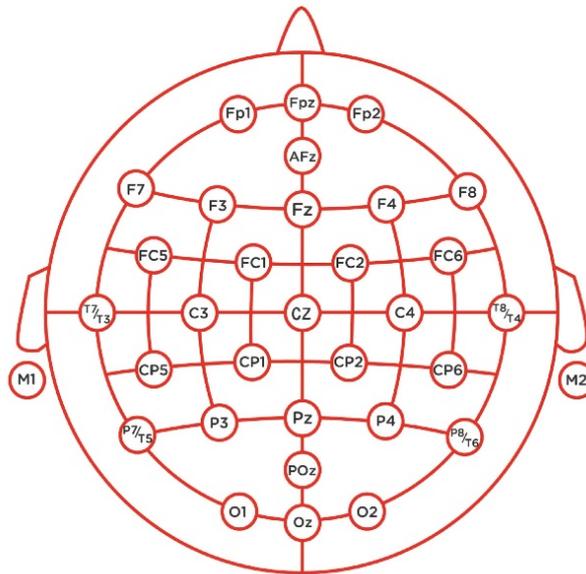


Figura 22. Sistema de posición internacional 10/20.

En el sistema 10/20 también existe una asignación de números que ayudan a identificar la posición del electrodo. En el sistema se asigna la letra “C” para el lóbulo central (el cual no existe, esto se hizo con el fin de identificar un centro). La letra “Z” (cero) se refiere a un electrodo colocado en la línea central o media. Los números que acompañan a las letras se refieren al posicionamientos en el hemisferio derecho (2,4,6,8) o en el hemisferio izquierdo (1,3,5,7).

Tabla 6. Posición de electrodos en hemisferios.

Electrodo	Lóbulo
F	Frontal
T	Temporal
C	Central
P	Parental
O	Occipital

El posicionamiento de los electrodos se realiza por gorros o mallas que sitúan a los electros sobre la cabeza. Se utilizan cuatro puntos de referencia anatómicos para el posicionamiento esencial de cada electrodo: primero, el nasión, que es un punto entre la frente y la nariz: segundo, el inión, que es el punto más bajo del cráneo en la parte posterior de la cabeza (normalmente se indica por una protuberancia prominente) y los pre-puntos auriculares cerca de la oreja (véase figura 23).

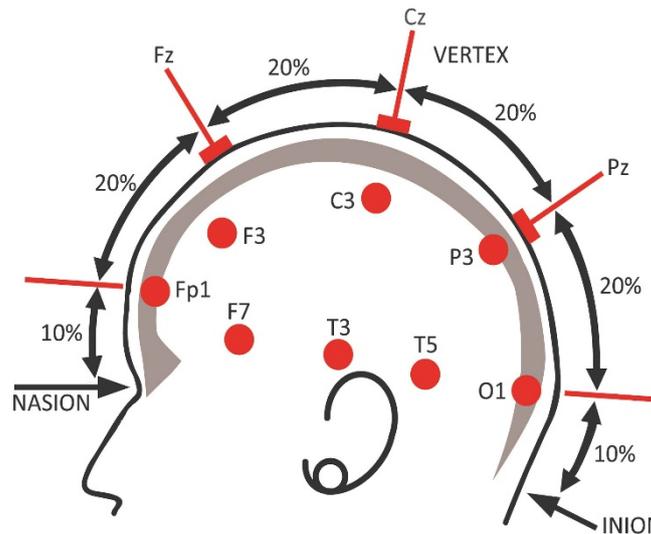


Figura 23. Posicionamiento anatómico del sistema 10/20 (reproducida de Trans Cranial Technologies Ltd., 2012).

### 5.1.3 ¿Qué es el potencial evocado?

Los ERPs son las fluctuaciones de voltaje que se asocian con el tiempo de un acontecimiento físico o mental. Estos potenciales se pueden grabar a través del cuero cabelludo humano y se extraen por medio de un electroencefalograma para capturar una señal que se procesa y se seleccionan ventanas de tiempo para interpretar la actividad (Picton et al., 2000). Los ERPs se basan en observar un cambio de frecuencia durante el tiempo, existen pautas para mostrar el resultado de esas fluctuaciones. Mayormente se representan como ondas.

En los seres humanos estas ondas contienen componentes que abarcan un continuo entre los potenciales exógenos (respuestas obligadas determinadas por las características físicas del evento provocado en el mundo exterior) y los potenciales endógenos (manifestaciones de procesamiento de la información en el cerebro que puede o no ser invocada por el evento). Los ERPs tienen una resolución temporal medida en milisegundos para poder detectar la actividad cerebral.

En el caso de los sistemas de EEG, existen dos métricas para poder medir las señales, estas medidas son temporales (tiempo) y espaciales (posición). La resolución espacial de las mediciones de ERPs está limitada tanto por la teoría como por nuestra tecnología actual, pero las grabaciones por múltiples canales pueden permitir estimar una localización en alguna zona del cerebro. La información temporal y espacial proporcionada por los ERPs puede ser utilizada en muchos programas de investigación, con el objetivo de comprender cómo el cerebro procesa ciertos elementos cognitivos de nuestro entorno.

Los potenciales evocados son categorizados por el intervalo de tiempo, estos intervalos de tiempos son ventanas que se pueden segmentar a lo largo de la señal captada. Estas ventanas o intervalos se denominan de varias formas (Sur & Sinha, 2009). A continuación se describen cada una de ellas por la cantidad de atenuación en la respuesta neural en los milisegundos entre dos estímulos.

- Onda P50: Este intervalo es el primero de todos. Se mide en los picos positivos que se dan entre los 40 y 75 milisegundos para cumplir la condición del P50 (Olincy & Martin, 2005). Se relaciona solo por la presencia del estímulo.

- Onda N1 (N100): Un pico de deflexión negativo entre 30 y 200 milisegundos después de la aparición de un estímulo. Está orientado a una prueba de “congruencia”. Cuando un estímulo es presentado y posteriormente otro, los dos deben tener una relación para alcanzar el potencial.
- Onda P2 (P200): refiere a la detección de un pico positivo alrededor de 100-250 milisegundos después del estímulo.
- Onda N2 (N200): refiere a la detección de un pico negativo sobre los 200 milisegundos después de la presentación del estímulo. Existen tres subcomponentes para la onda N200: N2a, N2b, y N2c.
- Onda N3 (N300): se centra en el contexto de la congruencia y expectación de la semántica. Su rango de latencia está entre 250-400 milisegundos y por su relación con el proceso semántico ayuda a detectar desórdenes, ya que su activación es en un pico negativo.
- Onda P300: Esta onda es similar en el sentido de la N300. Esta se relaciona con la activación con un pico positivo. Dentro de la misma ventana entre 250-400 milisegundos.
- Onda N400: una onda negativa que describe el contexto semántico incongruente, de 300-600 milisegundos después del estímulo (Dambacher, Kliegl, Hofmann, & Jacobs, 2006). N400 se observa a menudo para la relación de procesos cognitivos semánticos más explícitos o con mayor carga cognitiva (texto o imágenes).
- Onda P600: se denomina como el procesamiento del lenguaje, la onda P600 tiene efectos que ocurren con la violación sintáctica de alguna actividad.

La figura 24, muestra una representación de señal capturada por EEG, la cual se puede segmentar por ventanas o intervalos. Esta representación muestra también el posible efecto de superposición de algunas ventanas con otras.

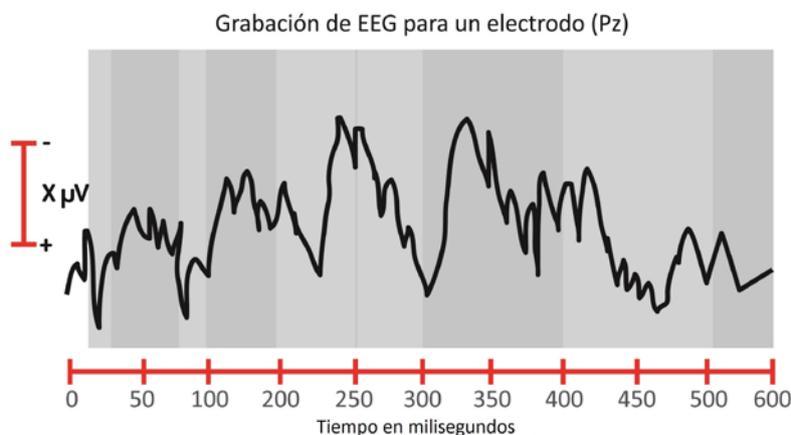


Figura 24. Registro de EEG a lo largo de milisegundos (reproducido de Luck, 2005)

## 5.2 Potenciales evocados: componentes de P300 y N400.

En el último apartado de esta revisión del estado del arte, nos centraremos en describir dos de los componentes usados en estudios de ERP que se utilizarán en un experimento en los casos de estudios de este trabajo de tesis. La utilización de estos componentes/ondas está relacionada directamente con el procesamiento semántico y estético de la realidad. La comprensión de la organización de la memoria semántica es uno de los objetivos fundamentales de la ciencia cognitiva

(Petten, 2014) y de cómo el conocimiento es organizado para poder entender el razonamiento y las asociaciones con el entorno.

Los componentes de ERP son los conceptos más nebulosos en una investigación de este tipo. La forma de la onda de ERP consiste, sin ambigüedad, en una serie de picos y valles representados por esas desviaciones de voltajes captadas por los componentes subyacentes o latentes relativamente independientes (una serie de electrodos pueden agrupar actividad interpretada como componente). El procesamiento de la señal que captan los componentes es extremadamente difícil de aislar. Los componentes latentes se tienen que medir independientemente y posteriormente hacer un promediado (Luck, 2004). La facilidad de este método depende de un buen diseño de experimento para la correcta interpretación de la señal del ERP. Una de las claves de éxito de la investigación y experimentación con ERP, es distinguir entre los picos observables de la forma de la onda y los componentes latentes no observables.

Para entender mejor el concepto de picos y componentes de los ERP, en la figura 25 se ilustra cómo se comportan los picos visibles y los componentes latentes. En la figura A se muestra una forma de onda de ERP, en la figura B se muestra un conjunto de tres componentes (C) de ERP latentes que cuando se juntan equivalen a la forma de onda del figura A. Por último en la figura C, se puede ver otras variantes de componentes que se pueden presentar en la detección de ERP. Sin embargo, cuando existen estas variantes lo que se realiza es un promedio para dejarlos como el comportamiento de la figura A.

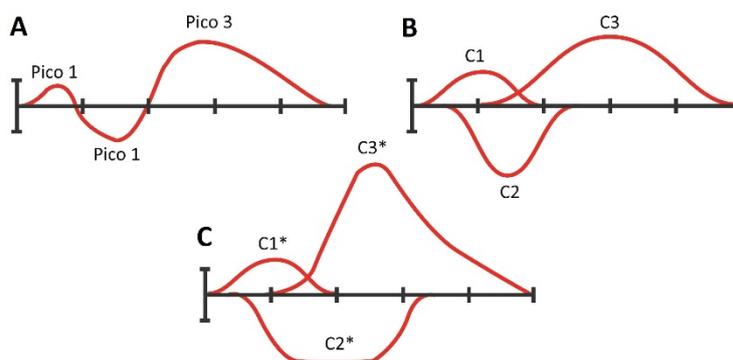


Figura 25. Ejemplos de componentes latentes que pueden sumar entre sí para tomar forma de onda de ERP.

### 5.2.1 El componente P300 para la percepción.

Los componentes de P300 y N400 comparten muchos elementos en común. El intervalo de tiempo que usan es muy cercano y por eso tienden a tener cierta similitud en los resultados numéricos que se obtienen. El uso de P300 o N400 es variado dependiendo del fin de estudio y del enfoque de los investigadores. Sin embargo, los componentes que se obtienen de estas dos ondas están fuertemente relacionados con el procesamiento subconsciente de estímulos visuales y sonoros. A continuación nos enfocaremos en lo encontrado para P300.

Los primeros reportes sobre la influencia de los estímulos en estos componentes tienen que ver con el sonido. La gran afinidad que tiene P300 con la estimulación sonora es alta; se puede detectar en ella alto contenido de comprensión hacia los estímulos (Rabelo, Neves-Lobo, Rocha-Muniz, Ubiali, & Schochat, 2014). Recientemente, Aru et al., (2012) reafirmaban la importancia de P300 para acceder a la consciencia del ser humano. Pero, esta onda no solo se centra en los sonidos, sino también funciona

para entender la estimulación visual. La P300 tiene una fuerza importante cuando los participantes perciben conscientemente los estímulos visuales (Rutiku, Martin, Bachmann, & Aru, 2015).

Recientes estudios que experimentan con el uso de la P300, relacionan la interpretación de elementos visuales con algún significado (comprensión semántica). En 2008, otros investigadores ya habían experimentado con la P300 para demostrar esta afinidad hacia un elemento con significado (Ma, Wang, Shu, & Dai, 2008). Los resultados descritos enfocaban un componente P300 como un categorizador de objetos (ej. Productos) según los atributos presentados. El experimento de Ma et al., 2008, es una referencia hacia la aplicación de los ERPs, el P300 y la percepción de atributos estéticos y simbólicos de un objeto.

Sin embargo, en las recientes investigaciones la onda P300 parece tener menor peso que la onda N400, la cual se ha asociado en un mayor número de experimentaciones que consolidan una relación muy fuerte entre la percepción de un estímulo visual y sus posibles implicaciones estéticas, semióticas y semánticas.

## 5.2.2 El componente N400 para la percepción.

El componente u onda N400 quizá es de los más populares en la investigación y uso de ERP. El primer informe sobre la detección de la N400 se publicó en 1980 por Kutas y Hillyard. Desde entonces, cientos de publicaciones se han escrito utilizando el N400 como medida dependiente, a través de una múltiple gama de áreas como el procesamiento del lenguaje, objetos, procesos gesticulares, respuestas semánticas, problemas matemáticos, memoria semántica y trastornos del desarrollo del mismo cerebro.

El N400 fue nombrado como tal porque se presentaba como una negatividad relativa en los picos alrededor de los 400 milisegundos (Kutas, 2011). El efecto N400 se puede presentar como una negatividad que viene desde los 200 milisegundos hasta los 600 milisegundos, centralizado muy cerca del centro parental del cerebro y ligeramente en el hemisferio derecho. El N400 es un fragmento de la onda a lo largo del tiempo y no tiene una forma específica. Muchos electrofisiólogos han abogado por una caracterización neuroanatómica precisa, sin embargo en la práctica no es sencillo, sobre todo teniendo en cuenta que la morfología de la onda va de acuerdo con las manipulaciones experimentales que se realicen.

Los pioneros en investigar el procesamiento cognitivo que se presenta en la onda N400 fueron Hillyard y Kutas (1983). Ellos hicieron hincapié en la importancia de caracterizar cuidadosamente las respuestas de los ERP en términos de su sensibilidad funcional y los aspectos específicos del procesamiento de la información. El registro de N400 en ese tiempo es poco utilizado, así que no existían referencias previas a su aplicación en un campo en particular. En consecuencia, los primeros años de trabajo de estos investigadores se centraron en determinar qué gama de manipulación del N400 es la más sensible y qué medidas de comportamiento se relacionaban.

La principal tendencia de los estudios realizados era el uso de N400 para detectar la congruencia e incongruencia en procesos cognitivos básicos. Las pruebas básicas que se utilizaron fueron: la comprensión del lenguaje y el significado de este. Los experimentos de Hillyard y Kutas demostraron la fiabilidad y la relación del resultado negativo de la onda cuando se producía un efecto de congruencia de significados en las palabras. La figura 26, presenta parte de la prueba de Hillyard y Kutas (1983). Se

puede observar cómo la manipulación del contenido del estímulo (frases) puede modular la carga cognitiva que se necesita para comprender la congruencia o incongruencia del significado.

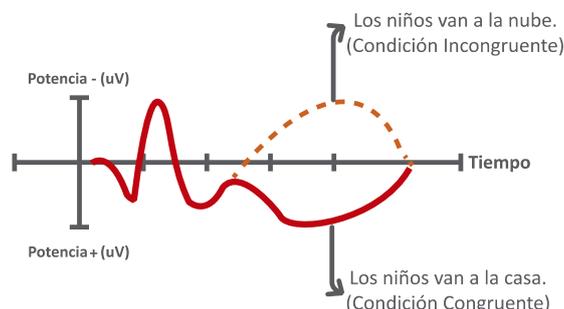


Figura 26. Componente N400: congruencia e incongruencia (reproducida de Hillyard y Kutas, 1983).

Estas dos componentes se han consolidado como las ondas ideales para buscar respuestas a la percepción de la realidad y los productos. Se puede decir que pueden darse de manera espontánea o totalmente intencionada, pero las ondas P300 y N400 deben ser consideradas para todo estudio relacionado con el diseño de productos (Höfel & Jacobsen, 2007).

### 5.2.2.1 Variaciones dentro de un contexto lingüístico.

La percepción del diseño tiene una estrecha relación con la forma que podemos verbalizar lo que sentimos. Muchas técnicas para medir la percepción estética, funcional y simbólica del diseño usan el lenguaje y el contexto del mismo (véase el apartado anterior sobre el diferencial semántico). Es por esto que, comprender cómo funciona el N400, lo convierte en una herramienta ideal para percibir el diseño. Un método para poder manipular y crear un impulso que haga que la señal N400 presente un comportamiento es por medio del lenguaje, no por modificación gramatical en las palabras, sino más bien por la estructura del significado (lo que se quiere decir).

El trabajo de Fischler et al., (1983) demostró que N400 se vincula con la relación semántica entre los sustantivos principales en una oración, más que la veracidad de la misma oración. Utilizaron una serie de frases como: “un gorrión es un pájaro”, donde no había una presencia elevada de N400, pero con “un gorrión no es un pájaro”, sí se producía. Con otros experimentos usaron frases que contenían afirmaciones acerca de hechos, pero N400 solo aparecía en una incongruencia. Esto llevó a afirmar que la generación de N400 no se restringe a las violaciones de la memoria semántica, sino que también lo producen las violaciones de la memoria episódica.

Esta información hizo que otros investigadores comprobaran la hipótesis si los elementos visuales o auditivos también podrían compartir ese mismo comportamiento en N400. Los resultados dictaminaron que no todos los estímulos funcionaban de la misma forma. Se demuestró nuevamente la cercanía de los componentes N400 y P300, ya que los experimentos que compartían una tarea que evocara una diferencia entre el efecto de la congruencia o incongruencia (una palabra incongruente, una nota inapropiada, una figura geométrica fuera de contexto, una nota baja de tono) fueron los que presentaban una activación potente.

Dentro del contexto lingüístico, igualmente se ha demostrado que las palabras que no corresponden a una categoría semántica enunciada producen un componente de N400. Esto es similar a cuando una palabra no es de la misma morfología que provoca una oración incongruente (Neville, Kutas, Chesney,

& Schmidt, 1986). Es decir, un ejemplo de estos sería un ejercicio simple como de falso y verdadero a una serie de planteamientos que se expresan en forma positiva (un perico/es/una manzana) o negativa (un perico/no es/un vehículo). En este ejemplo el N400 no se asocia a la veracidad de las falsedades planteadas, sino a que los sustantivos que daban sentido a la oración fueran de diferentes clases semánticas a la esperada.

Finalmente, el entendimiento de N400 ha hecho que se relacione este componente con la reactivación contextual de la presentación de una palabra en la memoria. Esto crea una fuerte relación con esos procesos que necesitan una búsqueda de información en nuestra memoria y por ende la información que tenemos determina nuestra forma de ser y de actuar. Extrapolando esto a prácticas de diseño de productos, podemos ver una fuerte influencia cuando tenemos que hacer un juicio sobre algo que nos gusta o no, para uno mismo la congruencia o incongruencia se da con la identidad de cada uno.

### 5.2.2.2 La respuesta del “priming” como un efecto visuomotor.

Un concepto que está ligado con la técnica de ERPs es el uso de “*priming*” y “*target*” para realizar evaluaciones semánticas. Este método es una estructura planteada desde el punto de vista psicológico. En términos generales, los efectos de un *priming* toman lugar una vez que un estímulo *target* es influenciado por el *priming* presentado unos instantes de tiempo antes. La característica distintiva de un método de respuesta al *priming* es que el *priming* y *target* son presentados en una rápida sucesión de tiempo (típicamente, menos de 100 milisegundos por separado) y conducido por parejas en un orden idéntico o alternativo según la respuesta buscada.

Fenner y Raab (1962) reportaron un experimento donde los participantes fueron instruidos para que presionaran un botón lo más rápido que pudieran una vez se presentaba un estímulo *target*. La visibilidad del *target* fue reducida para crear un efecto de reacción instintiva. Los autos encontraron que los tiempos de respuesta fueron independientes de la visibilidad subjetiva del *target*. Es decir, las respuestas a *targets* claramente visibles eran tan rápidas como a los *targets* casi invisibles. A este fenómeno se le denominó como el efecto Fehrer-Raab.

El término “*response priming (RP)*” fue empleado por primera vez por Rosenbaum y Kornblum (1982) con respecto a un arquetipo experimental donde los diferentes aspectos de la respuesta motora fueron predeterminados por estímulos visuales. Este procedimiento de RP fue consolidado entre los años 1980 y 1990 por Ansorge, Neumann, Becker, Kälberer, y Cruse; Klotz y Wolff; Rosenbaum y Kornblum en la universidad de Bielefeld en Alemania.

El arquetipo de RP típicamente está relacionado con el tiempo de reacción en una tarea para facilitar la respuesta. Es decir, un *priming* aparece antes que un *target* y posteriormente se debe realizar una tarea que relacione estos dos. El intervalo de tiempo entre el comienzo del *priming* y el comienzo del *target* se le llama asincronía de inicio de estímulo (stimulus-onset asynchrony, SOA). En muchos experimentos de RP realizados por los autores antes mencionados, el *target* también funciona como marco para una tarea secundaria. La segunda tarea secundaria se emplea a menudo para que los participantes identifiquen dos posibles alternativas:

1. Identificar si el *priming* o *target* pertenecen a una clase en específico.
2. El *priming* y el *target* son consistentes cuando se asignan una misma respuesta, o inconsistentes cuando se asigna una respuesta diferente.
3. La visibilidad del *priming* puede ser fuertemente influenciada por los efectos del *target* marcado.

En toda respuesta de un arquetipo de RP, los participantes deben responder a un estímulo *target* específico (que corresponda a la pareja en prueba). Otra especificación que debe ser tomada en cuenta del arquetipo de RP es el tiempo de exposición de estímulo. Existe una extensa literatura sobre experimentación donde los tiempos de exposición son variados. Muchos de estos se desarrollaron en los años 1990 y 2000.

Muchos experimentos realizados demuestran que los tiempos en los *priming* con respecto a la SOA, tienen un efecto en los resultados de ERPs. Un incremento en el tiempo del *priming* puede influir en la respuesta de estímulo *target* y determinar la respuesta visuomotora. Existe evidencia que el tiempo de actividad del EEG (Vorberg, Mattler, Heinecke, Schmidt, & Schwarzbach, 2003) está relacionado con los estímulos *priming* mostrados y el tiempo de exposición a partir de la medición de la respuesta (Eimer & Schlaghecken, 1998, 2003; Leuthold & Kopp, 1998). Todos los estudios relacionados sugieren que la actividad motora se produce primero en dirección hacia el *priming* y solo entonces se debe proceder a especificar lo relacionado con el *target* (Schmidt, 2002; Schmidt, Niehaus, & Nagel, 2006; Vath & Schmidt, 2007; Schmidt & Schmidt, 2009).

La importancia de la fuerza del estímulo *priming* depende de las propiedades del mismo y la composición de la tarea a realizar. Al utilizar un *priming* con una carga semántica alta y tareas de comprensión muy fáciles puede dar lugar a efectos significativos en los ERPs. El efecto opuesto se puede encontrar si se realizan tareas inadecuadas y *priming* de baja carga (Schmidt & Seydell, 2008; Sumner, Tsai, Yu, & Nachev, 2006).

Otro elemento importante en el arquetipo de los ERPs es la posición del estímulo *priming*, este debe ser dirigido al foco visual y por ende, la aparición debe ser mínimamente aceptada (Jaśkowski, 2008; F. Schmidt & Schmidt, 2009). Finalmente los tiempos de exposición de estímulos, tanto *priming* y *target*, son de 100 ms. Esto puede tener implicaciones negativas si se utilizan tiempos menores, o bien, si se utilizan tiempos incongruentes entre *priming* y *target*. Ese efecto es conocido como “efecto negativo de compatibilidad” (Klapp & Hinkley, 2002; Lingnau & Vorberg, 2005; Sumner, 2007; Verleger, Jaśkowski, Aydemir, Van der Lubbe, & Groen, 2004).

### 5.3 Conclusiones de potenciales evocados.

Este último capítulo de revisión bibliográfica describe la tercera herramienta que se utilizará en el capítulo de experimentación. A lo largo del capítulo se describió cómo la encefalografía aporta un método por medio de la segmentación de la señal para describir la percepción subconsciente. El enfoque principal del capítulo fue describir cómo nacen los ERPs y las ventajas que aportan sus características y la metodología que se usa para el último experimento.

Puntalmente, el ERPs que utilizaremos es el relacionado con los componentes cercanos a los 400 milisegundos. El N400 es el que mejor describe la conexión de un estímulo y la percepción asociada con sus procesos cognitivos, en este caso, la carga semántica que contiene el *priming* y la relación con el *target*. El uso de imágenes o palabras apoyan esa conexión entre lo que podemos entender, o asociar positiva o negativamente. El resultado numérico que se obtiene de esta técnica, nos ayuda a comprender la importancia de la congruencia de lo que percibimos.

Congruencia o incongruencia es lo que necesitamos detectar para conocer si la persona es capaz de comprender la influencia estética o semántica de los estímulos. Este proceso conlleva una gran tarea de procesamiento subconsciente que pocas herramientas son capaces de aprovechar. Los ERPs son la herramienta definitiva para entrelazar la percepción consciente y subconsciente dentro del diseño.



# Capítulo 6:

## Experimentación

El sexto capítulo de la tesis presenta todos los experimentos desarrollados a lo largo de la investigación doctoral. Cada uno de los experimentos fueron desarrollados para dar respuesta a los objetivos general sobre la contribución a la evaluación emocional del diseño de productos mediante tres distintas herramientas que miden subjetiva y objetivamente la percepción de un producto. Puntualmente cada experimento aportara un aprendizaje para resolver los objetivos específicos de esta tesis.

Los dos primeros experimentos plantean una combinación de mediciones subjetivas y objetivas. En estos dos experimentos veremos el uso explícito de los DS, como parte de la metodología de evaluación propuesta. La medición objetiva estará guiada por el uso de ET y sus métricas de medición de la visión. Esta combinación de herramientas serán los dos primeros experimentos que den apertura a las metodologías mixtas que evalúen productos o espacios.

El primer experimento (6.1) plantea una comparación subjetiva y objetiva de elementos estéticos y emocionales para un objeto virtual (botellín de cerveza) frente a su versión real. El segundo experimento (6.2) plantea una evaluación subjetiva y objetiva de elementos estéticos y afectivos para escenarios (pavimento cerámico y decoraciones). Los resultados de estos dos experimentos darán respuesta al planteamiento desarrollado para los objetivos específicos A, B, C y D.

El tercer experimento forma parte de los dos últimos experimentos que conllevan un grado mayor en el procesamiento de la señal fisiológica. El tercer experimento (6.3) plantea el análisis de la preferencia y la valoración de varios productos al mismo tiempo (isotipos y juguetes). El resultado del experimento anticipa unos segundos antes la preferencia del participante. Este experimento contribuye a los objetivos específicos C y D.

El último experimento (6.4) cierra los cuatro experimentos de la investigación doctoral. Este es el más complejo de todos, ya que incluye las tres herramientas en su metodología de evaluación. Este experimento plantea la evaluación de varios empaques (comida saludable) desde la perspectiva estética y conceptual. La herramienta principal de medición son los ERPs, los cuales son capaces de cuantificar el proceso cognitivo relacionado con la metodología de evaluación. Los resultados del experimento darán respuesta a los últimos objetivos específicos planteados a cerca de las herramientas de medición fisiológica: C, D, E y F.

En la figura 27, se puede observar un ejemplo de un pase de medición para el experimento 6.4. Este mismo lugar fue utilizado para todos los experimentos de la tesis. El LENI (Laboratorio europeo de neurotecnologías inmersivas) está ubicado en la Ciudad Politécnica de la Innovación (UPV) en la ciudad de Valencia.



*Figura 27. Ejemplo de experimentación en el LENI (CPI, Valencia).*

## 6.1 Comparación de la percepción de representaciones reales y virtuales del producto usando seguimiento de la mirada y diferenciales semánticos.

En este experimento se plantea el uso de representaciones virtuales en 3D como prototipos de evaluación subjetiva y objetiva para evocar impresiones estéticas y emocionales. La revisión de trabajos previos revela que existe una inquietud por conocer el efecto de los modelos virtuales en múltiples actividades relacionadas con el diseño. Actualmente uno de los principales motivos de estudio de la realidad virtual (VR) es los usos de dispositivos de interacción, tanto estáticos como móviles. Estos nuevos dispositivos tienen limitaciones en la calidad de representación de los modelos VR utilizados.

En la figura 28, se puede observar un entorno virtual simulando un supermercado. Este fue uno de los escenarios generados para probar el impacto que tienen estos entornos en la percepción de los participantes. Este experimento es parte de una serie de pruebas para validar si los entornos virtuales funcionan como prototipos de pruebas de la realidad. Los estímulos virtuales elegidos para este experimento surgen de este escenario virtual. Es por esto que la calidad de representación está atada a ciertas limitantes. Aislado el producto elegido se puede comparar con su real. La evaluación que se realizará será más objetiva, ya que no tendrá distractores que puedan influir en la percepción estética y emocional que se pueda detectar. Como parte de las contribuciones experimentales de esta tesis, este primer experimento presenta un estudio con 38 participantes en el que se comparará la percepción de una fotografía y una representación virtual de una botella de cerveza.



Figura 28. Entorno virtual generado para el sistema CAVE.

La metodología que se propone en este primer experimento utiliza los DS para poder comparar esa percepción subjetiva de un producto, y el ET para exponer una manera de cuantificar la percepción que podemos tener de un producto por medio de nuestra mirada, una percepción objetiva.

### 6.1.1 Revisión de trabajos previos.

El empaque del producto es un factor importante en muchos aspectos, principalmente porque agrega valor al mismo. La estética juega un papel importante en la diferenciación de un producto, lo ideal es que este factor estético evoque un efecto positivo en la persona y despierte un deseo por el producto. Este argumento forma parte de los motivantes de las nuevas disciplinas (neuromarketing o neuroeconomía, entre otras) que proponen herramientas que miden objetivamente el comportamiento de las personas para crear sinergias entre métodos convencionales de evaluación para resolución de problemas en marketing y diseño.

Este experimento utiliza como métrica objetiva de medición el ET. Un ejemplo reciente de cómo se observa un empaque (frasco de jalea), es el trabajo de Piqueras-Fiszman et al., (2013) quienes describían el ET como un método que sirve para filtrar la información de la visión y ayuda a organizarla. Como consecuencia, muchos parámetros de comportamiento son obtenidos de la visión, en particular los de atención. Las mediciones del ET pueden proveer fielmente una objetiva y continua evaluación de la reacción de los usuarios a través del movimiento de su ojo y visión (Djamasbi, Siegel, & Tullis, 2010).

Una serie de métricas son utilizadas para entender el comportamiento de la visión. Un indicador importante de la atención es la duración de una fijación (Peschel & Orquin, 2013). Un valor alto de la duración se asocia a un aumento de la atención. El número de visitas realizadas al estímulo también es un indicador de atención (Ares & Deliza, 2010; Ares et al., 2013). Estas dos variables relacionadas con el tiempo de la fijación y las visitas definen un indicador y un descriptor de comportamiento (Gomes, Hurley, Duchowski, Darby, & and Ouzts, 2014).

Piqueras-Fiszman et al., (2013) en su experimento también combina el uso de ET con DS. Sin embargo ellos crean un espacio semántico desde cero. En nuestro experimento nos apoyamos de una metodología publicada por Besemer (2010) la cual denomina: "Creative Product Semantic Scale" (CPSS). Este trabajo extrae una serie de escalas que resumen los conceptos base de un producto de alto impacto. Esta metodología resume en 3 ejes semánticos las características de un producto: la novedad, la resolución y el estilo. Partiendo del desarrollo de la metodología CPSS, se creó un nuevo eje para describir la percepción emocional del producto. Esto con el fin de poder tener una medición subjetiva de la impresión emocional evocada por la estética de las botellas.

La combinación de las dos herramientas (ET y DS) servirá para abordar la comparación de los empaques, ya que existe una serie de estudios previos donde enfatizan la atención orientada hacia los empaques (Gomes et al., 2014; Rebollar, Lidón, Martín, & Puebla, 2015; Reimann, Zaichkowsky, Neuhaus, Bender, & Weber, 2010), destacando elementos como el color, la forma y la textura. Otros estudios han examinado el texto y mensaje que presentan los empaques (Kessels & Ruiters, 2012). En cualquier de estos casos, la herramienta de ET está presente como parte de una evaluación efectiva de la percepción del consumidor.

Este experimento además de utilizar el ET y SC, también explora una alternativa que varios autores marcan como un nuevo marco de trabajo para alternativas de evaluación de productos o servicios: los prototipos o representaciones virtuales (Kessels & Ruiters, 2012; Serrano, Botella, Baños, & Alcañiz,

2013). La garantía de una buena percepción es uno de los factores que más se discuten (Artacho-Ramírez, Diego-Mas, & Alcaide-Marzal, 2008) sobre el uso de VR en ámbitos del diseño. Ledoux et al (2013) propone que una calidad media de representaciones puede llegar a tener buenos resultados. Sin embargo, la interacción en tiempo real con modelos VR es muy exigente en términos de recursos computacionales. Utilizar una calidad ultrarealista de *renders* es limitado en los dispositivos más recientes de VR si se quiere interactuar con ellos. Los siguientes apartados describirán el desarrollo, aplicación y análisis del diseño experimental propuesto.

## 6.1.2 Estímulos utilizados.

El estímulo o el producto seleccionado fue la botella estándar de la marca Heineken. Para el experimento se generaron dos tipos de estímulos. La botella real fue fotografiada en un fondo blanco, para que no existieran distractores extras al momento de visualizarla. Así también, la botella virtual fue situada en un mismo fondo blanco. Se generaron fotografías del frente de la botella y la parte trasera en 0°, 15°, 35° y 60°.

La botella virtual fue modelada en la plataforma Unity, donde poseía unas características básicas para escenarios virtuales usados en la CAVE (figura 28) los cuales no sobrepasan los 50K polígonos. La geometría de la botella poseía 4324 polígonos en total. El resultado final de los estímulos se puede observar en la figura 30.

## 6.1.3 Muestra y equipos utilizados.

- La muestra utilizada para este experimento fueron 38 españoles (21 mujeres, 17 hombres), en un rango de edad de entre 22 a 53 años, con una media de edad de 28.63 años y todos presentaban una visión normal y sin ningún problema de visión para realizar el experimento.
- Para el experimento se utilizó uno de los equipos más potentes de la compañía Tobii® ([www.tobii.com](http://www.tobii.com)). El modelo del dispositivo es el TX300, con una capacidad de 300 Hz de captura en su doble sensor FOV y VOG. Además de esto este dispositivo cuenta con una pantalla incorporada de 23" de alta definición. El software utilizado para captura y exportación de datos es Tobii Studio 3.2.1 (véase figura 29).



Figura 29. Dispositivo de Eye-tracking Tobii TX300 con pantalla incorporada.



Figura 30. Botella de Heineken y sus perspectivas usadas el experimento.

#### 6.1.4 Procedimiento de la experimentación.

El protocolo del experimento fue diseñado para comparar las dos versiones de la misma botella: la versión real y la virtual. Todo el protocolo se llevó a cabo en una sala estandarizada de laboratorio, los participantes tuvieron que realizar tres tareas sentados frente al dispositivo TX300. Antes de tener alguna interacción con el dispositivo, la persona contestaba un cuestionario (Anexo A.1) el cual daba información demográfica y cierta información acerca de sus gustos o preferencias por productos

similares al estímulo. La persona nunca fue informada de la actividad que iba a realizar, todas las instrucciones fueron en base a cómo observar los estímulos en la pantalla.

Como se muestra en la figura 31, la persona se sentó frente al dispositivo a una distancia media entre 60-70 cm para que fuese calibrada su visión con respecto a la pantalla y el sensor VOG/FOG de Tobii. Los participantes, al sentarse frente al dispositivo, tenían que realizar una calibración de la mirada que consistía en seguir con la mirada un punto rojo que se movía a lo largo de la pantalla. Este procedimiento no duraba más de 10 segundos.

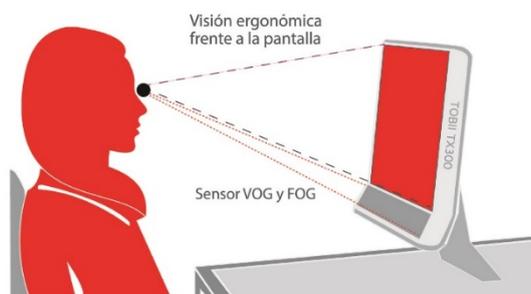


Figura 31. Esquema del espacio para realizar la experimentación.

Un mismo participante evaluaba por separado la botella real y virtual. A estas dos actividades se le nombraron como tarea A (botella real) y Tarea B (botella virtual). Aleatoriamente a los participantes se le mostraba la Tarea A o B. Al finalizar la tarea asignada, se realizaba una tarea extra (observar un documental sobre la ciudad de Valencia o la vida marítima) por 10-15 minutos para despejar la mente del participante. Una vez terminada la tarea extra, evaluaban la tarea restante. El experimento (cuestionario, calibración, tareas y video) tenía una duración no mayor a 20 min.

El protocolo de ambas tareas se muestra en la figura 32. Las tareas fueron montadas en el software de Tobii. La tarea iniciaba con la calibración antes mencionada. Después de eso, las instrucciones generales se mostraban por 22 segundos en la pantalla. Posteriormente, una pantalla con un texto advertía a la persona que tenía 5 segundos antes de comenzar las evaluaciones.

La composición de los estímulos y las preguntas con las escalas de DS se armaron por grupos. Aleatoriamente se formaban cuatro grupos que contenían dos perspectivas de las botellas y un eje de CPSS. En cada grupo se agregó una imagen extra con un aviso de 1 segundo antes del siguiente grupo de elementos. Cada uno de los estímulos de las botellas se mostraba por 3.5 segundos. La tarea finalizaba al terminar los cuatro grupos para continuar con la tarea extra.

En la tabla 7, se muestra los 4 ejes extraídos de CPSS, utilizados en el protocolo. La pregunta junto con las escalas bipolares se presentaba por 15 segundos. Los participantes verbalizaban la respuesta de cada escala para ser capturada. La escala utilizada es de siete niveles (de -3 a +3). Cada eje fue mostrado aleatoriamente después de un par de estímulos igualmente aleatorizados.

Tabla 7. CPSS y eje emocional usado en la evaluación semántica.

<b>Novedad</b>	<b>Resolución</b>	<b>Estilo</b>	<b>Emocional</b>
¿Cómo valorarías el producto antes mostrado?	¿Cómo describirías el producto antes mostrado?	¿Cómo te calificarías el producto antes mostrado?	¿Qué te transmite el producto antes mostrado?
Anticuadao (-3) – De moda (+3)	Femenino (-3) – Masculino (+3)	Estable (-3) – Inestable (+3)	Euforia (-3) – Tranquilidad (+3)
Usual (-3) – Inusual (+3)	Robusto (-3) – Delgado (+3)	Mal hecho (-3) – Bien hecho (+3)	Tristeza (-3) – Felicidad (+3)
Discreto (-3) – Revolucionario (+3)	Alto (-3) – Bajo (+3)	Durable (-3) – Frágil (+3)	Empatía (-3) – Indiferencia (+3)

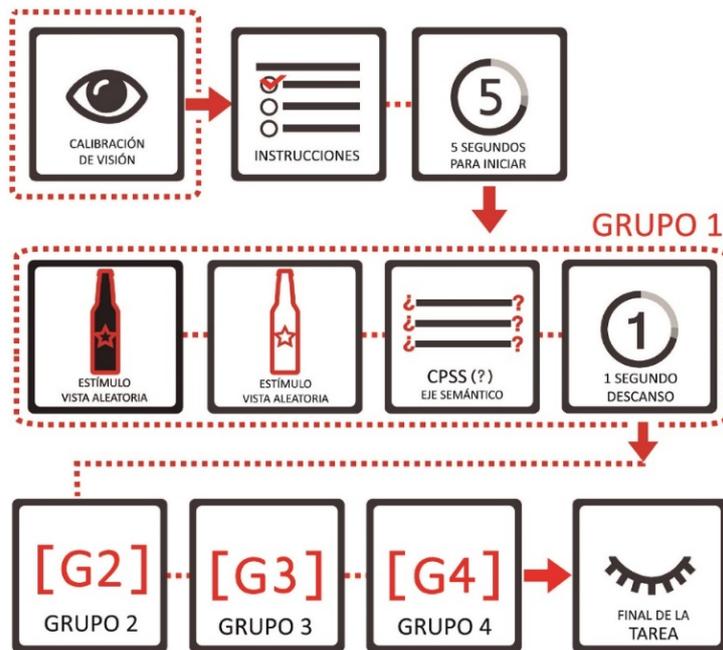


Figura 32. Protocolo de la Tarea A/B para el experimento.

### 6.1.5 Datos registrados.

Este experimento utilizará la medición de DS para la percepción consciente y subjetiva, y el ET para la percepción subconsciente y objetiva. Los eje semánticos nombrados serán analizados para observar estadísticamente las diferencias entre la botella real frente a la virtual. Por otro lado, las métricas utilizadas para ET fueron consideradas para observar los efectos que conllevan las siguientes variables:

El primer efecto está relacionado con el nivel de atención que presenta una zona en particular del producto. Con referencia a los trabajos previos, esta variable relaciona el tiempo con la atención invertida en una AOI:

- **Tiempo total de duración de la fijación (TTF):** es el tiempo total que el sujeto ha fijado su mirada en un AOI. En este caso la variable está dada en segundos.

El segundo efecto que se busca en la comparación de las botellas es el que describe cuántas veces fue necesario ver esa AOI para poder juzgar las diferencias entre las botellas:

- **Número de visitas (VC):** Número de visitas total que un sujeto ha hecho sobre una AOI. En este caso la variable está dada en veces.

Como vimos en el capítulo de ET, la definición de áreas de interés (AOI) es necesaria para poder utilizar las métricas y poder comparar las zonas de los productos. La selección de AOI depende de las características de los estímulos. Cuatro detalles comunes fueron enmarcados para ser AOI, como se muestra en la figura 33 (imagen utilizada para la publicación en inglés del experimento). El primero es

el “Logo Vertical”, y al mismo tiempo es la “transparencia del logo” por la parte de atrás. El segundo es el “Logo Central” en la parte de frente mientras que por detrás es “Información General”. El tercer detalle es la “Chapa” ya que en todas las vistas se ve de la misma forma y por último es el “Contorno” de la botella.

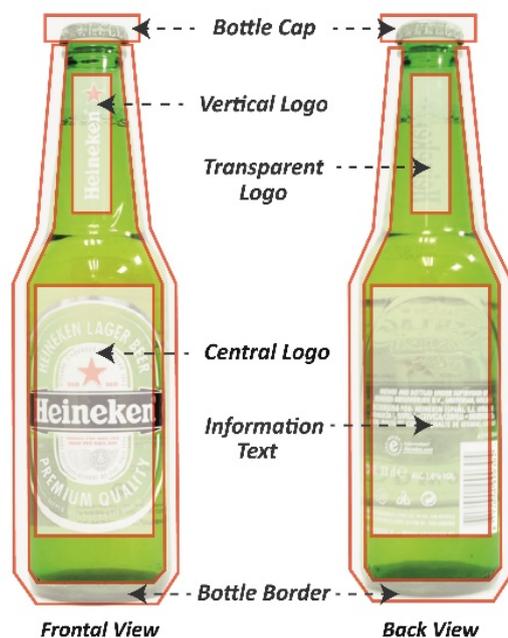


Figura 33. Zonas de interés asignadas.

## 6.1.6 Resultados de la experimentación.

### 6.1.6.1 Mapas de calor.

Una de las representaciones más comunes que los sistemas de ET pueden dar como resultado son los mapas de calor. Estos representan la cantidad de fijaciones concentradas a lo largo de todo el estímulo. La métrica que se usa en estas representaciones se conoce como “Duración Absoluta” y es lo que se representa en la figura 34.

Esta representación de mapa de calor sobre las imágenes de las botellas es un compendio de las fijaciones de todos los participantes del experimento. El color rojo representa un largo periodo de fijación y el color amarillo y púrpura representa áreas con un valor menor en el parámetro.

Sin embargo, esta representación es solo la punta del iceberg en el análisis de ET. La utilidad principal de esta representación es dar una idea clara sobre la localización de puntos de interés. El análisis de ET requiere de las AOI antes creadas. Este es el primer indicador si las AOI propuestas presentan fijaciones en el experimento. En los resultados se puede observar una gran concentración de fijaciones en puntos como el centro, y parte superior de las botellas.

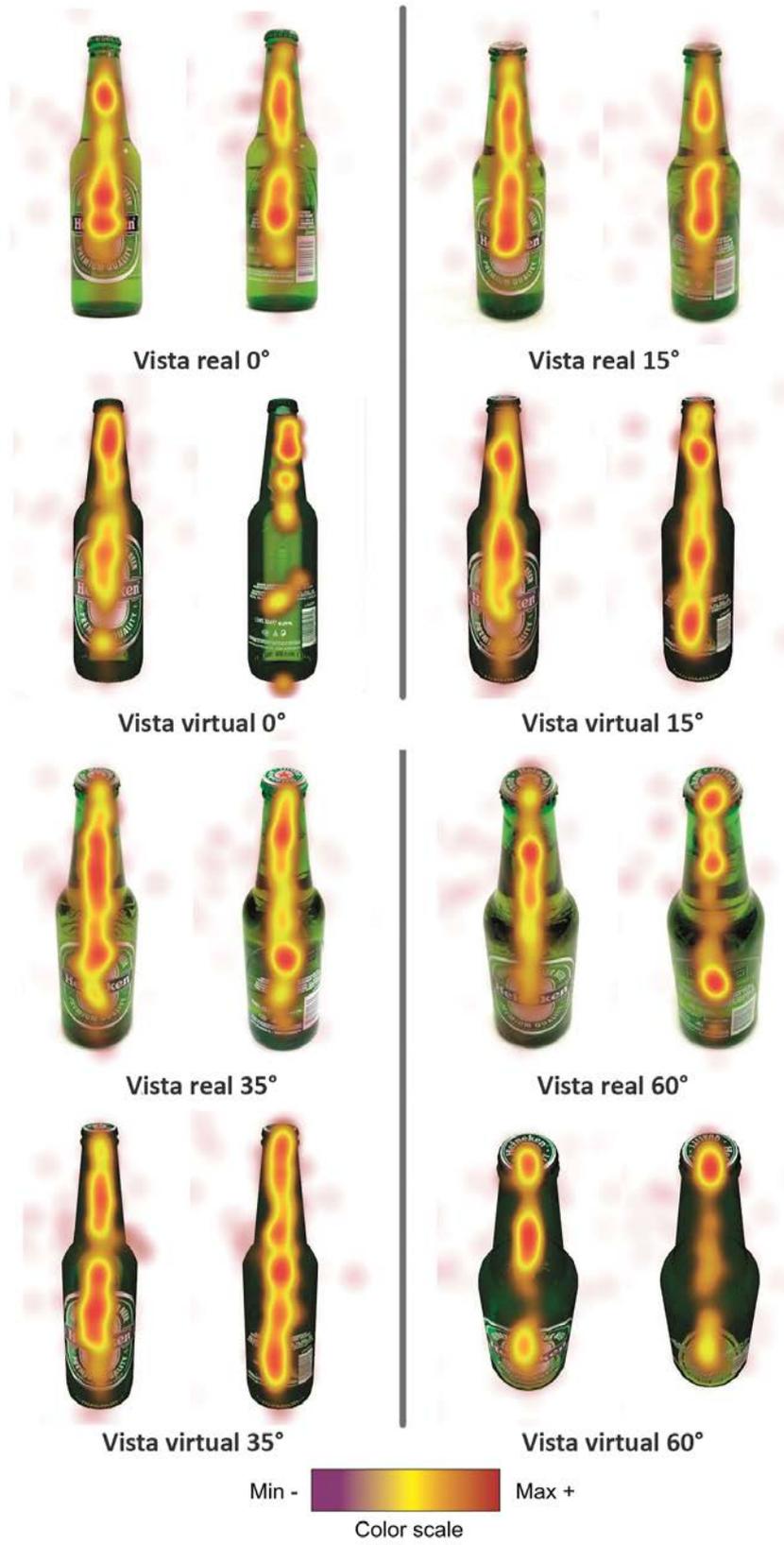


Figura 34. Mapa de calor para la duración absoluta de la visión.

### 6.1.6.2 Resultados de los diferenciales semánticos.

Se ejecutó la prueba de kolmogorov-Smirnov para detectar la normalidad en los datos obtenidos. Debido a la ausencia de normalidad de los datos, los resultados fueron tratados con el test no paramétrico de Wilcoxon para comparar dos muestras dependientes (Conover, 1999; Hair, 1999). Nuestro supuesto o hipótesis a aceptar en las diferencias de medias es: **Las botellas reales y virtuales se perciben de la misma forma.**

Los resultados de la prueba se presentan en la tabla 8. En la misma tabla podemos observar la descripción estadística y el valor de P para la prueba de Wilcoxon. Para la interpretación de los datos se tienen que tomar en cuenta el signo positivo o negativo en las medias de cada una de los DS.

Tabla 8. Descripción estadística y resultados de prueba de Wilcoxon para cada una de las escalas utilizadas.

Ejes	Diferenciales semánticos	Botella Real		Botella Virtual		Z	P Asymp. Sig
		Media	Desv. Std	Media	Desv. Std		
Novedad	Anticuo (-3) – De moda (+3)	0.84	(1.285)	0.08	(1.421)	-2.489 <sup>a</sup>	<b>0.013</b>
	Usual (-3) – Inusual (+3)	-1.16	(1.405)	-0.45	(1.572)	-1.925 <sup>b</sup>	0.054
	Discreto (-3) – Revolucionario (+3)	-0.18	(1.111)	-0.13	(1.212)	-0.096 <sup>b</sup>	0.924
Resolución	Femenino (-3) – Masculino (+3)	-0.05	(1.229)	0.21	(1.298)	-0.783 <sup>a</sup>	0.433
	Robusto (-3) – Delgado (+3)	0.63	(1.403)	0.29	(1.393)	-1.318 <sup>b</sup>	0.187
	Alto (-3) – Bajo (+3)	-0.63	(1.172)	-0.68	(1.358)	-0.357 <sup>b</sup>	0.721
Estilo	Estable (-3) – Inestable (+3)	-0.97	(1.568)	-0.95	(1.432)	-0.083 <sup>a</sup>	0.934
	Mal hecho (-3) – Bien hecho (+3)	1.50	(1.084)	0.74	(1.554)	-4.650 <sup>a</sup>	<b>0.000</b>
	Durable (-3) – Frágil (+3)	0.29	(1.609)	-0.26	(1.537)	-1.968 <sup>a</sup>	<b>0.049</b>
Emocional	Euforia (-3) – Tranquilidad (+3)	-0.05	(1.506)	0.00	(1.525)	-0.431 <sup>a</sup>	0.066
	Tristeza (-3) – Felicidad (+3)	1.00	(1.356)	0.68	(1.188)	-1.872 <sup>b</sup>	0.061
	Empatía (-3) – Indiferencia (+3)	-0.32	(1.544)	0.21	(1.398)	-2.433 <sup>a</sup>	<b>0.015</b>

<sup>a,b</sup>Basado en ranqueo positivo.

Para el eje de **novedad**, las medias describen que:

- La botella real se percibe más de moda que la virtual, existe diferencia estadística con un nivel de significación ( $p=0.013$ ).
- La botella real se percibe más usual que la virtual.
- La botella real se percibe casi igual de discreta que la virtual.

Para el eje de **resolución**, el análisis no revela diferencias estadísticas con nivel de significación entre las escalas, sin embargo las medias describen la percepción asignada por los participantes:

- La botella real se percibe más femenina y la virtual mucho más masculina.
- La botella real se percibe más delgada que la virtual.
- La botella real se percibe casi igual de alto que la virtual.

Para el eje de **estilo**, las medias describen lo siguiente:

- La botella real se percibe casi igual de estable que la virtual.
- La botella real se percibe más bien hecho que la virtual, existe diferencia estadística con un nivel de significación ( $p<0.001$ ).
- La botella real se percibe más durable y más frágil, existe diferencia estadística con un nivel de significación ( $p=0.049$ ).

El último eje a observar es el **emocional**. Las medias describen lo siguiente:

- La botella real transmite casi igual de euforia que la virtual (valor neutro).
- La botella real se percibe más felicidad que la virtual.
- La botella real se percibe más empatía que la virtual que se percibe más indiferencia, existe diferencia estadística con un nivel de significación ( $p=0.015$ ).

La estadística utilizada reveló que solo 4 de 16 variables subjetivas manejadas presentaron diferencias entre sus medias (valoraciones). Las impresiones subjetivas recogidas por el CPSS describen que la botella real presenta diferencias en los adjetivos: Anticuado-De moda, Empatía-Indiferencia, Mal hecho-Bien hecho y Durable-Frágil.

Para el eje de resolución, no se encontraron diferencias estadísticas. Sus valores medios se encontraban cercanos. Para el eje emocional, solo una de tres variables mostró diferencia estadística. El efecto positivo o negativo de los adjetivos no tuvo efecto en la percepción de las dos botellas.

### *6.1.5.2 Resultados de Eye-tracking.*

Los primeros datos que se analizarán son los extraídos de las variables de TTF y VC. Estas dos variables nos darán información acerca de las diferencias que pueden generarse en la forma de observar las botellas. La variable de TTF es un valor dado en segundos, mientras que la variable de VC son las veces que se observó la AOI. La estadística descriptiva de estas dos variables se muestra en el Anexo A.2. Para estos análisis se plantea el siguiente supuesto, el cuál describe las diferencias obtenidas de los niveles críticos del estadístico. El supuesto o hipótesis a aceptarse: **Las AOI de la botella virtual se miran de igual forma que las AOI de la botella real.**

Para iniciar el análisis se realizó una prueba de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk para observar si los datos seguían una distribución normal. Se utilizaron los dos métodos para verificar los niveles críticos. Ya que la muestra es de 38 personas, está muy cercana al análisis de Shapiro-Wilk para muestras menores de  $N=30$  (Conover, 1999; Hair, 1999). Los resultados de las pruebas de normalidad se pueden observar en los Anexos A.3 y A.4.

Los datos de las dos variables TTF y VC muestran una tendencia hacia una distribución no normal con los dos análisis. El método estadístico que se utilizará para analizar las variables es la prueba de Wilcoxon para dos muestras dependientes (debido al diseño del experimento) utilizando como referencia la agrupación de estímulos o AOI para los dos casos, botellas reales y virtuales. Las agrupaciones que se presentarán en el análisis son: (1) agrupando las variables por vistas o perspectivas, (2) agrupando las variables por tipo de AOI e (3) individualmente cada AOI para cada vista.

El **primer análisis** realizado para las variables de TTF y VC es la **agrupación** de los datos **por vistas** para todos los estímulos. Esta agrupación toma de manera indiscriminada las AOI presentes en cada vista. La descripción estadística de las dos variables se presenta en la tabla 9.

Tabla 9. Descripción estadística para agrupación de vistas para las variables TFF y VC.

VISTAS	TFF (seg)				VC (veces)			
	Botella Real		Botella Virtual		Botella Real		Botella Virtual	
	Media	Dev. Std	Media	Dev. Std	Media	Dev. Std	Media	Dev. Std
Frontal 0º	0.670	(0.891)	0.611	(0.736)	1.039	(1.206)	1.138	(1.213)
Posterior 0º	0.669	(0.837)	0.432	(0.525)	1.112	(1.258)	0.053	(0.224)
Frontal 15º	0.607	(0.754)	0.229	(0.418)	1.079	(1.253)	1.171	(1.172)
Posterior 15º	0.580	(0.727)	0.609	(0.762)	1.243	(1.557)	1.099	(1.172)
Frontal 35º	0.521	(0.594)	0.537	(0.676)	1.190	(1.275)	1.079	(1.188)
Posterior 35º	0.567	(0.823)	0.433	(0.560)	1.335	(1.526)	0.914	(1.067)
Frontal 60º	0.578	(0.664)	0.603	(0.581)	1.184	(1.263)	1.270	(1.196)
Posterior 60º	0.257	(0.505)	0.459	(0.600)	0.842	(1.017)	0.882	(1.035)

Para observar las diferencias de medias entre las variables TFF y VC se realiza el análisis de Wilcoxon para dos muestras dependientes. El resultado de la prueba se muestra en la tabla 10. Para la variable TFF, se observa que existen diferencias para las agrupaciones frontales de la vista 15º ( $Z=-5.119$ ,  $p=0.000$ ) con un valor menor que el nivel crítico ( $p=0.05$ ). Para las agrupaciones posteriores se observaron diferencias en las vistas 0º ( $Z=-7.770$ ,  $p=0.000$ ), 35º ( $Z=-2.178$ ,  $p=0.029$ ) y 60º ( $Z=-4.176$ ,  $p=0.000$ ) con un valor menor que el nivel crítico ( $p=0.05$ ). Para la variable VC, se observa que existe diferencia solo para las agrupaciones posteriores en la: vista 0º ( $Z=-7.738$ ,  $p=0.000$ ) y 35º ( $Z=-2.493$ ,  $p=0.013$ ) con un valor menor que el nivel crítico ( $p=0.05$ ).

Tabla 10. Resultados para el análisis Wilcoxon para la agrupación de vistas para las variables TFF y VC.

MÉTRICA	FRONTAL	Z	P (Asymp. Sig)	POSTERIOR	Z	P (Asymp. Sig)
TFF	0º	-1.135 <sup>a</sup>	0.256	0º	-7.770 <sup>a</sup>	<b>0.000</b>
	15º	-5.119 <sup>a</sup>	<b>0.000</b>	15º	-0.437 <sup>b</sup>	0.662
	35º	-0.109 <sup>b</sup>	0.913	35º	-2.178 <sup>a</sup>	<b>0.029</b>
	60º	-0.786 <sup>b</sup>	0.432	60º	-4.176 <sup>b</sup>	<b>0.000</b>
VC	0º	-1.098 <sup>b</sup>	0.272	0º	-7.738 <sup>a</sup>	<b>0.000</b>
	15º	-1.469 <sup>b</sup>	0.142	15º	-0.632 <sup>a</sup>	0.527
	35º	-1.094 <sup>a</sup>	0.274	35º	-2.493 <sup>a</sup>	<b>0.013</b>
	60º	-0.687 <sup>b</sup>	0.492	60º	-0.343 <sup>b</sup>	0.732

a. Basado en ranqueo positivo; b. Basado en ranqueo negativo.

El **segundo análisis** realizado es para la **agrupación** de los datos es **por tipo de AOI** presente en la vista frontal y posterior para todas las perspectivas. Esta agrupación integro los elementos comunes (ej. Chapa frontal + Chapa vertical como una sola, o Logo vertical + Logo transparente vertical) entre las vistas frontales y posteriores para todas las inclinaciones. Los descriptivos estadísticos y el análisis de Wilcoxon para dos muestras dependientes para las variables TFF y VC se muestran en la tabla 11.

Para la variable TFF, se observan diferencias para la agrupación de AOI Chapa ( $Z=-2.254$ ,  $p=0.024$ ), AOI Contorno ( $Z=-2.152$ ,  $p=0.031$ ), AOI Elementos centrales ( $Z=-6.634$ ,  $p=0.000$ ) y AOI Logotipos verticales ( $Z=-2.802$ ,  $p=0.005$ ) con un valor menor que el nivel crítico ( $p=0.05$ ).

Para la variable VC, se observa diferencia para las agrupaciones de AOI Chapa ( $Z=-4.402$ ,  $p=0.000$ ), AOI Elementos centrales ( $Z=-3.327$ ,  $p=0.001$ ) y AOI Logotipos verticales ( $Z=-6.521$ ,  $p=0.000$ ) con un valor menor que el nivel crítico ( $p=0.05$ ).

Tabla 11. Descripción estadística para agrupación de AOI y el resultado del análisis de Wilcoxon para las variables TTF y VC.

MÉTRICA	AOI	BOTELLA REAL		BOTELLA VIRTUAL		Z (V-R)	P Asymp. Sig.
		Media	Desv. Std	Media	Desv. Std		
TTF	Chapa	0.150	(0.334)	0.214	(0.438)	-2.254 <sup>a</sup>	<b>0.024</b>
	Contorno	0.036	(0.137)	0.061	(0.174)	-2.152 <sup>a</sup>	<b>0.031</b>
	Elementos centrales	1.348	(0.817)	0.887	(0.770)	-6.634 <sup>b</sup>	<b>0.000</b>
	Logotipos verticales	0.690	(0.577)	0.579	(0.559)	-2.802 <sup>b</sup>	<b>0.005</b>
VC	Chapa	0.704	(1.098)	0.414	(0.735)	-4.402 <sup>b</sup>	<b>0.000</b>
	Contorno	0.378	(0.683)	0.283	(0.573)	-1.764 <sup>b</sup>	0.078
	Elementos centrales	1.428	(1.323)	1.766	(1.135)	-3.327 <sup>a</sup>	<b>0.001</b>
	Logotipos verticales	2.003	(1.355)	1.338	(1.205)	-6.521 <sup>b</sup>	<b>0.000</b>

a. Basado en rangos negativos

b. pasado en rangos positivos.

El tercer análisis realizado es la comparación **individual de cada AOI en todas las vistas** de las botellas reales y virtuales. Se observó el comportamiento de las variables TTF y VC para encontrar diferencia entre las botellas. La descripción estadística se puede consultar en el Anexo A.2. Al igual que los datos anteriores se utilizó la prueba de Wilcoxon para dos muestras relacionadas.

El resultado de la prueba para la variable TTF se muestra en la tabla 12. Un total de 12 de las 32 AOI presentaron diferencias estadísticas. Para las vistas frontales, AOI Logo Central a 0° (Z=2.357, p=0.018), AOI Logo Central a 35° (Z=-2.233, p=0.026), AOI Logo Central a 60° (Z=-3.198, p=0.001) y AOI Logo Vertical a 60° (Z=-3.104, p=0.002) presentan un valor menor que el nivel crítico (p=0.05).

Para las vistas posteriores, AOI contorno (Z=-2.2643, p=0.024), AOI Información General (Z=-5.373, p>0.001) y AOI Transparencia logo a 0° (Z=-4.488, p>0.001); AOI Transparencia logo a 15° (Z=-2.014, p=0.044), AOI Información General a 35° (Z=-3.082, p=0.002) y AOI Chapa (Z=-3.161, p=0.002), AOI Contorno (Z=-1.992, p=0.046) y AOI Información general (Z=-2.580, p=0.010) a 60° presentaron un valor menor que el nivel crítico (p=0.05).

Tabla 12. Resultados para el análisis Wilcoxon para TTF para cada una de las vistas de las botellas.

	FRONTAL	Z	P (Asymp. Sig)	BACK	Z	P (Asymp. Sig)
Vista 0°	Chapa	-1.000 <sup>a</sup>	0.317	Chapa	-1.089 <sup>a</sup>	0.276
	Contorno	-1.525 <sup>a</sup>	0.127	Contorno	-2.264 <sup>a</sup>	<b>0.024</b>
	Logo Central	-2.357 <sup>b</sup>	<b>0.018</b>	Información Gral	-5.373 <sup>b</sup>	<b>0.000</b>
	Logo Vertical	-0.173 <sup>a</sup>	0.862	Transparencia Logo	-4.488 <sup>a</sup>	<b>0.000</b>
Vista 15°	Chapa	-0.593 <sup>a</sup>	0.553	Chapa	-0.867 <sup>a</sup>	0.386
	Contorno	-1.731 <sup>a</sup>	0.083	Contorno	-1.633 <sup>a</sup>	0.102
	Logo Central	-0.581 <sup>a</sup>	0.561	Información Gral	-1.516 <sup>a</sup>	0.130
	Logo Vertical	-1.371 <sup>b</sup>	0.171	Transparencia Logo	-2.014 <sup>b</sup>	<b>0.044</b>
Vista 35°	Chapa	-1.095 <sup>b</sup>	0.274	Chapa	-1.285 <sup>b</sup>	0.199
	Contorno	-0.458 <sup>a</sup>	0.647	Contorno	-1.679 <sup>a</sup>	0.093
	Logo Central	-2.233 <sup>a</sup>	<b>0.026</b>	Información Gral	-3.082 <sup>b</sup>	<b>0.002</b>
	Logo Vertical	-1.471 <sup>b</sup>	0.141	Transparencia Logo	-0.106 <sup>a</sup>	0.915
Vista 60°	Chapa	-1.795 <sup>a</sup>	0.073	Chapa	-3.161 <sup>a</sup>	<b>0.002</b>
	Contorno	-0.983 <sup>a</sup>	0.326	Contorno	-1.992 <sup>a</sup>	<b>0.046</b>
	Logo Central	-3.198 <sup>b</sup>	<b>0.001</b>	Información Gral	-2.580 <sup>a</sup>	<b>0.010</b>
	Logo Vertical	-3.104 <sup>a</sup>	<b>0.002</b>	Transparencia Logo	0.000 <sup>c</sup>	1.000

a. Basado en rangos negativos

b. pasado en rangos positivos.

El resultado de la prueba para la variable VC se muestra en la tabla 13. Un total de 12 de las 32 AOI presentaron diferencias estadísticas. Para las vistas frontales, la AOI Contorno a 15° (Z=-2.738, p=0.006), AOI Contorno (Z=-3.673, p>0.001) y AOI Logo Central (Z=-5.037, p>0.001) a 60° presentaron un valor menor que el nivel crítico (p=0.05). Para las vistas posteriores, la AOI Información general (Z=-5.373, p=0.000) y AOI Transparencia logo (Z=-5.116, p>0.001) a 0°; AOI Transparencia logo (Z=-2.081, p=0.037)

a 15º, AOI Información general (Z=-5.189, p>0.001) y AOI Transparencia logo (Z=-3.431, p=0.001) a 35º; AOI Contorno (Z=-3.069, p=0.002), AOI Información general (Z=-5.313, p>0.001) y AOI Transparencia general (Z=-5.313, p>0.001) a 60º presentaron un valor menor que el nivel crítico.

Tabla 13. Resultados para el análisis Wilcoxon para VC para cada una de las vistas de las botellas.

	FRONTAL	Z	P (Asymp. Sig)	BACK	Z	P (Asymp. Sig)
<b>Vista 0º</b>	Chapa	-0.447 <sup>a</sup>	0.655	Chapa	-0.577 <sup>a</sup>	0.564
	Contorno	-1.877 <sup>a</sup>	0.060	Contorno	-1.941 <sup>b</sup>	0.052
	Logo Central	-0.328 <sup>b</sup>	0.743	Información Gral	-5.393 <sup>b</sup>	<b>0.000</b>
	Logo Vertical	-0.811 <sup>a</sup>	0.417	Transparencia Log	-5.116 <sup>b</sup>	<b>0.000</b>
<b>Vista 15º</b>	Chapa	-.905 <sup>a</sup>	0.366	Chapa	-0.577 <sup>a</sup>	0.564
	Contorno	-2.738 <sup>a</sup>	<b>0.006</b>	Contorno	-1.696 <sup>a</sup>	0.090
	Logo Central	-0.754 <sup>a</sup>	0.451	Información Gral	-0.075 <sup>a</sup>	0.940
	Logo Vertical	-0.870 <sup>b</sup>	0.384	Transparencia Log	-2.081 <sup>b</sup>	<b>0.037</b>
<b>Vista 35º</b>	Chapa	-1.414 <sup>b</sup>	0.157	Chapa	-5.149 <sup>b</sup>	<b>0.000</b>
	Contorno	-0.688 <sup>a</sup>	0.491	Contorno	-1.057 <sup>b</sup>	0.291
	Logo Central	-0.307 <sup>b</sup>	0.759	Información Gral	-5.189 <sup>a</sup>	<b>0.000</b>
	Logo Vertical	-1.160 <sup>b</sup>	0.246	Transparencia Log	-3.431 <sup>b</sup>	<b>0.001</b>
<b>Vista 60º</b>	Chapa	-1.915 <sup>b</sup>	0.055	Chapa	-0.294 <sup>a</sup>	0.769
	Contorno	-3.673 <sup>b</sup>	<b>0.000</b>	Contorno	-3.069 <sup>b</sup>	<b>0.002</b>
	Logo Central	-5.037 <sup>a</sup>	<b>0.000</b>	Información Gral	-5.313 <sup>a</sup>	<b>0.000</b>
	Logo Vertical	-0.027 <sup>b</sup>	0.979	Transparencia Log	-4.109 <sup>b</sup>	<b>0.000</b>

a. Basado en rangos negativos

b. pasado en rangos positivos.

### 6.1.5.3 Relación entre diferenciales semánticos y eye-tracking.

Se realizó un análisis complementario a los datos obtenidos de las agrupaciones. El coeficiente rho de Spearman (adecuado para la falta de normalidad de algunas variables y además de ser ordinal la variable de TFF y VC) fue utilizado para ver la correlación entre las valoraciones con nivel de significación con los tiempos y visitas de las AOI. La asociación o interdependencia asociada entre las variables para TFF y VC se muestra en la tabla 14 (a) y tabla 14 (b) respectivamente.

Para TFF se encontraron dos correlaciones entre las valoraciones con significación y las AOI de la botella real: AOI Logo e información con Empatía-Tristeza (p=0.025) y AOI Logo vertical con Mal hecho-Bien hecho (p=0.041). Para las AOI de la botella virtual se encontraron tres correlaciones con nivel de significación: AOI Contorno con Anticuado-De moda (p=0.031) y Durable-Frágil (p=0.019), y AOI Logo e información con Mal hecho-Bien hecho (p=0.030).

Para VC se encontraron dos correlaciones entre las valoraciones con significación y las AOI de la botella real: AOI Chapa con Anticuado-De moda (p=0.045) y AOI Logo vertical con Durable-Frágil (p=0.047). Para las AOI de la botella virtual se encontraron dos correlaciones con nivel crítico de p<0.05: AOI Logo vertical con Anticuado-De moda (p=0.048) y AOI Logo e información con Mal hecho-Bien hecho (p=0.012). También se encontraron dos correlaciones con nivel crítico de p<0.01: AOI Logo e información con Anticuado-De moda (p=0.007) y AOI Contorno con Durable-Frágil (p=0.009).

Tabla 14 (a). Tabla de correlaciones de Spearman para las valoraciones de DS y AOI de la variable TTF.

AOI	Factor de correlación	Anticua-do-De Moda	Mal hecho-Bien hecho	Durable-Frágil	Empatía-Tristeza
Chapa (real)	Coef. Correlación	-0.071	-0.055	-0.077	0.187
	Sig. (2-tailed)	0.545	0.638	0.506	0.107
Contorno (real)	Coef. Correlación	0.127	-0.150	-0.186	-0.013
	Sig. (2-tailed)	0.273	0.196	0.107	0.914
Logo e Información (real)	Coef. Correlación	0.169	0.011	0.110	-0.258*
	Sig. (2-tailed)	0.145	0.928	0.345	<b>0.025</b>
Logo vertical (real)	Coef. Correlación	-0.085	-0.235*	-0.137	0.178
	Sig. (2-tailed)	0.465	<b>0.041</b>	0.237	0.123
Chapa (virtual)	Coef. Correlación	0.198	0.184	0.187	0.011
	Sig. (2-tailed)	0.086	0.113	0.106	0.926
Contorno (virtual)	Coef. Correlación	0.248*	0.224	0.269*	-0.105
	Sig. (2-tailed)	<b>0.031</b>	0.052	<b>0.019</b>	0.367
Logo e Información (virtual)	Coef. Correlación	0.185	0.249*	0.106	-0.160
	Sig. (2-tailed)	0.109	<b>0.030</b>	0.363	0.166
Logo vertical (virtual)	Coef. Correlación	0.221	0.214	0.026	-0.117
	Sig. (2-tailed)	0.055	0.063	0.821	0.315

\* Nivel de correlación crítico a 0.05 (2-tailed).

Tabla 15 (b). Tabla de correlaciones de Spearman para las valoraciones de DS y AOI de la variable VC.

AOI	Factor de correlación	Anticua-do-De Moda	Mal hecho-Bien hecho	Durable-Frágil	Empatía-Tristeza
Chapa (real)	Coef. Correlación	-0.230*	-0.172	-0.045	0.111
	Sig. (2-tailed)	<b>0.045</b>	0.139	0.698	0.341
Contorno (real)	Coef. Correlación	0.145	-0.128	-0.162	-0.038
	Sig. (2-tailed)	0.210	0.271	0.162	0.743
Logo e Información (real)	Coef. Correlación	0.019	0.010	0.051	-0.068
	Sig. (2-tailed)	0.871	0.931	0.660	0.557
Logo vertical (real)	Coef. Correlación	-0.117	-0.188	-0.228*	0.217
	Sig. (2-tailed)	0.315	0.103	<b>0.047</b>	0.059
Chapa (virtual)	Coef. Correlación	0.034	0.070	0.193	0.143
	Sig. (2-tailed)	0.771	0.549	0.094	0.217
Contorno (virtual)	Coef. Correlación	0.181	0.186	0.299**	-0.034
	Sig. (2-tailed)	0.118	0.109	<b>0.009</b>	0.770
Logo e Información (virtual)	Coef. Correlación	0.309**	0.287*	0.195	-0.180
	Sig. (2-tailed)	<b>0.007</b>	<b>0.012</b>	0.092	0.120
Logo vertical (virtual)	Coef. Correlación	0.227*	0.223	0.117	-0.076
	Sig. (2-tailed)	<b>0.048</b>	0.053	0.314	0.514

\* Nivel de correlación crítico a 0.05 (2-tailed).

\*\* Nivel de correlación crítico a 0.01 (2-tailed).

## 6.1.7 Discusión y Conclusiones.

Los resultados de este experimento describen la implementación de las dos herramientas de evaluación. La evaluación subjetiva nos da información de esa percepción general que pueden tener de las botellas. La evaluación objetiva nos da datos concretos de como observaron las botellas. Estos resultados apoyarán los objetivos específicos A, B, C y D en el capítulo final de la tesis.

Para la primera evaluación, el supuesto planteado de si las botellas virtuales se miran de la misma forma que las botellas reales fue resuelto con el análisis aplicado. Solo 4 de 16 escalas manejadas presentaron diferencias entre sus medias (valoraciones). La botella virtual no puede ser comparada con los

diferenciales semánticos que describen la novedad y el estilo del producto, dos elementos que están relacionados con la percepción de calidad o buena representación del mismo. En términos generales, los diferenciales semánticos nos revelan que solo el 25 % de las escalas subjetivas no apoyan la similitud perceptual de la botella virtual frente a la real.

Antes de adentrarnos en la evaluación por *Eye-tracking*, se deben destacar las diferencias que existen entre la vista posterior de la botella real y la virtual. La botella que fue renderizada no es capaz de capturar los detalles de transparencias y el líquido de la botella real. Este factor es una fuerte influencia en la percepción y puede afectar ciertos detalles visuales. Estos detalles deben ser tratados con cuidado cuando se considere el uso de representaciones virtuales como elementos para evaluaciones más complejas. En cuanto a las vistas frontales, las imágenes renderizadas presentan un nivel de detalle de los elementos lo suficientemente claros para no haber grandes diferencias. Los mapas de calor muestran que la visión no se centró en detalles particulares, ya que se distribuyó por todo el producto.

El primer análisis de *Eye-tracking* centró en destacar las diferencias entre las **agrupación de vistas**. El análisis de Wilcoxon para el tiempo total de la duración de la fijación reveló que en las vistas frontales, solo 1 de las 4 vistas utilizadas mostró alguna diferencia. Para las vistas posteriores, 3 de las 4 vistas utilizadas mostraron diferencias. El efecto de calidad y los detalles influyó en este resultado. Globalmente este análisis nos dice que el 50% de las vistas muestran una diferencia en el tiempo que se observaron. El análisis de Wilcoxon para el número de visitas mostró que las vistas frontales se visitaron de la misma forma. Sin embargo para las vistas posteriores, 2 de las 4 vistas presentan diferencias. Globalmente este análisis nos dice que el 25% de las vistas reciben más visitas.

El segundo análisis realizado se centró en destacar las diferencias entre **agrupación por tipo de área de interés**. Este análisis se realizó para observar cómo los detalles en cada AOI son determinantes en la manera de fijarse y visitar. Solo una AOI no presentó diferencia, demostrando que los detalles de calidad tienen una gran influencia en la percepción de la botella virtual frente a la real.

El tercer análisis realizado se centró en comparar puntualmente **cada zona de interés por vistas**. El análisis para el tiempo total de duración de la fijación reveló que para las vistas frontales 4 de las 16 zonas de interés utilizadas mostraron diferencias. Para las vistas posteriores 8 de 16 zonas de interés utilizadas mostraron diferencias. En este análisis no existe un factor generalizador, ya que nunca se llegó a repetir una diferencia entre las zonas de interés presentadas. En términos generales, las zonas de interés de la vista frontal presentaron un 25% de diferencias. Las zonas de interés de la vista posterior presentaron un 50%. Para el número de visitas se encontró que para las vistas frontales solo 3 de las 16 zonas de interés utilizadas mostraron diferencias. Para las vistas posteriores se encontraron 9 de las 16 zonas de interés. En términos generales, las zonas de interés de la vista frontal mostraron un 19% de diferencias mientras que la vista posterior tuvo un 56% mayor.

Finalmente, el análisis de las correlaciones de los datos obtenidos para la variable total de duración de la fijación reveló un nivel de significancia para las valoraciones y las AOI agrupadas. Para la botella real, se revela que existe una relación fuerte en observar los detalles de diseño como logos y etiquetas para valorar el producto. Sin embargo, en el caso de la botella virtual hubo correlaciones que apuntaban más a fijarse en AOI que mostraban la forma de la botella para evaluarla. Las correlaciones obtenidas del número de visitas con las variables de valoración con nivel de significancia y las AOI agrupadas revelaron que para la botella real la parte superior de la botella tenía más peso en las visitas. Sin embargo, para la botella virtual los detalles centrales son los guardaban más relación con las visitas realizadas.

Los resultados obtenidos nos invitan a ser cautos al extrapolar conclusiones obtenidas, a partir de estudios donde los participantes realicen una tarea en entornos virtuales que reproducen la realidad. Los argumentos de Gomes et al. (2014), Rebollar et al. (2015) y Reimann et al. (2010) son claros al

enfatar como los elementos físicos son de gran importancia cuando se utiliza el ET. Las limitaciones de calidad impuestas por los equipos y las plataformas de VR deben ser siempre considerados. Esto significa que las impresiones generadas o evocadas por entornos de VR no son necesariamente equivalentes a las extraídas de objetos reales o representaciones ultrarealistas.

La adecuación de los entornos virtuales para experimentación será de interés no solo para explorar la influencia que tiene sobre nosotros, sino para poder anticipar una posible respuesta en escenarios del mundo real. El avance de las futuras plataformas de realidad virtual está creando nuevos mercados, donde el alto rendimiento de dispositivos en desarrollo (ej. Oculus Rift y dispositivos similares) se están volviendo de bajo costo. La aplicación de DS y ET ofrece una combinación robusta para identificar las diferencias en la percepción visual de nuevos detalles en el producto.



## 6.2 La influencia del contexto en la percepción visual de un material: un estudio de material cerámico para estancias.

En el segundo experimento se busca reafirmar la viabilidad de la técnica de ET y el uso de DS para la evaluación de impresiones subjetivas y objetivas. En este caso de estudio se experimentó con tres escenas de una misma estancia. El experimento se enfoca en la percepción de un piso cerámico y la influencia que tiene la decoración en la evaluación.

Este experimento sigue las bases de un trabajo previamente revisado (Agost & Vergara, 2014) donde se hace una creación y segmentación de varias opciones de escenarios y pavimentos cerámicos. Basados en ese trabajo se utiliza el ET como una herramienta para agregar información de tipo objetiva a la percepción de un mismo piso cerámico bajo diferentes contextos decorativos. Las escenas utilizadas en el experimento fueron creadas de manera virtual en alta calidad para controlar las condiciones de iluminación y perspectiva. Se utilizó una muestra de 30 participantes (10 personas para evaluar cada una de las escenas). La finalidad del estudio es comprobar si el método de ET y DS puede dar mayor información de evaluación estética que los métodos tradicionales.

### 6.2.1 Revisión de trabajos previos.

La preferencia y el comportamiento del consumidor es un tópico para la investigación de muchas áreas del diseño, la ingeniería y la mercadotecnia (Veryzer, 2005). Los requerimientos funcionales de los productos ya es un tópico entendido y es por esto que los diseñadores juegan con los requerimientos emocionales que pueden ser incluidos en cualquier producto o servicio. En este experimento la percepción de material es un tópico de gran interés para el diseño y la arquitectura, ya que los materiales contribuyen de cierta manera en la percepción de un espacio o de un producto (Rasmussen, 2007).

Todo producto o espacio requiere o tiene un soporte físico para ser percibido. En la práctica, entender la influencia de los factores perceptuales (en particular en los materiales) de productos o espacios no está del todo claro con métodos convencionales. Los seres humanos tenemos la capacidad de categorizar y reconocer los materiales familiares, sin la necesidad de tocar el objeto. Los humanos son capaces de tener una idea clara de qué es o qué se siente (Fleming, 2014). Esta habilidad ha sido estudiada en muchas ocasiones usando fotografías para identificar y categorizar materiales (Fleming, Wiebel, & Gegenfurtner, 2013). El uso de *renders* y realidad virtual no es la excepción a la hora de identificar materiales, y en este caso en particular cerámicos (Serrano et al., 2013). Un ejemplo son los escenarios virtuales, los cuales pueden influir una serie de impresiones (subjetivas y objetivas) que se pueden comparar con escenarios reales (Artacho-Ramírez et al., 2008; Ledoux et al., 2013).

Teniendo en cuenta lo que dice Fleming, Wiebel y Gegenfurtner (2013) y Serrano et al. (2013), podemos explorar y medir la percepción de un material, usando técnicas subjetivas (desde la percepción consciente) como los DS y combinarlas con la percepción objetiva (desde la percepción subconsciente) del ET. Las emociones y procesos cognitivos (procedentes de la visión) pueden ser medidos con una gran precisión, incluso si los participantes realizan una evaluación sentados frente a un monitor (Liu, Lai, & Chuang, 2011).

Este experimento tiene sus bases en un estudio previo sobre las DS en pisos cerámicos. Este estudio fue conducido por Agost y Vergara (2014), y utilizaron un total de 24 palabras o frases para describir la

percepción de los pavimentos cerámicos, además de 7 frases para describir las emociones. La encuesta fue realizada vía on-line a un total de 283 personas, dando como resultado una reducción de las escalas sobre la caracterización de los pisos cerámicos en 9 ejes más uno de emoción.

## 6.2.2 Estímulos utilizados.

Los estímulos utilizados en la experimentación, son obtenidos del trabajo de Agost y Vergara (2014). En la figura 35, se observan los 3 escenarios con distintas decoraciones, pero con el mismo piso cerámico, que se utilizaron en este experimento. La imagen A es representativa de una decoración moderna, la imagen B representa a una decoración más clásica y la imagen C a una más rústica. Las tres imágenes presentan el mismo ángulo de cámara, la misma iluminación y la misma calidad en píxeles. La decoración incluida presenta las mismas características, mesas, sillas, sofá y otros complementos con un mismo estilo.



Figura 35. Las tres imágenes utilizadas en la experimentación.

## 6.2.3 Muestra y equipos utilizados.

- La muestra utilizada para la experimentación fue de 30 españoles (14 hombres y 16 mujeres). Esta muestra se dividió equitativamente entre hombres y mujeres, de forma que cada imagen pasaron 10 participantes. Todos los participantes fueron informados del tipo de prueba y ninguno recibió alguna retribución por su participación. La muestra propuesta fue sustentada por trabajos similares con ET (Fehd & Seiffert, 2008; Kwon & Sturt, 2014; Liu et al., 2011).
- Se utilizó el dispositivo Tobii (véase figura 36), utilizado anteriormente en el experimento 6.1. El software utilizado para captura y exportación de datos es Tobii Studio 3.2.1.



Figura 36. Dispositivo de Eye-tracking Tobii TX300 con pantalla incorporada.

## 6.2.4 Procedimiento de la experimentación.

Del trabajo de Agost y Vergara (2014) se extrajo una serie de escalas orientadas a evaluar la percepción subjetiva de los escenarios. Estas escalas son un conjunto de nueve pares de adjetivos y sus antónimos, además de tres pares adicionales de afirmaciones (positivas o negativas). Los primeros nueve pares de palabras se aplican directamente al piso cerámico. Los tres pares adicionales se refieren a: el primero (“Me gusta el pavimento”) representa el factor emocional más claro (todo tipo de emociones se pueden comportar como una sola, esto puede coincidir con la preferencia); y los otros dos pares (“Me gusta la decoración”, “La decoración es adecuada”) se refieren directamente a la decoración que aparece en las escenas. La lista de las escalas utilizadas se muestra en la tabla 16.

Tabla 16. Pares de adjetivos presentados durante la primera fase del estudio.

<b>Impresiones subjetivas (A: Adjetivo/ P: Preferencia)</b>	<b>Pares de antónimos</b>
A: Versátil	Sencillo, versátil / Recargado, poco adaptable
A: Innovador	Innovador/ Tradicional
A: Luminoso	Luminoso / Apagado
A: Resistente	Resistente / Frágil
A: Fácil limpieza	Fácil limpieza / Difícil limpieza
A: Hogareño	Hogareño / Poco doméstico
A: Aspecto de caro	Aspecto de caro / Aspecto barato
A: Natural	Natural / Artificial
A: Elegante	Elegante / Vulgar
P: Me gusta el pavimento	Me gusta el pavimento / No me gusta
P: Me gusta la decoración	Me gusta la decoración / No me gusta
P: La decoración es adecuada	Adecuación de la decoración. El mobiliario y el resto de elementos decorativos son adecuados para el pavimento de la estancia. Muy adecuados / Nada adecuados

Al integrar estas escalas al método de medición de ET, se diseñó una serie de estímulos acordes. Con la experiencia obtenida con la experimentación 6.1, se diseñó una metodología que se enfocara en reforzar las mediciones, además de aportar nueva información sobre la percepción y preferencia de los participantes.

Los estímulos utilizados fueron una composición de escena (imagen) y escala semántica debajo de la escena (véase figura 37). La resolución de la composición es de 1920x1080 píxeles, la mejor resolución para que el participante pudiera observar detalles en la escena (la imagen de la escena fue de 1200x900 píxeles).

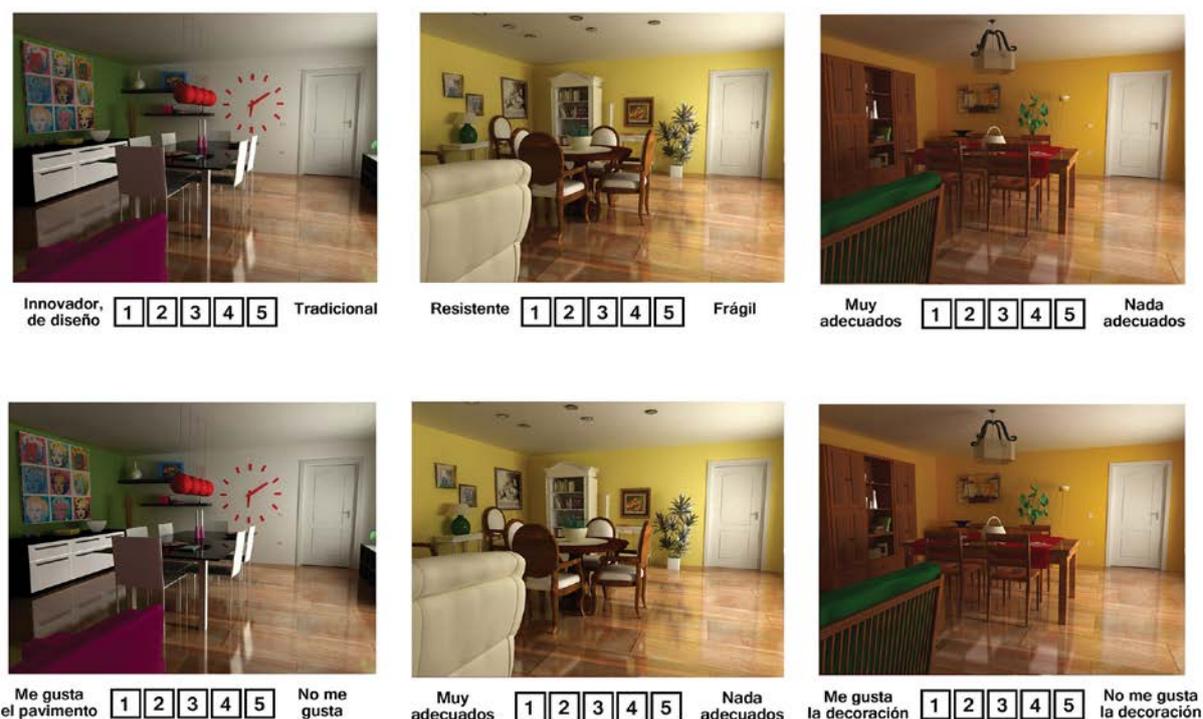


Figura 37. Estímulos (escenas y escalas semánticas) como se mostraron en el experimento.

El experimento comienza conduciendo a los participantes a una sala de laboratorio, de iluminación y temperatura controlada. Los participantes se sentaron frente al dispositivo Tobii. Antes de comenzar cualquier interacción con el dispositivo, se les pidió rellenar un cuestionario para obtener detalles demográficos y de preferencias acerca de los pavimentos (Anexo B.1). Posteriormente, se les daban las instrucciones iniciales y se les conducía a realizar la calibración de visión por medio del sistema de Tobii. El protocolo se puede observar en la figura 38. Todos los elementos se presentan como diapositivas con tiempo delimitado. El inicio del protocolo es una dispositiva de 20 segundos con las instrucciones generales y posteriormente un descanso de 5 segundos antes de empezar a aparecer los estímulos.

Para poder controlar la estructura de los estímulos se diseñaron dos grupos dentro del protocolo. El grupo "A" corresponde a todos los estímulos (imagen/escala), un tiempo de respuesta y una dispositiva de descanso. En todos los casos "imagen/escala" aparecían en pantalla 5 segundos, y el tiempo de respuesta por 2 segundos; para pasar al siguiente estímulo de "imagen/escala" se presentaba una dispositiva con una señal por 1 segundo. Esta secuencia se repetía las 9 veces que corresponde a los pares de adjetivos. En este grupo se aleatorizó la aparición de los nueve estímulos de "imagen/escala" para evitar un posible sesgo.

Después de esta secuencia del grupo "A", aparecía el grupo "B" que presentaba una secuencia de una diapositiva con una "pregunta sobre la preferencia", el estímulo (imagen/escala), un tiempo de respuesta y finalmente una diapositiva de descanso para pasar a la siguiente secuencia. La diapositiva con "la pregunta sobre la preferencia" aparecía 5 segundos, luego los tiempos eran similares al grupos "A". Para este grupo, las preguntas determinaban el orden de aparición de los estímulos. El orden se puede ver en la tabla 16.

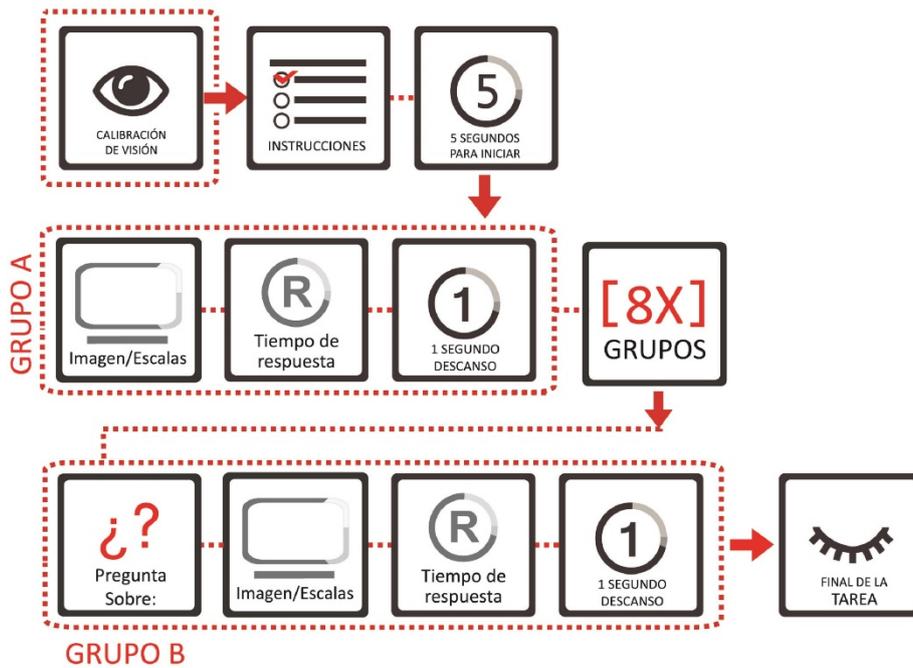


Figura 38. Protocolo para el experimento de Escenas y pavimentos.

## 6.2.5 Datos registrados.

El análisis de resultados para el experimento se desarrolla analizando el tiempo necesario para observar, leer y contestar la escala. Se buscó la correlación entre los datos de visión con los datos de valoración de escalas. Los tres grupos de participantes serán utilizados para desarrollar el supuesto sobre si la decoración de la escena influye de algún modo en cómo los participantes perciben el pavimento y las preferencias. También se determinará si otros factores influyen en esta decisión y de qué manera. Se buscará si existe algún tipo de relación entre los adjetivos que usan los sujetos y las preferencias.

Los primeros datos que se analizarán son los extraídos de los diferenciales semánticos (DS). Para una mejor interpretación de los datos, se ha efectuado un cambio en la numeración en la escala de las valoraciones. Inicialmente, la numeración que se le asignó a la escala fue un 1 para el adjetivo positivo y un 5 para el adjetivo negativo, siendo el número 3 el valor neutro. Ahora, el adjetivo positivo tendrá el valor 2 y el adjetivo negativo el valor -2, siendo el 0 el valor neutro.

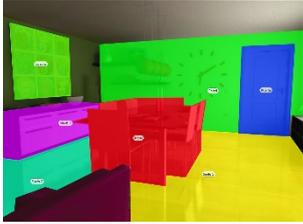
Los datos extraídos de la visión de los participantes se analizarán por medio de dos métricas de ET. Las dos métricas elegidas (al igual que en el experimento 6.1) se utilizan para medir el nivel de atención e interés en un área del estímulo. Estas métricas son:

- **Tiempo total de duración de la fijación (TTF):** es el tiempo total que el sujeto ha fijado su mirada en una AOI.
- **Número de visitas (VC):** Número de visitas total que un sujeto ha hecho sobre una AOI.

Una vez seleccionadas las métricas a utilizar, se segmentarán los estímulos por AOI. Estas deben representar los elementos más relevantes dentro de la imagen.

Dentro de las escenas existen ciertos elementos que comparten similitud sin importar el estilo de la decoración. Se tomaron todos aquellos que pudieran ser comparados y correlacionados entre sí. Siguiendo los detalles encontrados con los mapas de calor, se decidió no utilizar el sofá como una AOI, ya que no aportaba información relevante, ya que es considerado más como un distractor debido a la posición de la perspectiva. Los demás elementos fueron delimitados y categorizados de la misma forma. Esto ayudará a los análisis estadísticos de los tiempos de fijación. Todos los detalles para las tres escenas son listados en la tabla 17.

Tabla 17. Áreas de Interés para las escenas del experimento.

Moderna	Clásica	Rústica
		
Mesa	Mesa	Mesa
Pared (derecha e izquierda)	Pared (derecha e izquierda)	Pared (derecha e izquierda)
Decoración A	Decoración B	Decoración C
Puerta	Puerta	Puerta
Sofá*	Sofá*	Sofá*
Pavimento (dos partes)	Pavimento	Pavimento

\* Esta zona no se utilizó en los análisis.

## 6.2.6 Resultados de la experimentación.

### 6.2.6.1 Mapas de calor y recorridos visuales.

El primer paso del análisis es observar los mapas de calor y las trayectorias de la visión de los participantes. El mapa de calor es una métrica que representa la “Duración Absoluta” de la visión, creando una representación gráfica sobre el estímulo. Las trayectorias son la representación de “líneas visuales” por donde la visión se movió. Estas dos métricas son útiles para poder segmentar las áreas de interés que servirán para poder utilizar las métricas de visión con respecto al tiempo de fijación.

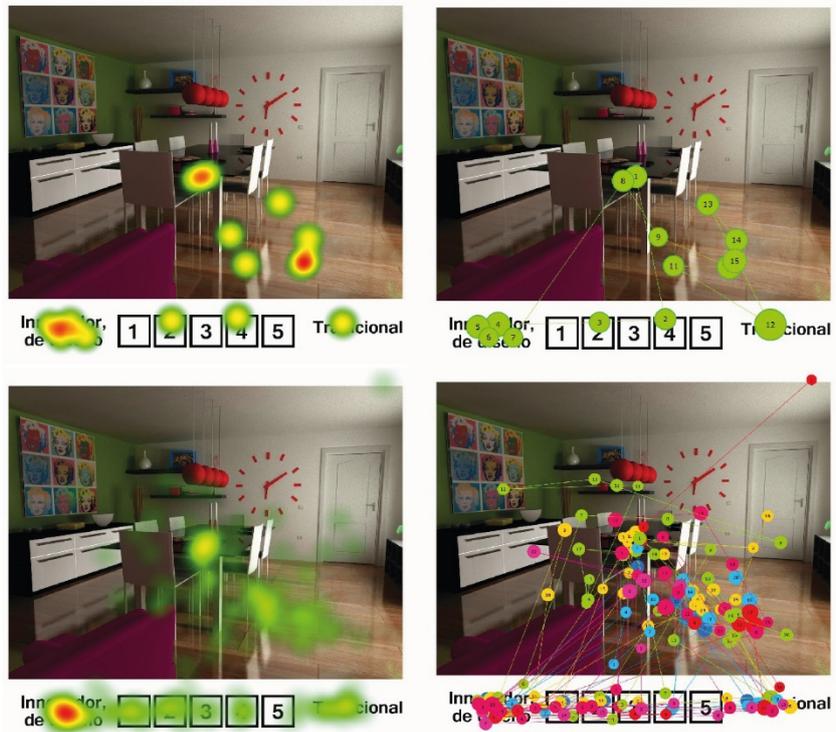


Figura 39. Ejemplo de Mapas de Calor y Trayectorias de 1 participante (arriba) y de 10 participantes (bajo).

En la figura 39, podemos observar del lado izquierdo los mapas de calor y del lado derecho las trayectorias. En la parte superior izquierda, podemos ver el mapa de calor de un solo participante, y en la parte inferior el de los 10 participantes que realizaron la valoración de esa escena. En este caso es para la escena “A” decoración Moderna.

Del lado derecho, podemos observar en la parte superior la trayectoria del mismo participante. En la parte inferior se encuentra la trayectoria para los 10 participantes. Con estas dos referencias se puede realizar una segmentación de AOI ideal para proseguir con el análisis de los datos.

### 6.2.6.2 Resultados de los diferenciales semánticos.

En la tabla 18, se puede observar la estadística descriptiva para toda la muestra, agrupando toda la muestra. Se puede observar en las escalas bipolares que el valor más alto es ESC5 y el que tiene un valor más bajo es ESC8. Lo que quiere decir que los sujetos perciben el pavimento como artificial. Esto puede estar relacionado con que la imagen es un renderizado y no una fotografía real. En cuanto a las escalas sobre preferencia y adecuación, ESC10 y ESC12 mantuvieron una igualdad, dando como resultado que ESC11 es mejor valorada, ya que en las tres escenas parece ser adecuada la decoración.

Tabla 18. Estadístico descriptivo básicos para el conjunto de las escenas y los DS (N=30).

Codificación	Escalas (2 1 0 -1 -2)	Media	Des. Std
ESC1	Sencillo, versátil / Recargado, poco adaptable	-0.225	1.165
ESC2	Innovador/ Tradicional	-0.200	1.324
ESC3	Luminoso / Apagado	0.800	1.114
ESC4	Resistente / Frágil	0.650	1.145
ESC5	Fácil limpieza / Difícil limpieza	1.100	1.172
ESC6	Hogareño / Poco doméstico	0.225	1.230
ESC7	Aspecto de caro / Aspecto barato	0.875	1.017
ESC8	Natural / Artificial	-0.775	1.025
ESC9	Elegante / Vulgar	0.500	1.155
ESC10	Me gusta el pavimento / No me gusta	-0.050	1.319
ESC11	Me gusta la decoración / No me gusta	0.450	1.154
ESC12	La decoración es adecuada.	-0.050	1.176

En la tabla 19, se muestra la estadística descriptiva básica agrupada por escenas. Se pueden hacer algunas comparativas a simple vista para las escalas bipolares, como ESC2 para moderna, o ESC6 para rústica con mayor valoración. O bien ESC7 para la escena de clásica. Finalmente, en el caso de las escalas sobre preferencia y valoración, ESC10 obtuvo un valor medio bajo, en comparación con ESC11 y ESC12.

Tabla 19. Estadísticos descriptivos básicos para los significados y la preferencia (N=10 por escena).

Codificación	Escalas (2 1 0 -1 -2)	Moderna		Clásica		Rústica	
		Media	Des.Std	Media	Des.Std	Media	Des.Std
ESC1	Sencillo, versátil / Recargado, poco adaptable	-0.100	1.101	-0.900	0.876	0.200	1.317
ESC2	Innovador/ Tradicional	0.400	1.350	-1.000	1.155	0.300	1.252
ESC3	Luminoso / Apagado	0.500	1.179	0.900	0.994	0.800	1.317
ESC4	Resistente / Frágil	1.000	1.155	0.400	1.174	0.800	1.317
ESC5	Fácil limpieza / Difícil limpieza	1.200	1.317	0.800	1.476	1.200	1.229
ESC6	Hogareño / Poco doméstico	0.000	1.155	0.300	1.059	0.700	1.567
ESC7	Aspecto de caro / Aspecto barato	0.700	0.949	1.400	0.699	1.200	0.919
ESC8	Natural / Artificial	-0.700	1.337	-0.900	0.422	-0.800	1.135
ESC9	Elegante / Vulgar	0.700	1.059	0.800	0.422	0.700	1.418
ESC10	Me gusta el pavimento / No me gusta	-0.200	1.476	-0.500	1.354	0.500	1.269
ESC11	Me gusta la decoración / No me gusta	0.200	1.135	0.800	0.632	1.000	1.247
ESC12	La decoración es adecuada.	0.100	1.370	0.100	1.101	-0.100	1.197

Conocidos los valores medios de la muestra, se comprobó si los datos obtenidos seguían distribuciones normales o no. Se ejecutó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para detectar la normalidad. Los resultados reflejan aproximadamente que menos de la mitad de las distribuciones son normales (véase Anexo B.2).

En consecuencia, para los datos de DS se aplicó una prueba de Kruskal-Wallis para averiguar si existían diferencias significativas en las evaluaciones, dependiendo del tipo de decoración (variable independiente: los tipos de decoración; variables dependientes: calificaciones de evaluación a cada par de escalas). Si la prueba de Kruskal-Wallis muestra diferencias significativas, se aplicará la prueba de Mann-Whitney para dos muestras independientes. Usando el ajuste de Bonferroni se consideró la probabilidad de cometer errores de tipo I. Para los 3 tipos de decoración necesitan 3 comparaciones por pares (1-2, 1-3, 2-3), el ajuste de Bonferroni conduce a un nivel de significación crítica para la decisión de  $p = 0.05 / 3 = 0.0166$ .

En la tabla 19, se puede observar el resultado de la prueba de Kruskal-Wallis para la todas las decoraciones y los DS. La prueba muestra un nivel crítico de significancia  $p=0.034$  menor que  $p=0.05$  para la escala de “tradicional/innovador”.

Tabla 20. Prueba de Kruskal-Wallis para las decoraciones y los DS.

Escalas Semánticas	Chi-cuadrada	Sig. Asymp
ESC1_Recargado, poco adaptable/Sencillo y versátil	4.924	0.085
ESC2_Tradicional/Innovador, de diseño	6.775	<b>0.034</b>
ESC3_Apagado/Luminoso	0.688	0.709
ESC4_Frágil/Resistente	1.503	0.556
ESC5_Difícil limpieza/Fácil limpieza	1.175	0.016
ESC6_Poco doméstico/Hogareño	0.455	0.796
ESC7_Aspecto de barato/Aspecto de caro	1.663	0.435
ESC8_Artificial/Natural	3.037	0.219
ESC9_Vulgar/Elegante	0.034	0.983
ESC10_No me gusta/Me gusta el pavimento	0.117	0.943
ESC11_No me gusta la decoración/Me gusta la decoración	3.805	0.149
ESC12_Nada adecuados/Muy adecuados	2.614	0.271

Para observar la comparación entre muestras, se aplicó la prueba de Mann-Whitney para dos muestras independientes con los factores decoración A y B, y decoración B y C. Los resultados se muestran en el anexo B.3, donde el nivel crítico entre las imágenes de la decoración A y B ( $p=0.035$ ) y entre B y C ( $p=0.029$ ) es menor que 0.05. En la figura 40, se representa los intervalos de confianza (95%) de las medias para la evaluación de “tradicional/innovador” por decoraciones.

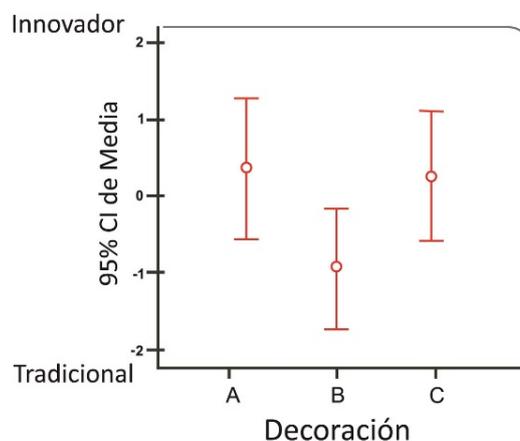


Figura 40. Intervalo de confianza (95%) para la media. Escala Innovador-Tradicional.

Al observar diferencias entre decoraciones para la escala “tradicional/innovador”, se quiso comparar si pudiera existir otro efecto. Se realizó una prueba de Mann-Whitney para dos muestras independientes, el factor escogido fue el género. El resultado de la prueba se muestra en la tabla 21. Para las primeras nueve escalas, ESC3 ( $p=0.29$ ) y ESC5 ( $p=0.043$ ) presentan un nivel menor que el nivel crítico ( $p=0.05$ ). Para las escalas con preguntas solo ESC10 ( $p=0.038$ ) presenta un nivel menor que el nivel crítico ( $p=0.05$ ).

Tabla 21. Prueba de Mann-Whiney para dos muestras usando el factor género con los DS.

Codificación	Mann-Whitney U	z	Asymp. Sig. (2-tailed)	Sig. exacto [2*(1-tailed Sig.)]
ESC1	104.500	-0.328	0.743	0.759 <sup>a</sup>
ESC2	97.000	-0.647	0.518	0.552 <sup>a</sup>
ESC3	62.000	-2.178	<b>0.029</b>	0.038 <sup>a</sup>
ESC4	90.500	-0.931	0.352	0.377 <sup>a</sup>
ESC5	67.500	-2.025	<b>0.043</b>	0.064 <sup>a</sup>
ESC6	102.500	-0.405	0.685	0.697 <sup>a</sup>
ESC7	101.000	-0.485	0.627	0.667 <sup>a</sup>
ESC8	111.500	-0.022	0.983	0.984 <sup>a</sup>
ESC9	93.500	-0.828	0.408	0.448 <sup>a</sup>
ESC10	63.500	-2.070	<b>0.038</b>	0.043 <sup>a</sup>
ESC11	100.000	-0.554	0.579	0.637 <sup>a</sup>
ESC12	95.000	-0.729	0.466	0.498 <sup>a</sup>

a. No corregido por lazos.

### 6.2.6.3 Resultados para Eye-tracking.

Los resultados de ET se describirán para observar los efectos de las variables de TTF y VC. Además de los efectos de correlaciones que se puedan realizar entre variables que revelen información sobre la percepción y evaluación de las decoraciones y pavimento cerámico. El primer resultado que se presenta es la variable TTF en la tabla 22, que contiene la descripción estadística para la variable de TTF para cada una de las imágenes utilizadas.

Tabla 22. Descripción estadística de la variable TTF (en segundos) para cada una de las decoraciones.

Escala Semántica para TTF	N	Moderno		Clásico		Rústico	
		Media	Desv.std	Media	Desv.std	Media	Desv.std
ESC1_Recargado. poco adaptable/Sencillo y versátil	10	1.721	(1.004)	1.383	(0.446)	1.313	(0.552)
ESC2_Tradicional/Innovador. de diseño	10	1.909	(0.469)	1.402	(0.620)	1.462	(0.690)
ESC3_Apagado/Luminoso	10	2.318	(0.543)	1.705	(0.566)	1.781	(0.543)
ESC4_Frágil/Resistente	10	2.302	(0.310)	1.865	(0.572)	2.038	(0.536)
ESC5_Difícil limpieza/Fácil limpieza	10	2.043	(0.749)	1.644	(0.585)	1.407	(0.688)
ESC6_Poco doméstico/Hogareño	10	1.714	(0.524)	1.584	(0.506)	1.546	(0.578)
ESC7_Aspecto de barato/Aspecto de caro	10	1.558	(0.444)	1.326	(0.519)	1.526	(0.438)
ESC8_Artificial/Natural	10	2.105	(0.389)	2.097	(0.400)	1.857	(0.369)
ESC9_Vulgar/Elegante	10	1.991	(0.650)	1.780	(0.744)	1.883	(0.514)
ESC10_No me gusta/Me gusta el pavimento	10	1.763	(0.385)	1.435	(0.446)	1.251	(0.488)
ESC11_No me gusta la decoración/Me gusta la decoración	10	2.029	(0.778)	2.021	(0.499)	1.779	(0.609)
ESC12_Nada adecuados/Muy adecuados	10	1.843	(0.792)	1.753	(0.804)	1.590	(0.630)

En la imagen 41, se puede observar la representación de las medias obtenidas en la tabla 20. Los valores medios en segundos más elevados de la decoración moderna se observan en las primeras cinco escalas. La imagen para decoración clásica y rústica se observan muy similares a lo largo de todas las escalas.

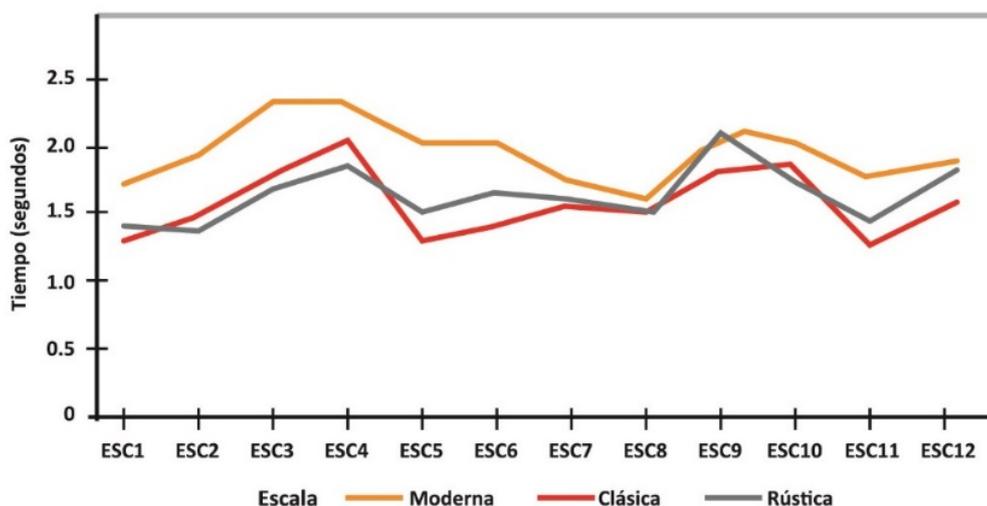


Figura 41. Medias de las imágenes de la variable TTF para cada escala.

Observado el comportamiento de la visión de los participantes con el resultado de las medias, los mapas de calor y las trayectorias se decidió hacer una segmentación de los datos obtenidos de la métrica de TTF, eliminando el tiempo perdido que se observó fuera de las AOIs. Esto creó una variable nueva dedicada únicamente al porcentaje de tiempo observado en las AOIs. Esto se obtuvo mediante el total de segundos mirados en una AOI entre el total de segundos mirados en el estímulo, antes de la diapositiva de respuesta. Esta misma segmentación se realizó para todas las AOIs más representativas o con mayor área de visión en el experimento.

Desde la variable del tiempo total de duración de la fijación (**TTF**) se obtuvieron las siguientes variables:

- El porcentaje de tiempo (TTF) que se mira el pavimento (**TTFp**).
- El porcentaje de tiempo (TTF) que se mira la mesa (**TTFm**).
- El porcentaje de tiempo (TTF) que se mira la pared derecha (**TTFpd**).
- El porcentaje de tiempo (TTF) que se mira la pared izquierda (**TTFpi**).
- El porcentaje de tiempo (TTF) que se mira la decoración (**TTFd**).

De los datos obtenidos de la segmentación se realizaron las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilks para determinar si los datos seguían una distribución normal o no. Las pruebas revelaron que los datos no seguían una distribución normal. Para poder comparar la diferencia de medias que pudiera darse entre las imágenes se realizó la prueba de Kruskal-Wallis para varias muestras. El factor utilizado es la imagen (decoración A, B, C) frente a las variables obtenidas de TTF y los porcentajes de tiempo.

En la tabla 23, se puede observar los resultados de la prueba. La variable TTF ( $p=0.000$ ) presenta un nivel crítico menor que 0.05. Las variables derivadas de TTF presentan valores por debajo del nivel crítico. TTFm ( $p=0.000$ ) el menor de todos, seguido por TTFp ( $p=0.005$ ), TTFd ( $p=0.005$ ) y TTFpi ( $p=0.036$ ). Se observan niveles críticos en prácticamente en todas las variables para las imágenes.

Tabla 23. Prueba de diferencias de medias por Kruskal-Wallis entre las imágenes para TTF y TTF derivados.

	TTF	TTFp	TTFm	TTFpd	TTFpi	TTFd
Chi-Cuadrada	20.176	10.561	16.653	1.478	6.621	10.561
df	2	2	2	2	2	2
Sig. Asymp	<b>0.000</b>	<b>0.005</b>	<b>0.000</b>	0.478	<b>0.036</b>	<b>0.005</b>

El mismo análisis de Kruskal-Wallis se realizó para observar las diferencias de medias, pero el factor utilizado fueron los DS frente a las variables obtenidas de TFF y los porcentajes de tiempo. Los resultados se pueden observar en la tabla 24. Solo se observan para TFFp en ESC10 ( $p=0.038$ ), TFFpi en ESC11 ( $p=0.015$ ) y TFFd en ESC10 ( $p=0.038$ ) valores menores que el nivel crítico ( $p=0.05$ ). Solo se han detectado niveles críticos aceptables en las escalas relacionadas con la pregunta directa antes de contestarlas.

Tabla 24. Prueba de diferencia de medias por Kruskal-Wallis de las imágenes para cada una de las escalas para TFF y TFF derivados.

Codificación	TTF	TFFp	TTPm	TFFpd	TFFpi	TFFd
	Sig. Asmp	Sig. Asmp	Sig. Asmp	Sig. Asmp	Sig. Asmp	Sig. Asmp
ESC1	0.696	0.673	0.665	0.925	0.995	0.673
ESC2	0.107	0.852	0.665	0.089	0.366	0.852
ESC3	0.059	0.546	0.590	0.245	0.796	0.546
ESC4	0.322	0.276	0.459	0.265	0.595	0.276
ESC5	0.132	0.961	0.970	0.730	0.126	0.961
ESC6	0.779	0.126	0.119	0.771	0.995	0.126
ESC7	0.543	0.431	0.436	0.682	0.670	0.431
ESC8	0.196	0.063	0.123	0.515	0.595	0.063
ESC9	0.677	0.326	0.276	0.921	0.752	0.326
ESC10	0.069	<b>0.038</b>	0.164	0.330	1.000	<b>0.038</b>
ESC11	0.836	<b>0.237</b>	0.153	0.060	<b>0.015</b>	0.237
ESC12	0.453	0.271	0.358	0.160	0.246	0.271

Posteriormente se aplicó una prueba de Mann-Whitney para dos muestras independientes. El factor fueron las imágenes para la variable independiente de TFFp. La tabla de resultados se muestra en el Anexo B.4. Se encontraron diferencias de medias entre decoraciones. Usando el ajuste de Bonferroni se consideró la probabilidad de cometer errores de tipo I. Para los 3 tipos de decoración se necesitan 3 comparaciones por pares (1-2, 1-3, 2-3), el ajuste de Bonferroni conduce a un nivel de significación crítica para la decisión de  $p = 0.05 / 3 = 0.0166$ .

La prueba reveló que las decoraciones A y C ( $p=0.015$ ) obtuvieron un nivel menor que el nivel crítico ( $p=0.0166$ ). En la figura 42, se muestra los intervalos de confianza (95%) para las medias de las decoraciones utilizando la variable de TFFp (Me gusta la decoración).

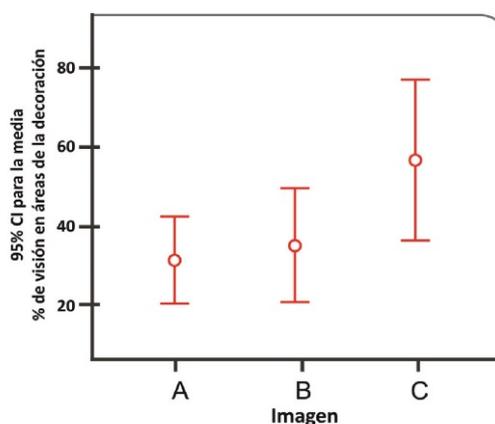


Figura 42. Intervalo de confianza (95%) para la media. Porcentaje de visión para "Me gusta la decoración".

Al igual que en las DS, se observó el efecto que pudiera existir entre hombres y mujeres. En el caso del análisis de ET, se utilizó la variable TFFp con el factor género. La tabla 24, presenta el resultado del análisis de Mann-Whitney para dos muestras usando como factor el género contrastado para cada

escala. Los datos indican que la escala con relación a las preguntas ESC11 (Me gusta la decoración/No me gusta) presenta un nivel ( $p=0.0335$ ) menor que el nivel crítico ( $p=0.05$ ).

Tabla 25. Prueba de Mann-Whitney para dos muestras usando el factor género para TTFp.

Codificación	Mann-Whitney U	z	Asymp. Sig. (2-tailed)	Sig. exacto [2*(1-tailed Sig.)]
ESC1	93.000	-0.791	0.429	0.448 <sup>a</sup>
ESC2	111.000	-0.042	0.967	0.984 <sup>a</sup>
ESC3	81.000	-1.289	0.198	0.208 <sup>a</sup>
ESC4	77.000	-1.455	0.146	0.154 <sup>a</sup>
ESC5	80.000	-1.330	0.183	0.193 <sup>a</sup>
ESC6	99.000	-0.541	0.589	0.608 <sup>a</sup>
ESC7	86.000	-1.081	0.280	0.294 <sup>a</sup>
ESC8	80.000	-1.330	0.183	0.193 <sup>a</sup>
ESC9	101.000	-0.457	0.647	0.667 <sup>a</sup>
ESC10	106.000	-0.249	0.803	0.822 <sup>a</sup>
ESC11	61.500	-2.108	<b>0.035</b>	0.034 <sup>a</sup>
ESC12	110.000	-0.087	0.931	0.951 <sup>a</sup>

a. No corregido por lazos.

A continuación se presenta el análisis para la variable de VC. La descripción estadística de la variable se muestra en la tabla 26. En la figura 43, se puede observar la representación de las medias para los tres tipos de imágenes utilizadas. Se observa un comportamiento muy similar en casi todas las escalas con excepción en la escala ESC9.

Tabla 26. Descripción estadística de la variable VC (veces) para cada una de las decoraciones.

Escala Semántica para VC	N	Moderno		Clásico		Rústico	
		Media	Desv.std	Media	Desv.std	Media	Desv.std
ESC1_Recargado. poco adaptable/Sencillo y versátil	10	3.80	(2.098)	3.30	(0.823)	4.30	(1.252)
ESC2_Tradicional/Innovador. de diseño	10	5.60	(2.171)	4.20	(1.932)	4.10	(1.287)
ESC3_Apagado/Luminoso	10	5.50	(1.958)	5.30	(1.636)	5.90	(1.370)
ESC4_Frágil/Resistente	10	4.80	(1.989)	4.40	(1.838)	4.80	(1.549)
ESC5_Difícil limpieza/Fácil limpieza	10	5.00	(2.625)	4.10	(1.663)	3.50	(1.434)
ESC6_Poco doméstico/Hogareño	10	5.00	(2.055)	4.10	(1.287)	4.50	(1.269)
ESC7_Aspecto de barato/Aspecto de caro	10	4.40	(1.506)	3.60	(1.713)	4.50	(1.780)
ESC8_Artificial/Natural	10	3.90	(1.370)	3.70	(1.418)	4.60	(1.174)
ESC9_Vulgar/Elegante	10	6.30	(3.057)	3.40	(1.506)	6.00	(2.055)
ESC10_No me gusta/Me gusta el pavimento	10	4.00	(0.943)	4.10	(1.912)	4.50	(1.958)
ESC11_Nada adecuados/Muy adecuados	10	5.20	(2.044)	5.90	(2.514)	5.80	(1.874)
ESC12_No me gusta la decoración/Me gusta la decoración	10	6.50	(2.224)	6.20	(2.251)	6.80	(3.736)

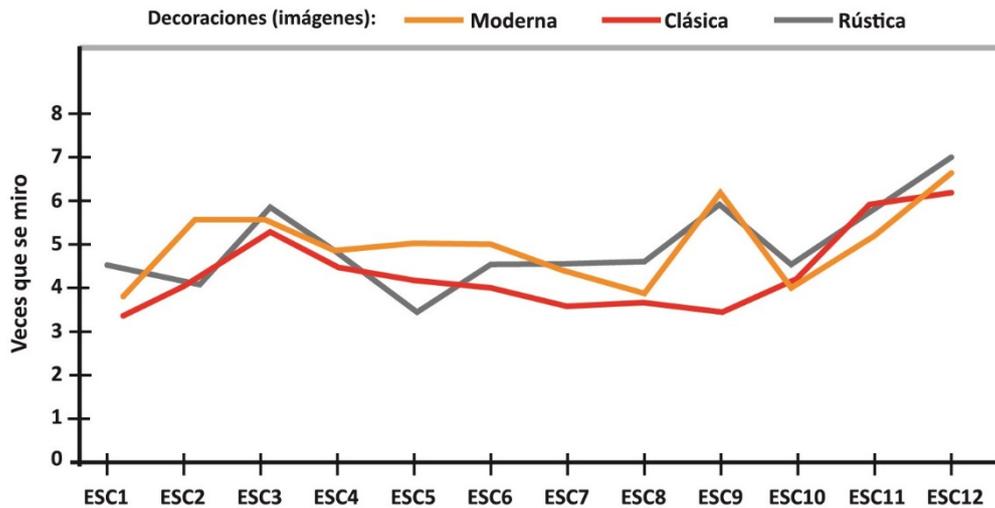


Figura 43. Medias de las imágenes de la variable VC para cada escala.

Observando los datos de las medias, los mapas de calor y las trayectorias realizados por los participantes, se realizó una segmentación similar como en la variable TTF, pero para la variable VC. En el caso de la variable VC, no se pierde tiempo de visión, sino que se contabiliza las veces que visitó una AOI. La segmentación se realiza del número de veces visitada una AOI, entre el número de visitas totales realizadas en las AOIs de todo el estímulo. Esta misma segmentación se realizó para todas las AOIs más representativas, similares a la variable TTF:

Desde la variable de número de visitas (**VC**) se obtuvieron las siguientes variables:

- El porcentaje de veces (VC) que se visita el pavimento (**VCp**).
- El porcentaje de veces (VC) que se visita la mesa (**VCm**).
- El porcentaje de veces (VC) que se visita la pared derecha (**VCpd**).
- El porcentaje de veces (VC) que se visita la pared izquierda (**VCpi**).
- El porcentaje de veces (VC) que se visita la decoración (**VCd**).

A partir de los datos obtenidos de la segmentación, se realizaron las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilks para determinar si los datos seguían una distribución normal o no. Al igual que la variable de TTF, los datos de la variable de VC no presentaban una distribución normal. Se hizo el mismo análisis para la variable VC para comparar las diferencias de medias que pudieran existir entre las imágenes. Se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis para varias muestras. El factor utilizado es la imagen (decoración A, B, C) frente a las variables obtenidas de VC y los porcentajes de veces que se miró una AOI.

En la tabla 26, se pueden observar los resultados de la prueba. La variable VC ( $p=0.015$ ) presenta un nivel crítico menor que 0.05. Solo una de las variables derivadas no presenta un valor por debajo del nivel crítico. Las variables derivadas presentan VCm ( $p=0.007$ ), VCpi ( $p=0.021$ ), VCp ( $p=0.047$ ) y VCd ( $p=0.047$ ) un valor menor que el nivel crítico ( $p=0.05$ ).

Tabla 27. Prueba de diferencias de medias por Kruskal-Wallis entre las imágenes para VC y VC derivados.

	VC	VCp	VCm	VCpd	VCpi	VCd
Chi-Cuadrada	8.448	6.095	9.841	1.560	7.709	6.095
df	2	2	2	2	2	2
Sig. Asymp	<b>0.015</b>	<b>0.047</b>	<b>0.007</b>	0.458	<b>0.021</b>	<b>0.047</b>

Al observar que casi todas las variables poseen un nivel de significación entre las decoraciones, se realizó el mismo análisis de Kruskal-Wallis para observar las diferencias de medias, pero para el factor DS frente a la variable VC y las obtenidas del porcentaje de veces mirado una AOI. Los resultados de la prueba se presentan en la tabla 27. Se observa que la variable VC para ESC9 ( $p=0.012$ ) presenta un nivel menor que el nivel crítico ( $p=0.05$ ). Para ESC11 se observa que VCpd ( $p=0.049$ ) y VCpi ( $p=0.001$ ) presentan niveles menores que el nivel crítico ( $p=0.05$ ). Para estas variables no se aplicó una prueba de Mann-Whitney para observar los efectos de las variables VCpd y VCpi, ya que no son del todo relevantes en la percepción del pavimento.

Tabla 28. Prueba de diferencia de medias por Kruskal-Wallis de las imágenes para cada una de las escalas para VC y VC derivados.

Codificación	VC	VCp	VCm	VCpd	VCpi	VCd
	Sig. Asmp	Sig. Asmp	Sig. Asmp	Sig. Asmp	Sig. Asmp	Sig. Asmp
ESC1	0.253	0.567	0.440	0.907	0.995	0.567
ESC2	0.210	0.064	0.895	0.097	0.366	0.064
ESC3	0.718	0.068	0.412	0.231	0.837	0.068
ESC4	0.789	0.073	0.206	0.251	0.595	0.073
ESC5	0.476	0.429	0.721	0.596	0.126	0.429
ESC6	0.699	0.571	0.299	0.905	0.995	0.571
ESC7	0.415	0.662	0.335	0.691	0.671	0.662
ESC8	0.158	0.583	0.904	0.515	0.595	0.583
ESC9	<b>0.012</b>	0.815	0.323	0.668	0.755	0.815
ESC10	0.743	0.059	0.501	0.325	1.000	0.059
ESC11	0.550	0.213	0.063	<b>0.049</b>	<b>0.001</b>	0.213
ESC12	0.860	0.405	0.149	0.392	0.084	0.405

Al no haber encontrado diferencias de la variable VCp para las escalas en las decoraciones, como en el caso de TTFp. Se procede a realizar el análisis de diferencias por género para la variable de VCp. Se realiza la prueba de Mann-Whitney para dos muestras usando como factor el género contrastado para cada una de las escalas. La tabla 28 muestra el resultado de la prueba. La escala ESC3 ( $p=0.017$ ) presenta un nivel menor que el nivel crítico ( $p=0.05$ ). También la escala ESC11 ( $p=0.019$ ) con relación a las preguntas presenta un nivel menor que el nivel crítico.

Tabla 29. Prueba de Mann-Whitney para dos muestras usando el factor género para VCp.

Codificación	Mann-Whitney U	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)	Sig. exacto [2*(1-tailed Sig.)]
ESC1	96.000	-0.697	0.486	0.525 <sup>a</sup>
ESC2	98.000	-0.592	0.554	0.580 <sup>a</sup>
ESC3	55.000	-2.386	<b>0.017</b>	0.017 <sup>a</sup>
ESC4	72.000	-1.677	0.094	0.101 <sup>a</sup>
ESC5	84.000	-1.199	0.230	0.257 <sup>a</sup>
ESC6	87.500	-1.034	0.301	0.313 <sup>a</sup>
ESC7	67.000	-1.910	0.056	.064 <sup>a</sup>
ESC8	106.000	-0.255	0.798	.822 <sup>a</sup>
ESC9	99.500	-0.538	0.591	.608 <sup>a</sup>
ESC10	92.500	-0.831	0.406	.423 <sup>a</sup>
ESC11	56.000	-2.343	<b>0.019</b>	0.019 <sup>a</sup>
ESC12	110.500	-0.065	0.948	0.951 <sup>a</sup>

a. No corregido por lazos.

Después de observar el comportamiento de las medias para las variables de TTF y VC, junto con los derivados de estas variables, se realizó un **análisis de correlaciones**. El análisis elegido es la prueba de

Spearman. Las variables a correlacionar son los DS (la valoración por la escala de 7 niveles) para todas las decoraciones (imágenes) y por cada una de ellas con las variables TFF, VC y sus derivados.

Los resultados de la prueba de Spearman se presentan en la tabla 29. Para las variables de TFF se puede observar que TFF para todas las imágenes ( $p=0.019$ ) presenta un nivel de correlación por debajo del nivel crítico ( $p=0.05$ ). Para cada una de las decoraciones se puede apreciar que solo la decoración C obtuvo un nivel de correlación ( $p=0.041$ ) por debajo del nivel crítico ( $p=0.05$ ). Para las variables de VC se puede observar que VC para todas las imágenes ( $p=0.038$ ) presenta un nivel de correlación por debajo del nivel crítico ( $p=0.05$ ).

Tabla 30. Correlaciones de Spearman entre la variable DS y las variables de TFF, VC y derivados para la valoración de DS.

Variables	Spearman	DS** Todas las imágenes	DS** Decoración A	DS** Decoración B	DS** Decoración C
TFF	Coeficiente de Correlación	0.119*	0.172	0.037	0.180*
	Sig. (2-tailed)	<b>0.019</b>	0.051	0.677	<b>0.041</b>
TFFp	Coeficiente de Correlación	0.015	-0.030	-0.036	0.130
	Sig. (2-tailed)	0.768	0.731	0.683	0.141
TFFm	Coeficiente de Correlación	0.016	0.041	0.115	-0.130
	Sig. (2-tailed)	0.760	0.644	0.194	0.140
TFFpd	Coeficiente de Correlación	-0.011	0.019	0.004	-0.041
	Sig. (2-tailed)	0.831	0.833	0.968	0.646
TFFpi	Coeficiente de Correlación	0.056	0.085	0.079	0.010
	Sig. (2-tailed)	0.269	0.337	0.374	0.912
TFFd	Coeficiente de Correlación	-0.015	0.030	0.036	-0.130
	Sig. (2-tailed)	0.768	0.731	0.683	0.141
VC	Coeficiente de Correlación	0.105*	0.171	0.076	0.049
	Sig. (2-tailed)	<b>0.038</b>	0.051	0.391	0.581
VCp	Coeficiente de Correlación	0.039	0.038	0.004	0.102
	Sig. (2-tailed)	0.438	0.666	0.968	0.249
VCm	Coeficiente de Correlación	-0.030	-0.036	0.018	-0.100
	Sig. (2-tailed)	0.559	0.682	0.838	0.259
VCpd	Coeficiente de Correlación	-0.011	0.017	0.023	-0.057
	Sig. (2-tailed)	0.822	0.850	0.798	0.517
VCpi	Coeficiente de Correlación	0.052	0.083	0.070	0.007
	Sig. (2-tailed)	0.302	0.350	0.428	0.936
VCd	Coeficiente de Correlación	-0.039	-0.038	-0.004	-0.102
	Sig. (2-tailed)	0.438	0.666	0.968	0.249

\* Correlación a un nivel de significancia de 0.05 (2-tailed).

\*\*Valoraciones por las escalas de 7 niveles.

## 6.2.7 Discusión y Conclusiones.

El primer resultado de los diferenciales semánticos revelan una diferencia de medias con significación entre la valoración de todas las decoraciones, solo para ESC2 (Tradicional-Innovador) un nivel de significación. El análisis de Mann-Whitney para diferencias entre ella revelan que la decoración A y C presentaron un nivel de significación aceptable. El segundo resultado para diferenciales semánticos, se presenta a raíz de la percepción de Tradicional-Innovador de toda la muestra. Se planteó mirar la diferencia entre hombres y mujeres. La prueba de Mann-Whitney para el factor género reveló una diferencia para ESC3 (Luminoso-Apagado). Esto se traduce en que las mujeres parecen percibir el pavimento mucho más luminoso que los hombres ( $M_{\text{mujeres}} = 1.13$ ;  $M_{\text{Hombres}} = 0.29$ ). También se encontró una diferencia para ESC5 (Fácil limpieza-Difícil limpieza). Esto se traduce en que las mujeres parecen

percibir el pavimento como más fácil de limpiar que los hombres ( $M_{\text{mujeres}} = 1.56$ ;  $M_{\text{Hombres}} = 0.5$ ). Se encontró diferencia para las escalas relacionadas con las preguntas directas, ESC10 (Me gusta el pavimento/No me gusta). Esto se traduce que a las mujeres parece no gustar del todo el pavimento mientras que a los hombres sí ( $M_{\text{mujeres}} = -0.56$ ;  $M_{\text{Hombres}} = 0.5$ ). Estos datos representan un preámbulo a lo que se encontró con *Eye-tracking*.

Los datos de *Eye-tracking* desvelaron información sobre el comportamiento de la visión de los participantes. Las dos variables utilizadas total de duración de la fijación en segundos y número de visitas en número de veces, exponen un nivel de atención para las AOI seleccionadas. Para la variable total de duración de la fijación y sus derivados, la prueba de Kruskal-Wallis muestra que existen diferencias entre las tres decoraciones utilizadas. Puntualmente se observó el efecto del tiempo en la fijación del pavimento, extrayendo el derivado del porcentaje de tiempo visto para TTF, mostró que existían diferencias entre la escala relacionada con ESC10 (Me gusta el pavimento-No me gusta).

Con la variable del tiempo total de duración de la fijación para el pavimento, se observó el comportamiento del género. La prueba de Mann-Whitney expone una diferencia para ESC11 (Me gusta la decoración/No me gusta). Esto se traduce que la mujeres invirtieron 10.05% de la visión mientras que los hombres 8.03% para determinar si les gustaba o no la decoración en base a las fijaciones del pavimento.

Para la variable de número de visitas y sus derivados, la prueba de Kruskal-Wallis muestra que existe diferencia entre casi todas las variables con respecto a las tres decoraciones utilizadas. Al igual que la variable de total de duración de la fijación, en la variable de número de visitas, se observó el derivado para el porcentaje de visitas realizadas en el pavimento. Los resultados mostraron relación con la ESC11 (Me gusta la decoración-No me gusta) que refleja mayor influencia en aspectos de la habitación como paredes y decoración.

Con la variable del porcentaje de veces que se visitó el pavimento se realizó la prueba de Mann-Whitney con el facto del género. La prueba expone una diferencia para ESC3 (Luminoso-Apagado) y ESC11 (Me gusta la decoración-No me gusta). Esto se traduce como que las mujeres necesitan invertir un 56.81% de las visitas mientras que los hombres 33.69% para determinar si el pavimento es luminoso o apagado. Además que las mujeres necesitan invertir un 36.81% de las visitas mientras que los hombres solo un 17.12% en determinar si les gusta o no la decoración de las imágenes.

Para cerrar la discusión de los datos estadísticos, las correlaciones de Spearman revelaron que las variables del tiempo total de duración de la fijación presenta un nivel de correlación positiva para las valoraciones realizadas por DS, en particular para la decoración rústica. También la variable de número de visitas presentó una correlación positiva en la prueba.

Los resultados obtenidos nos ayudarán a dar respuesta a los objetivos específicos A, B, C y D en el capítulo final de la tesis. Para esta segunda experimentación, el diseño del experimento ayudó a exponer las impresiones subjetivas y objetivas que puede evocar un producto, en este caso, la representación virtual de un escenario donde el producto principal es el pavimento cerámico. El estímulo elegido fue un producto real, obtenido de un producto de la región de Castellón, España. La intención de evaluar este tipo de estímulo (imagen con piso cerámico y decoración) es la relevancia que tiene este proceso de percepción en la elección del producto dentro del diseño y la arquitectura.

La referencia obtenida del trabajo de Agost y Vergara (2014) facilitó el proceso de elección de diferenciales semánticos para evaluar la percepción del pavimento cerámico. Nuestro experimento obtuvo resultados interesantes desde el punto de vista del uso de *Renderers* (uso de modelación virtual) para evaluar productos, apoyando la utilización de esta tecnología como exponen en Artacho-Ramírez

et al. (2008) y Ledoux et al. (2013). El uso de diferenciales semánticos en la experimentación fue la base para observar un comportamiento subjetivo de la muestra utilizada. Los resultados fueron una base para comprender esas impresiones sobre la percepción de los adjetivos más relacionados con el gusto por el pavimento y la decoración.

Los resultados obtenidos por *Eye-tracking* revelan información relevante sobre el comportamiento de la muestra hacia los estímulos utilizados. Se exploraron variables objetivas como total de duración de la fijación y número de visitas y su influencia en las zonas de interés en relación con toda la muestra, por valoración y por último por género. En términos generales la visión da información valiosa sobre áreas específicas que influyen en la percepción. Se encontró una diferencia entre la manera de observar de los hombres y mujeres, y como cada uno necesita un tiempo o mínimo de información visual para generar una valoración.

El resultado de las correlaciones muestra que nuestra visión está relacionada con valoraciones que hagamos a un estímulo. Los resultados en términos generales se alinean con la idea de que un pavimento cerámico puede ser influido por la decoración. Nuestra visión jugará un rol importante en determinar qué elementos necesitamos conocer para determinar su percepción. Una contribución más de este experimento es el uso de una muestra reducida. Estando en acuerdo con Fehd & Seiffert (2008), Liu et al. (2011) y Kwon & Sturt (2014) sobre el uso de herramientas como ET para disminuir muestras de experimentación. Una contribución que se tiene que tomar en cuenta en las prácticas de diseño y arquitectura.

En conclusión se puede decir que el contexto en el que se presentaron los estímulos influye en algunas impresiones subjetivas evocadas por el producto. En este caso un pavimento cerámico (material) puede llegar a tener un carácter diferente si se acompaña de elementos que transmitan otra identidad. La combinación de diferenciales semánticos y *Eye-tracking* proporciona ambas medidas, la subjetiva y la objetiva, dando una valiosa información que puede ser tomada en cuenta para mejorar el diseño u otra actividad que se relacione con la selección de producto.



## 6.3 Preferencia predicha por la fijación: el comportamiento de movimiento del ojo en niños pequeños.

El tercer experimento muestra una faceta más compleja en el uso y aplicación del ET. En este experimento se observará en gran medida el uso de los datos obtenidos de ET y una pequeña intervención de DS. Además este experimento se realizó utilizando una muestra especial, niños.

El experimento se centra en el uso de 8-AFK (*Alternative Force-Choice*), como el modelo a seguir para la estructuración y distribución de estímulos para observar qué producto presenta más fijaciones y es elegido entre varias opciones. La muestra utilizada en este experimento son niños de entre 7 y 12 años. Este tipo de muestras suele ser complicada de utilizar, ya que en las evaluaciones subjetivas los niños no son capaces de externalizar una valoración real. La finalidad de este experimento es obtener evidencia objetiva sobre la preferencia de productos en niños. El ET ayudará a cuantificar cuál de los productos fueron los más atractivos. El diferencial semántico aplicado nos dirá la valoración que los niños dan a los productos utilizados. Al final se discutirá que elementos estéticos fueron los que influyeron en su mirada y elección de producto.

### 6.3.1 Revisión de trabajos previos.

La influencia de elementos estéticos puede crear una fuerte asociación entre los gustos del consumidor. Schloss et al. (2013) afirman que muchas de estas preferencias se deben a factores subconscientes de experiencias vividas en otros contextos. Existen numerosos estudios donde los elementos estéticos y elementos familiares juegan un papel importante en el juicio de los niños hacia los productos (Danovitch & Mills, 2014; Roberto, Baik, Harris, & Brownell, 2010). En numerosas ocasiones se han utilizado elementos estéticos y características familiares para llamar la atención o convencer a un mercado como los niños (Richert, Shawber, Hoffman, & Taylor, 2009). La industria de la alimentación es el sector en donde más influencia se observa (Nguyen, 2012; Roberto et al., 2010).

Muchos son los elementos que se pueden utilizar para captar la atención de los niños. Un elemento estético recurrentemente utilizado es el color. Las propiedades del color se relacionan con experiencias y efectos de atención a la visión. Otro elemento que también es utilizado es el material, la correcta selección es crucial para diseñar productos competitivos y llamativos (Karana, Hekkert, & Kandachar, 2008; van Kesteren, 2008). La forma y el estilo terminan por completar un buen producto. Todos estos elementos pueden ser percibidos de manera física, o bien, a través de una pantalla o escaparate. Cho y Kim (2012) expone que estos medios son capaces de transmitir la esencia de los elementos para poder tomar una decisión de preferencia o de compra.

El diseño de productos es valorado por sus propiedades o atributos físicos y emocionales, y estos pueden ser percibidos por diferentes medios (Hertenstein et al., 2013). Los atributos son la clave del éxito o fracaso de un producto (Joško Brakus, Schmitt, & Zhang, 2014), los diseñadores deben saber elegir y mezclar las propiedades adecuadas. Los estímulos diseñados para este experimento se centran en resaltar el color y la textura como atributos claves. Green-Armytage (2006) y Luo et al. (2012) distinguen estos dos atributos como los más fáciles de entender por medio de la visión. Las emergentes tecnologías han cambiado la dinámica de cómo se venden los productos. Este experimento aborda parte de esa temática para introducir el uso de ET, como herramienta para validar la eficacia de la percepción

en medios electrónicos y virtuales de venta. En este caso, los niños será una muestra de interés para entender el comportamiento de su visión ante este tipo de medios.

En el trabajo de Shimojo et al. (2003) llamado "Alternative forced-choice (AFC)", se describe la selección de un estímulo entre varias alternativas, utilizando ET para determinar cuál es la preferencia visual más agradable de manera subconsciente y posteriormente evaluando las alternativas conscientemente. En este trabajo Shimojo et al. (2003) utilizaban dos estímulos (visualizados en parejas) como alternativa, y por medio de la visión se determinaba cuál era el más atrayente. El sesgo de la visión hizo evidente que en tiempos muy cortos (1 -1.5 segundos) antes de la selección, la visión del participante ya se había posicionado en la alternativa deseada. Simion y Shimojo (2007) reportaron que el sesgo de la visión de los participantes adultos revelaban la alternativa mejor valorada segundos antes de ser mencionada. Los autores proponían que el método AFC podría llevarse a un nivel más complejo.

Glaholt y Reingold (2009) usaron de base la misma metodología de Shimojo et al. (2003) y Simion y Shimojo (2007) para proponer una variante en el número de alternativas visualizadas. La metodología de experimentación se nombró "Eight-alternative force-choice (8-AFC)", la cual integra ocho alternativas a visualizar al mismo tiempo. Estas ocho alternativas se distribuyen en una cuadrícula de 9 espacios, dónde se distribuyen alrededor del espacio central. Los autores exponen en su trabajo que las alternativas presentadas en una distribución similar a una composición tipo servicios de venta en línea o escaparates de tiendas, puede ser predicha por medio de 8-AFC. Glaholt y Reingold (2009) completaron su estudio evaluando los estímulos por medio de una valoración subjetiva y comprobaron que elementos mejor valorados no siempre eran los más elegidos por la visión.

La importancia de las métricas de fijación dentro de la alternativa de compra es un factor relevante (van der Laan, Hooge, De Ridder, Viergever, & Smeets, 2015). Independientemente de la posición, la visión juega un papel determinante para evaluar todo el espacio y tomar la opción más deseada. Van der Laan et al (2015) volvieron a probar con ET el método de AFC con empaques, demostrando que alternativas mostradas en pantalla de ordenador conseguían influir en la percepción y la valoración. Este experimento toma como base los trabajos anteriormente presentados, los cuales demostraron la viabilidad de esta metodología con adultos. Este experimento busca revelar si las condiciones planteadas por Simion y Shimojo (2007), Glaholt y Reingold (2009) y Van der Laan et al. (2015) son replicables para niños. Utilizando 8-AFC y un SC para evaluar la opción más atractiva se construye la metodología de este experimento.

### 6.3.2 Estímulos utilizados.

Basados en el experimento de Glaholt y Reingold (2009), ellos utilizaron dos grupos de estímulos para observar si el efecto se podría producir con cualquier tipo de productos o elementos. Siguiendo la metodología de Glaholt y Reingold (2009), el experimento se dividía en dos partes: la evaluación de 8-AFC y la valoración individual del contenido en 8-AFC. Se diseñaron dos grupos de estímulos que fueran atractivos a los niños. Los dos grupos fueron creados a partir de una combinación única de 3 dimensiones. Para el primer grupo se diseñó un isotipo con las siguientes 3 dimensiones: una entidad, un color y unos ojos con un detalle. Para cada dimensión se diseñaron 5 variantes para crear una combinación total de 125 isotipos.

Para el segundo grupo se diseñó un objeto (juguete) basados en la entidad del isotipo. Al igual que en el primer grupo se tomó esa combinación única de 3 dimensiones. En este caso las dimensiones fueron: la entidad del isotipo, el color y el material. Para este grupo las dimensiones elegidas tuvieron 5

variantes para crear una combinación de 125 posibles personajes. En la tabla 31, se pueden observar los detalles de cada grupo.

Tabla 31. Elementos usados para construir los estímulos del experimento.

Detalles de los ojos	Color del isotipo	Característica	Color del producto	Materiales
Redondos	Naranja	Pingüino	Naranja	Plástico
Ovalados	Rojo	Oso	Rojo	Tela
Medio-Circulo	Azul	Gato	Azul	Metal
Redondos hacia abajo	Verde	Perro	Verde	Madera
Redondos hacia arriba	Rosa	Cerdo	Rosa	Peludo

Sin embargo las 125 combinaciones para cada grupo no fueron utilizadas, debido a la longitud del estudio, se decidió solo tomar 64 combinaciones para el experimento. Estas 64 alternativas de isotipos y juguetes se eligieron aleatoriamente para ser distribuidas en 8 cuadrículas (distribuidos aleatoriamente). En la figura 44, se puede observar la frecuencia de aparición de los elementos de las tres dimensiones para los isotipos y juguetes en el experimento. Estas mismas 64 alternativas de isotipos y juguetes se utilizarán para ser evaluadas individualmente bajo una escala de siete niveles.

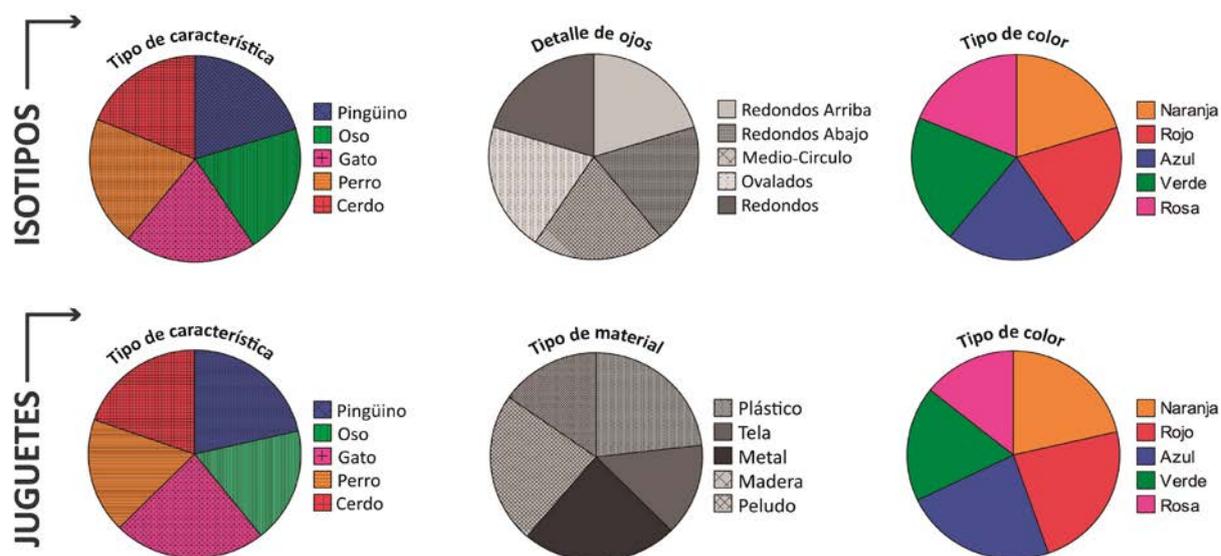


Figura 44. Gráfica de frecuencia de aparición en el experimento.

En la figura 45, se pueden observar dos ejemplos de cómo se veían las cuadrículas en la pantalla del Tobii. A Cada cuadrícula montada con los estímulos se le llamó: plantilla. Las plantillas fueron preparadas para tener el mismo tamaño en pantalla y que todos los estímulos tuvieran la misma escala para evitar algún sesgo visual.



Figura 45. Ejemplo de distribución de los estímulos en las plantillas de 9 espacios.

En la figura 46, se pueden observar dos ejemplos de cómo se veían los estímulos en la evaluación individual para los isotipos y los juguetes. En la sección de procedimiento se explicará cómo se diseñó el protocolo para que los niños evaluaran con su mirada los estímulos en la plantilla, y de manera verbal evaluaran con la escala cada uno de los estímulos.



Figura 46. Ejemplo de distribución de los estímulos en la evaluación individual con escala.

### 6.3.3 Muestra y equipos utilizados.

- La muestra utilizada para este experimento fue un total de 30 niños, entre 7 y 12 años de edad. Debido al diseño de la metodología se dividió la muestra en dos grupos, uno para evaluar los isotipos y otro para los juguetes, pero debido al procesamiento y limpieza de datos quedaron un grupo de 13 y otro grupo de 15 niños.

- Para el experimento se utilizó el mismo equipo que en los experimentos anteriores: Tobii TX300 y el software utilizado para captura y exportación de datos es Tobii Studio 3.2.1 (véase figura 47).



Figura 47. Dispositivo de Eye-tracking Tobii TX300 con pantalla incorporada.

### 6.3.4 Procedimiento de la experimentación.

Como se mencionó anteriormente, el experimento se dividió en dos protocolos. El primer protocolo corresponde a la muestra de niños que evaluarían el isotipo. El segundo protocolo corresponde a los niños que evaluarían el juguete. La estructura del protocolo es la misma para los dos casos. En la figura 48, se puede observar la estructura que se siguió para obtener los datos del experimento. El protocolo se presenta en diapositivas, no existe un tiempo límite entre los estímulos, estos cambiarán una vez realizada la tarea que se les pide.

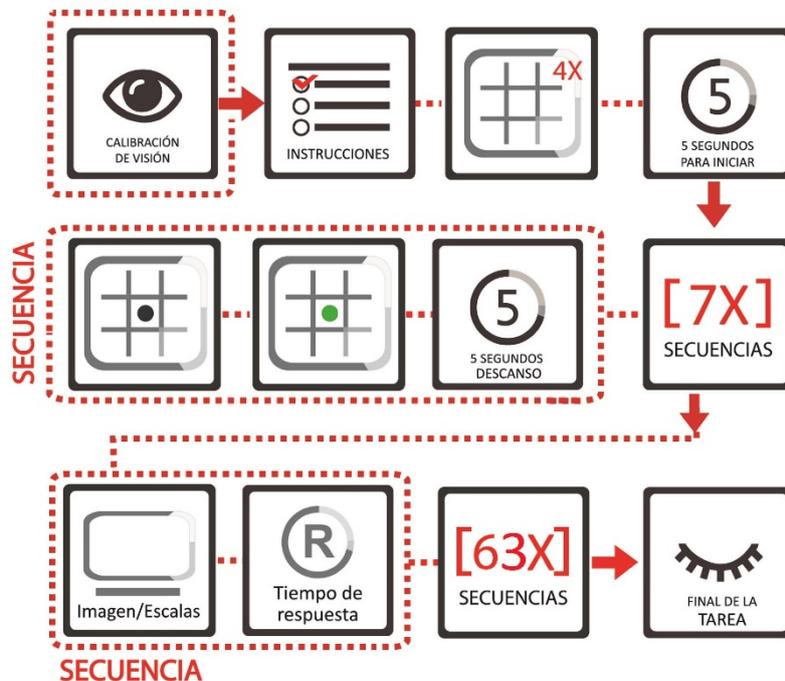


Figura 48. Protocolo de experimentación para isotipos y juguetes.

El protocolo comienza con la calibración de la visión de los niños. Posteriormente, en pantalla aparecen unas instrucciones para explicar qué tipo de tarea deben realizar en la primera parte del protocolo. Para asegurar que los niños han comprendido la tarea a realizar, se realizan 4 pruebas con unas plantillas muestra donde realizaban la actividad que harían para las 64 alternativas generadas. Después de eso, se presentaba una diapositiva donde se le avisaba al niño que se preparara para el inicio de la tarea principal.

La primera parte del protocolo es una secuencia con 8 pares de plantillas. Los niños tuvieron que observar una primera plantilla que contiene 8 estímulos dispuestos como se muestra en la figura 44. La primera plantilla contiene en la casilla central un punto negro. Este punto sirvió de referencia para realizar la tarea deseada. La tarea que tenía que realizar era observar libremente los 8 estímulos mostrados y cuando tuvieran claro cuál era su preferido, debería llevar su mirada al punto central por lo menos 3 segundos. Una vez cumplida esa acción, el punto negro se tornaba en color verde. Esta señal les indicaba que tenían que volver su mirada directamente al estímulo que habían elegido. Una vez completada esa tarea, se daba un descanso para avisar que procedía otra plantilla. Al finalizar las 8 plantillas, la última plantilla de descanso se usó como una breve instrucción sobre la segunda parte de la tarea principal.

La segunda parte del protocolo se evaluaba individualmente cada uno de los estímulos mostrados en esos 8 pares de plantillas. Esta evaluación se centró más en que los niños pudieran responder libremente la escala de siete niveles (siendo 1 la menor puntuación, y 7 la mayor) sobre si gustaba o no gustaba el estímulo, un ejemplo de diapositiva se puede observar en la figura 45. Cada diapositiva no tenía límite de tiempo, y al verbalizar su respuesta, se pasaba al siguiente estímulo. El protocolo terminaba una vez completada la evaluación de los 64 estímulos.

### 6.3.5 Datos registrados.

Los primeros datos registrados fueron los obtenidos de la plataforma Tobii Studio 3.2.1. El dato obtenido es la mirada (*gaze*) sin procesar. Es decir, las coordenadas X e Y de la mirada de cada pupila en función del tiempo invertido en el estímulo. A partir de esta información, la propia plataforma realiza un procesado donde se obtiene un *gaze* único para cada sujeto a partir de cada pupila. Los datos de ET se utilizarán para desarrollar el proceso de detección de preferencia por 8-AFC y las variables de Tiempo Total de fijación (TTF) y las visitas realizadas (VC) a las AOI.

Para cuantificar las valoraciones de los isotipos y juguetes se codificaron las dimensiones de los estímulos. En la tabla 32, se puede observar la codificación utilizada. Esta serie de números y letras servirán para observar los resultados de los análisis estadísticos.

Tabla 32. Codificación de dimensiones plasmadas en los isotipos y juguetes.

Característica	Código	Color utilizado	Código	Material	Código	Detalles de los ojos	Código
<b>Pingüino</b>	A	Naranja	1	Plástico	K	Redondos	Z
<b>Oso</b>	B	Rojo	2	Textil	L	Ovalados	Y
<b>Gato</b>	C	Azul	3	Metal	M	Medio-circulo	X
<b>Perro</b>	D	Verde	4	Madera	N	Redondos hacia abajo	W
<b>Cerdo</b>	E	Rosa	5	Peludo	P	Redondos hacia arriba	V

Otra codificación que se ha asignado es sobre la plantilla. Para entender el comportamiento y la influencia de la posición en la evaluación visual se ha asignado un valor numérico a cada uno de los espacios en la cuadrícula. La codificación se puede ver en la figura 49.

1,1	1,2	1,3
2,1		2,3
3,1	3,2	3,3

Figura 49. Posiciones de los estímulos en las plantillas (8-AFC).

### 6.3.6 Resultados de la experimentación.

#### 6.3.6.1 Resultados de la visión (elección).

Los resultados de la visión se centran en replicar parte del procedimiento de Glaholt y Reingold (2009) realizados en adultos. Este análisis corresponde a la primera parte del protocolo. Como se mencionó anteriormente, los datos obtenidos no reflejan ningún proceso para obtener algunas de las variables de ET utilizadas en los pasados experimentos.

Para este experimento se consideró que la cuadrícula utilizada para la primera parte del experimento fueran íntegramente las AOI. Esto quiere decir que cada cuadro corresponde a una AOI, al igual que el centro de la plantilla. Una vez asignadas las AOI se procede a desarrollar el proceso de obtención de todos los elementos para entender la visión de los participantes.

El *gaze* extraído se le aplicó un algoritmo de detección de fijaciones basado en la velocidad de la mirada. La mirada así se puede agrupar en tres eventos: (1) si entre instantes la velocidad de movimiento de la mirada era menor que un umbral (asignación base) se considera que se está realizando una fijación, (2) si supera esta velocidad se considera sacada (3) y si habido algún error o no está mirando a la pantalla se consideran no-clasificado. El dato que se utilizó sale del evento 1, el cual se convierte en nuestra primera variable a observar durante el análisis de los datos: las fijaciones realizadas a los estímulos.

Obtenida las fijaciones de cada usuario por medio del algoritmo, se agrupó en una base de datos para ser procesado a través de un *script* en Matlab. El proceso comienza importando los datos que se obtuvieron de las fijaciones en el tiempo de cada usuario en cada una de las plantillas. Dentro del *script*, se definieron las AOI (8 isotipos/juguetes y la zona central). En la figura 50, se observa un ejemplo graficado de los datos de las fijaciones de un participante. Se muestra en el eje X un tiempo de 2500 hz/sec. En el eje Y se muestran las AOI.

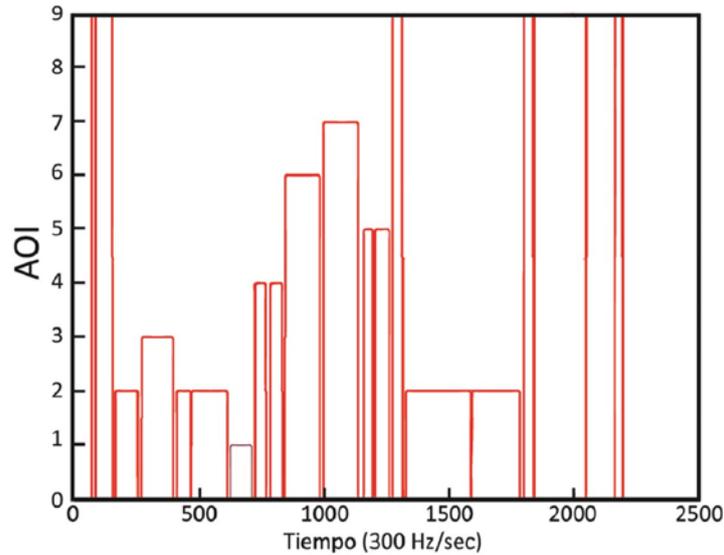


Figura 50. Grafica de pre-procesado de las fijaciones de un usuario.

Para el proceso de agrupación en la base de datos, se realizó un proceso en paralelo que es la definición de visitas (Dwell, mencionadas por Glaholt y Reingold, 2009). Este dato se convertirá en la segunda variable a observar en el análisis de ET. Las visitas son la permanencia de una o más fijaciones en una misma AOI y las posibles situaciones que se puedan dar para decir cada una de ellas. Las tres situaciones se representan en la figura 51:

- Situación 1: Después de realizar una fijación en una AOI, se realiza otra dentro de la misma AOI. En este caso la visita duraría el tiempo desde el comienzo de la primera fijación hasta el final de la segunda (o la última que estuviese dentro de la AOI de manera consecutiva).
- Situación 2: Después de realizar una fijación en una AOI, se realiza otra en una AOI distinta. En este caso la visita anterior termina con la fijación anterior y comienza una nueva.
- Situación 3: Después de realizar una fijación, vuelve a haber otra en la misma AOI, pero ha pasado más de 0.03 segundos. La fijación se consideró dentro de este tiempo por poner un tiempo límite, ya que no sería posible que un participante hubiera realizado más de dos fijaciones, o bien que esta fijación se hubiera dado fuera de las AOI o bien fuera de la misma pantalla. Esto corregía un posible error de visión dentro de los datos registrados.

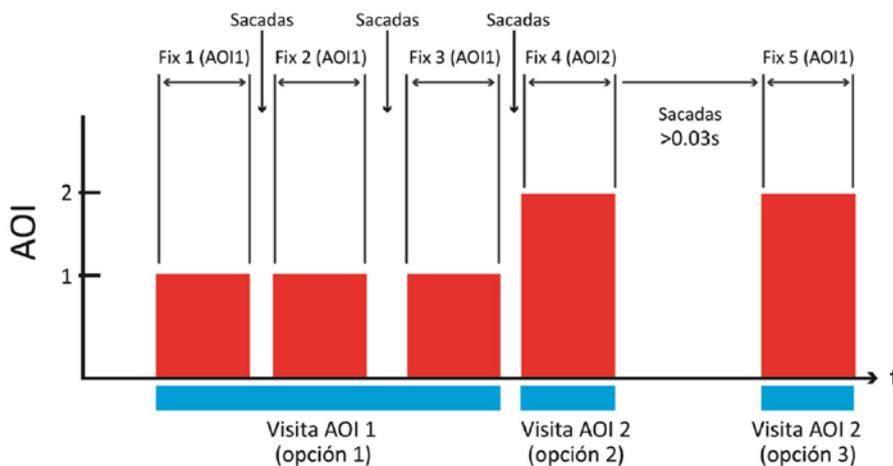


Figura 51. Definición de Visitas (Dwell) para los datos de ET.

Definidas las fijaciones y las visitas, con los datos ya obtenidos se realizó la detección de cuándo el participante realizó la decisión del estímulo elegido. En la figura 52, se puede observar este proceso de “instante de decisión”. Para ello se localizaron las visitas entre las nueve AOI, una vez que el participante se detuviera más de 0.5 segundos sobre la AOI 9 (zona central) se marcaba la AOI anterior como el “instante de decisión”. Esta condición se tenía que cumplir para todas las plantillas.

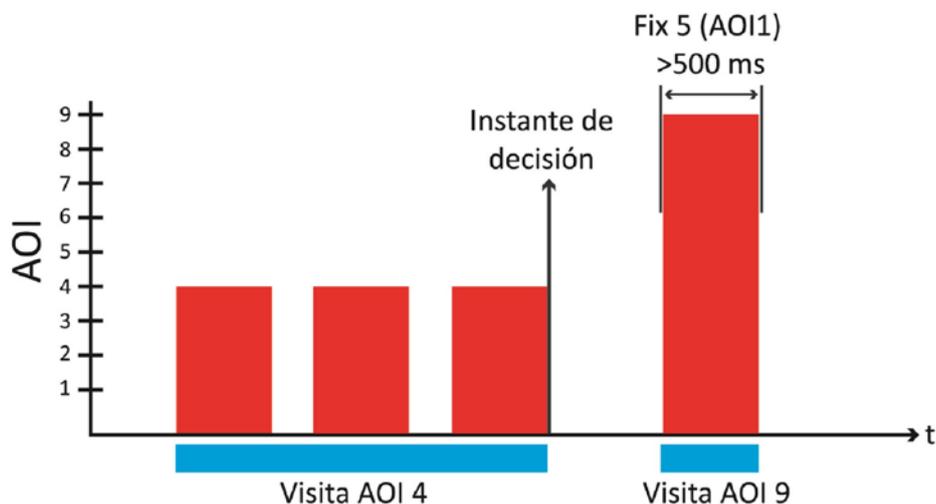


Figura 52. Definición de instante de decisión para la elección de estímulo (ejemplo).

Una vez obtenido el instante de decisión, para poder generar la variable de fijación para el porcentaje de tiempo acumulado se observó el comportamiento de los participantes en cada una de las AOI en función del tiempo. Es decir, empezando desde el instante 0 hasta el instante de decisión. En función de los resultados de tiempo acumulados en el último instante, se ordenó los isotipos/juguetes extrayendo la elección como primera opción (sea o no la que tenga más porcentaje de fijación acumulada) y las ochos restante en función del porcentaje de tiempo que hayan sido vistas. Se clasificaron como “distractores” del 1 al 8 (1 el más visto, 8 el menos visto).

Este proceso se muestra en la figura 53. Se generan una serie de matrices de datos por cada usuario de cada plantilla que ha observado. Una vez se han obtenido todas las matrices del proceso de porcentajes de tiempo, se limita el tiempo desde el instante de decisión hasta 3 segundos antes del mismo. Esto se hace para todas las matrices de las plantillas para todos los participantes.

Una vez obtenida la clasificación de distractores y limitado el tiempo del instante de decisión, se agruparon las plantillas entre sus similares para cada participante. El resultado obtenido es un promedio de una misma plantilla vista por todos los participantes. Este proceso se realizó para los datos de isotipos y juguetes. El resultado final de este proceso se presenta en las figuras 54 y 55, donde se representan la elección y los cuatro primeros distractores en una gráfica.

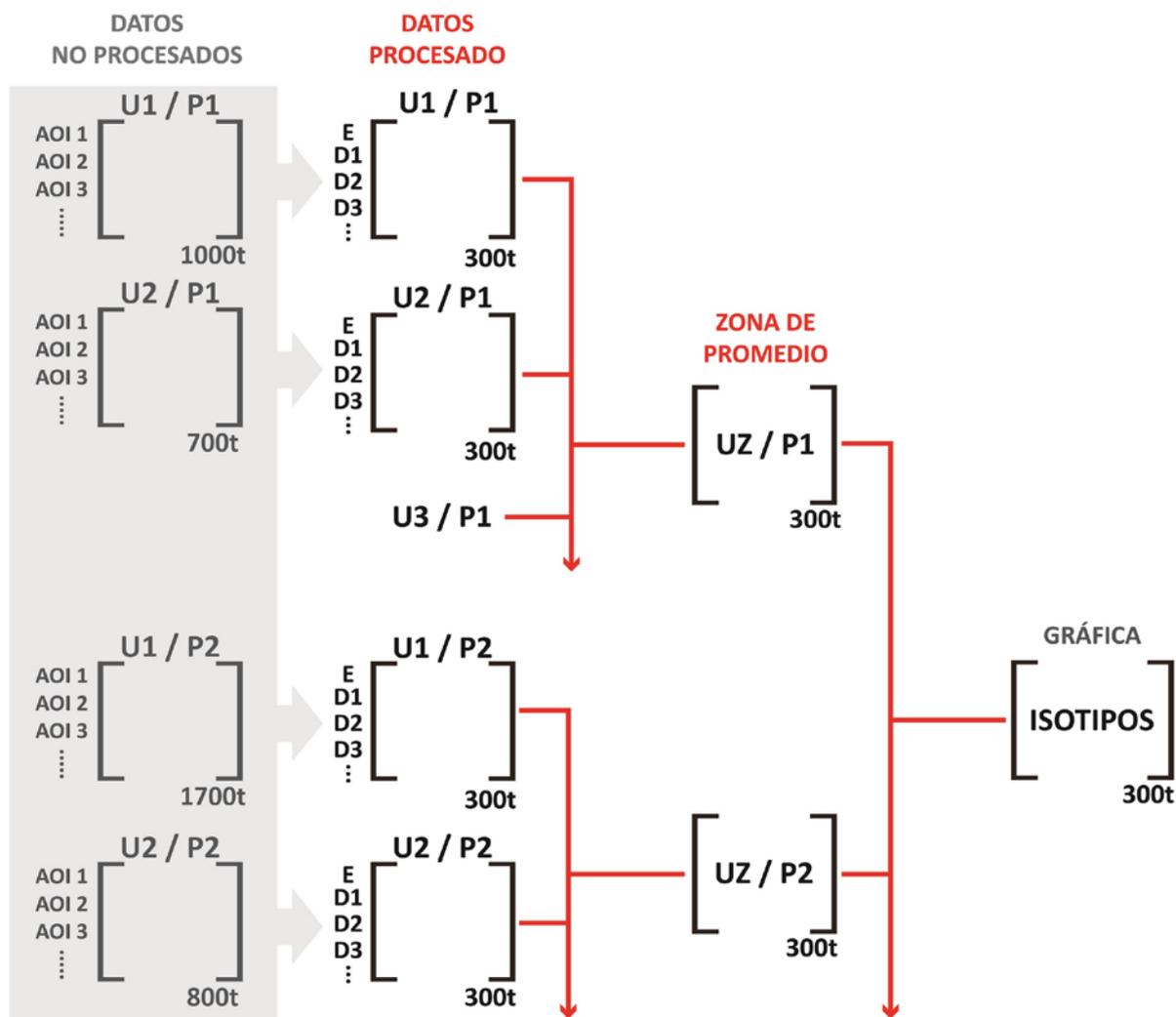


Figura 53. Proceso descriptivo para generar los distractores y la elección para los segundos antes de la decisión.

En la figura 54, se puede observar el resultado de las fijaciones invertidas en las AOI para la prueba de isotipos. La gráfica revela el efecto de los distractores, principalmente el principal distractor que mantiene una considerable cantidad de tiempo invertido. La elección tiene un comportamiento ascendente, ganando fijaciones a lo largo de los 3 segundos graficados. Los demás distractores tienen un comportamiento estable, respetando su clasificación en base a la porción de tiempo que los participantes invirtieron en observarlos.

La visión de los niños revela que la elección del isotipo más gustado se puede presentar un segundo antes de tomar la decisión. En este punto solo la segunda opción es lo suficientemente potente para hacer dudar al participante.

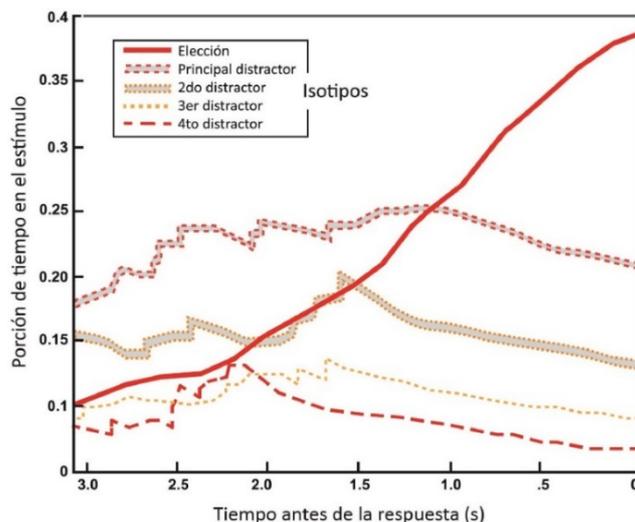


Figura 54. Gráfica de la porción del tiempo que la fijación estuvo situada en los estímulos elegidos y los posibles distractores para los isotipos.

En la figura 55, se puede observar el resultado de las fijaciones invertidas en las AOI para la prueba de juguetes. El efecto de los distractores parecer tener menos influencia en la elección. En el caso de los juguetes la elección tiene suficiente carga visual para que los participantes noten su presencia 3 segundos antes de la decisión. De igual manera que en los isotipos, los distractores mantienen una tendencia sobre su clasificación en base a la porción de tiempo invertido.

La visión de los niños revela que la elección del juguete más gustado se puede presentar un segundo y medio antes de tomar la decisión. A diferencia del resultado para isotipos, el segundo distractor sigue muy de cerca la preferencia por la elección.

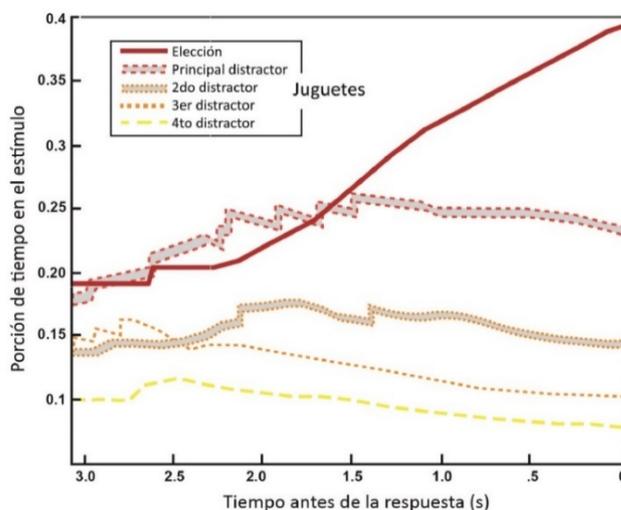


Figura 55. Gráfica de la porción del tiempo que la fijación estuvo situada en los estímulos elegidos y los posibles distractores para Juguetes.

Para completar el primer análisis realizado con las fijaciones y visitas, se realizó otro análisis enfocado a las visitas y el comportamiento en el tiempo que se observaron los estímulos. Observado el comportamiento de las visitas para todos los participantes para las dos pruebas (isotipos y juguetes), se

definieron ocho visitas a observar. Esta decisión parte de que al tener ocho estímulos, al menos la mitad de ellos serán vistos con atención, siguiendo el resultado de las gráficas antes mostradas.

El análisis que se realiza es para detectar si la elección se encontraba al menos entre las ocho visitas más relevantes de la prueba. Estas ocho son las primeras cuatro visitas desde que aparece el estímulo, y las últimas cuatro antes del instante de decisión de elección. En la figura 56, se muestran un ejemplo de un participante donde se observan esas ocho visitas.

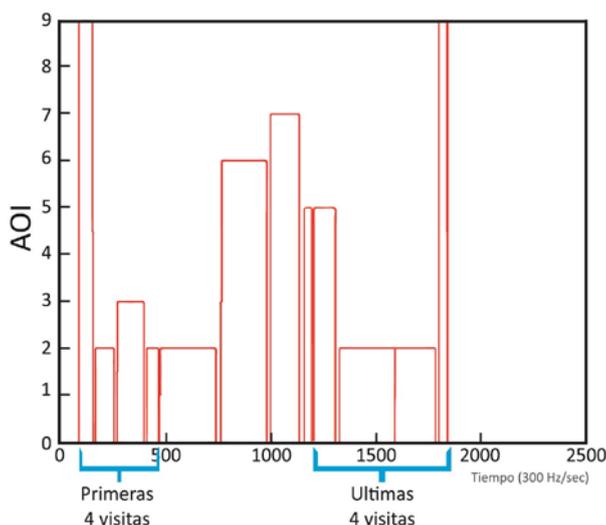


Figura 56. Gráfica de visitas realizadas a una plantilla (ejemplo). Las primeras 4 visitas y las últimas 4 visitas.

El resultado del análisis se muestra en la tabla 33. En la tabla se presentan tres indicadores del comportamiento de la visión de los participantes. El primero es el número de visitas en promedio para todas las plantillas. El segundo es el tiempo total de fijación (TTF) en el estímulo y por último dos indicadores de probabilidad de que el estímulo elegido estuviera entre esas visitas.

Tabla 33. Análisis de los primeros 4 y los últimos 4 visitas para cada uno de las plantillas de 8-AFC.

Estímulo	Conjunto de visitas	# de visitas al estímulo elegido	Tiempo total de fijación en el estímulo elegido (ms)	Porcentaje de veces que el estímulo elegido es el más visto (%)	Porcentaje de veces que el estímulo elegido está entre los 2 más vistos (%)
Juguete	Primeras 4	0.627	172	0.152	0.271
	Ultimas 4	1.610	1167	0.712	0.848
Isotipo	Primeras 4	0.607	178	0.230	0.328
	Ultimas 4	1.410	906	0.672	0.820

Glaholt y Reingold (2009) expone un último análisis con los datos de comportamiento del TTF y la opción elegida entre las AOIs. Con los datos de TTF se sumó la porción de tiempo a lo largo del tiempo necesario antes de tomar una decisión. Para evaluar cuantitativamente el sesgo aparente de la mirada de los estímulos, se calculó el porcentaje de veces que el estímulo elegido fuese el de mayor número de TTF (probabilidad = 12.5%). También se calculó el porcentaje de veces que el TTF para el estímulo elegido fuera uno de los dos más largos (probabilidad = 25%), así como el porcentaje que fuese entre cuatro con mayor TTF (probabilidad = 50%). En la tabla 34, se pueden observar los resultados obtenidos para la probabilidad del comportamiento del TTF para la elección.

Tabla 34. Mayores TTF frente a la opción elegida.

	% veces que el estímulo elegido es el más visto	% veces que el estímulo elegido es el primero o segundo más visto	% veces que el estímulo elegido está entre los 4 primeros más visto
Juguete	0.789	0.867	0.911
Isotipos	0.719	0.844	0.948

### 6.3.6.2 Resultados de las preferencias (valoración).

Los resultados obtenidos de la preferencia, obtenidos por la valoración para cada uno de los estímulos, se presentan en esta sección. La descripción estadística de los datos se puede encontrar en los anexos C.1 para isotipos y C.2 para juguetes. En la figura 57, se representa la interacción de los valores medios entre las tres dimensiones utilizadas. Cada gráfica muestra la influencia de una dimensión con otra. Visualmente podemos ver que los isotipos de manera general poseen medias más cercanas. Sin embargo, en el caso de los juguetes, las medias son más contrastantes. El material parece jugar un papel determinante en una valoración de gusto entre los participantes.

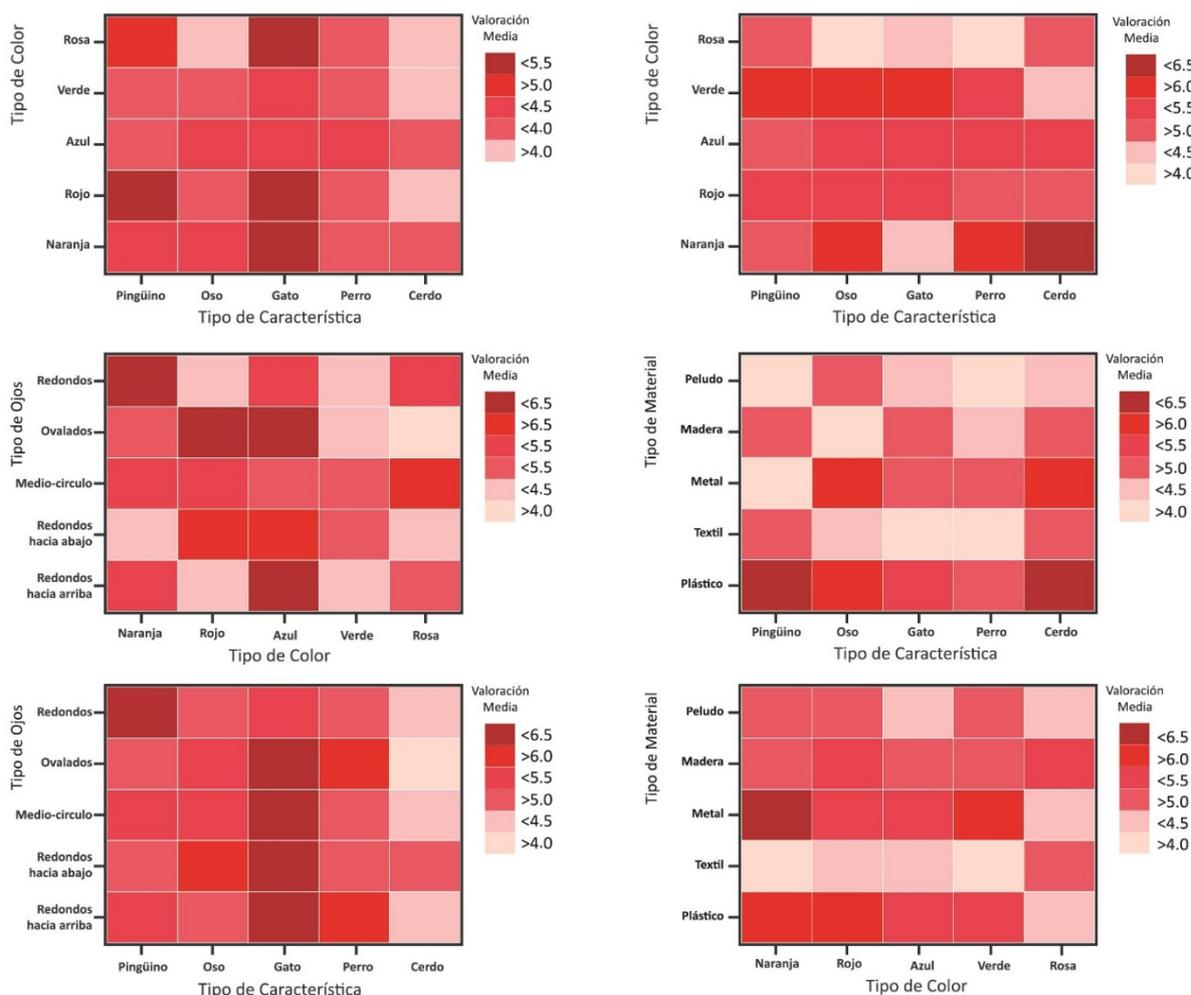


Figura 57. Valoraciones Medias por dimensiones de los Isotipos (izquierda) y los Juguetes (derecha).

Por otro lado se observó el comportamiento de la valoración por la posición. Aunque este análisis no es muy potente, ya que la posición de los estímulos no variaba durante la prueba, es interesante observar todos los posibles factores que influyeron en la valoración de los estímulos. La figura 58, muestra la valoración dentro de cada casilla para los isotipos y juguetes.

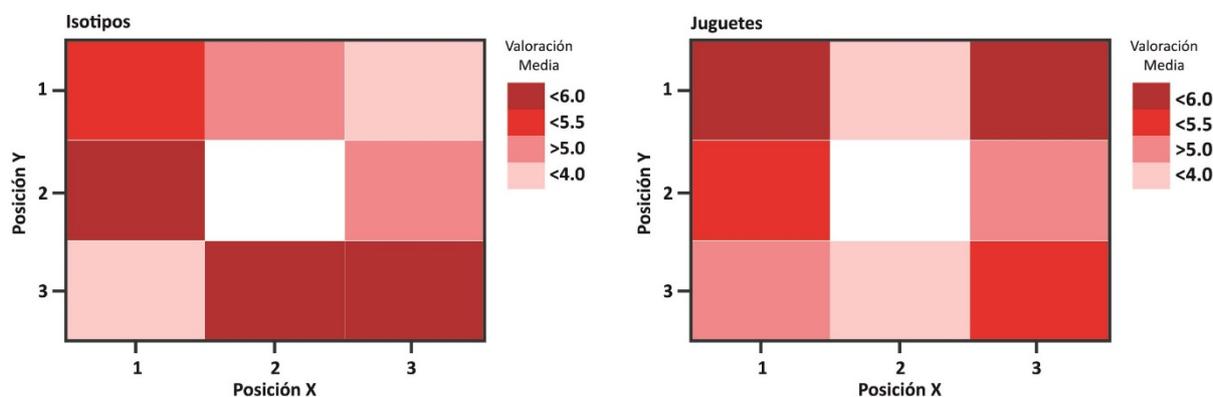


Figura 58. Valoraciones Medias para las posiciones de la plantilla de los Isotipos (derecha) y los Juguetes (izquierda).

Después de observar la estadística descriptiva, nos centraremos en realizar el análisis para observar la influencia que tiene una dimensión estética en la percepción de los participantes. Esta percepción subjetiva se contrastará con los resultados obtenidos para los datos de ET. Las variables a considerar en este análisis son: TTF y VC para isotipos y juguetes. Antes de iniciar cualquier análisis estadístico se realizó la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov para los datos obtenidos. La prueba mostró que los datos seguían una distribución normal.

El método que se utilizará para esta serie de pruebas es conocido como análisis de varianza factorial (factorial= más de un factor). Este sirve para evaluar el efecto individual y conjunto de dos o más factores (variables independientes categóricas) sobre una variable dependiente cuantitativa. El orden de los análisis será observar primero los efectos de la TTF y VC para isotipos y posteriormente para los juguetes.

El primer análisis que se realizó es el ANOVA univariante para la **variable dependiente TTF** de factores completos (género, característica, color y ojos) para los isotipos. Los resultados de la prueba se muestran en la tabla 35. El factor género ( $F=9.067$ ,  $p=0.003$ ) presenta un nivel de significación menor que el nivel crítico. También se observó que la interacción de color\*ojos ( $F=1.996$ ,  $p=0.011$ ) presenta un nivel de significación.

Para observar los efectos encontrados se observan las medias marginales de los valores con significación. El primero es el género que nos dice que los niños ( $M_{\text{niños}}=0.546$ ) miran más tiempo que las niñas ( $M_{\text{niñas}}=0.383$ ). El otro efecto encontrado fue para color\*ojos. En la figura 59, se describe mejor la interacción entre estos dos factores. Se puede observar como los ojos ovalados y redondos son los que mayores influencias presentan en los colores naranja, rojo y azul. En la gráfica se puede observar los demás valores para los detalles de los ojos de la variable TTF.

Tabla 35. ANOVA univariante para variable dependiente de TTF con las dimensiones de los isotipos.

Variabes a comparar con: Total de duración de la fijación.	Suma de Cuadrados	dF	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo de Correlación	66.346 <sup>a</sup>	127	0.522	1.342	0.012
Intercepción	103.519	1	103.519	265.987	0.000
Género	3.529	1	3.529	9.067	<b>0.003</b>
Característica	1.561	4	0.390	1.003	0.405
Color	1.375	4	0.344	0.883	0.473
Ojos	0.930	4	0.233	0.598	0.665
Género * Característica	1.367	4	0.342	0.878	0.477
Género * Color	0.874	4	0.219	0.562	0.691
Género * Ojos	0.183	4	0.046	0.118	0.976
Característica * Color	2.517	16	0.157	0.404	0.982
Característica * Ojos	6.482	16	0.405	1.041	0.410
Color * Ojos	12.429	16	0.777	1.996	<b>0.011</b>
Género * Característica * Color	3.210	16	0.201	0.515	0.940
Género * Característica * Ojos	3.794	16	0.237	0.609	0.878
Género * Color * Ojos	4.998	16	0.312	0.803	0.683
Característica * Color * Ojos	0.893	3	0.298	0.765	0.514
Género * Característica * Color * Ojos	0.502	3	0.167	0.430	0.732
Error	273.990	704	0.389		
Total	544.761	832			
Total de correlaciones	340.336	831			

<sup>a</sup> R<sup>2</sup>= 0.195 (Ajuste para R<sup>2</sup> = 0.05)

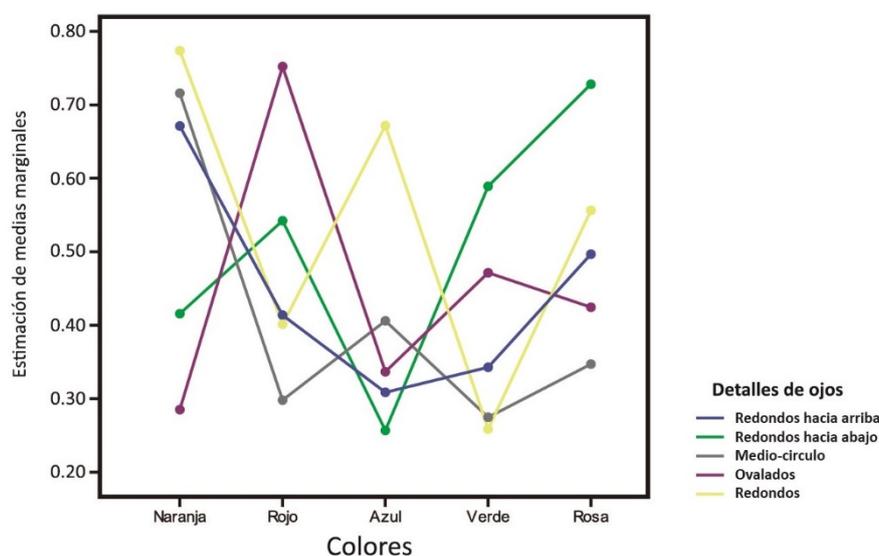


Figura 59. Estimación de medias marginales para Tipo de color frente a detalles de ojos para TTF.

El mismo análisis de ANOVA univariante se aplicó para la **variable dependiente VC** de factores completos (género, característica, color y ojos) para los isotipos. Los resultados de la prueba se muestran en la tabla 36. Se observa que las interacciones de los factores género\*característica (F=3.856, p=0.04), género\*color (F=2.388, p=0.050), característica\*ojos (F=1.902, p=0.018), color\*ojos (F=7.349, p>0.000) presentan un nivel menor que el nivel crítico (p=0.05).

Tabla 36. ANOVA univariante para variable dependiente de VC con las dimensiones de los isotipos.

Variables a comparar con: Número de visitas	Suma de Cuadrados	dF	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo de Correlación	406.827 <sup>a</sup>	127	3.203	1.616	0.000
Intercepción	914.582	1	914.582	461.460	0.000
Género	1.313	1	1.313	0.663	0.416
Característica	7.492	4	1.873	0.945	0.437
Color	15.866	4	3.966	2.001	0.093
Ojos	5.184	4	1.296	.654	0.624
Género* Característica	30.573	4	7.643	3.856	<b>0.004</b>
Género * Color	18.932	4	4.733	2.388	<b>0.050</b>
Género * Ojos	6.302	4	1.576	0.795	0.529
Característica * Color	17.839	16	1.115	0.563	0.912
Característica * Ojos	60.304	16	3.769	1.902	<b>0.018</b>
Color * Ojos	117.590	16	7.349	3.708	<b>0.000</b>
Género * Característica * color	21.308	16	1.332	0.672	0.823
Género * Característica * Ojos	25.219	16	1.576	0.795	0.692
Género * color * Ojos	32.136	16	2.008	1.013	0.440
Característica * Color * Ojos	1.622	3	0.541	0.273	0.845
Género * Característica * Color * Ojos	0.184	3	0.061	0.031	0.993
Error	1395.278	704	1.982		
Total	3345.000	832			
Total de correlaciones	1802.105	831			

<sup>a</sup> R<sup>2</sup>= .226 (Ajuste para R<sup>2</sup> = 0.086)

Los efectos encontrados en el análisis ANOVA con la variable VC para las interacciones con nivel de significación con el factor género, se describirán gráficamente en la figura 60. En las medias marginales para el género\*características, se observa que los niños tienden a un comportamiento de menos visitas a los personajes, con excepción del pingüino, la cuál cambia la tendencia. Para el género\*color se observa que las niñas realizan mayores visitas a los colores naranja y rosa, aunque la tendencia cambia con el color rojo.

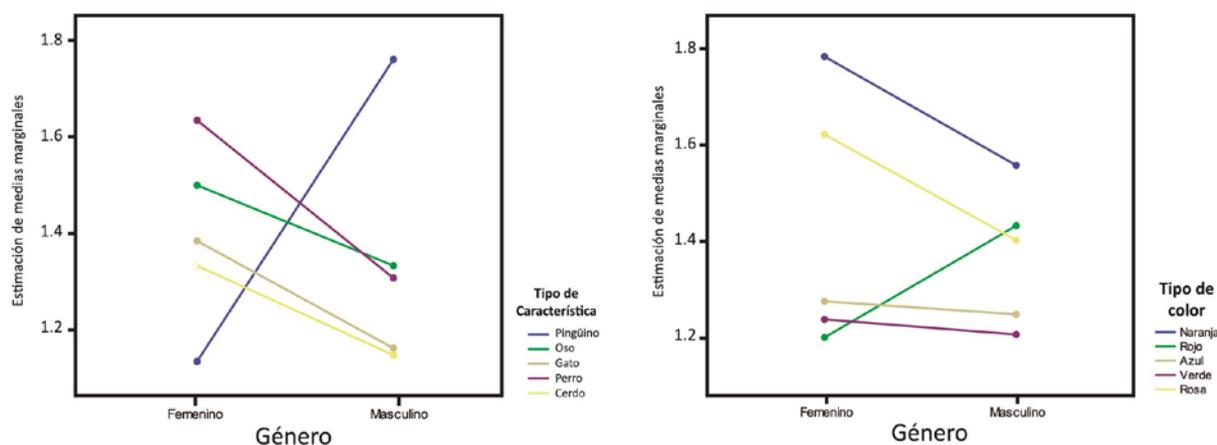


Figura 60. Medias marginales para género con características (izquierda) y color (derecha) con la variable VC.

Otros dos factores que tuvieron una interacción con significación fueron características y color, estos se describirán gráficamente en la figura 61. Las medias marginales para la interacción de características\*ojos describe que el detalle de los ojos influyó en cambios de tendencia para gato, perro

y pingüino. Para ojos\*color se observa el mismo efecto, cómo el color hace que las vistas varíen constantemente para medio círculo, ovalados y redondos.

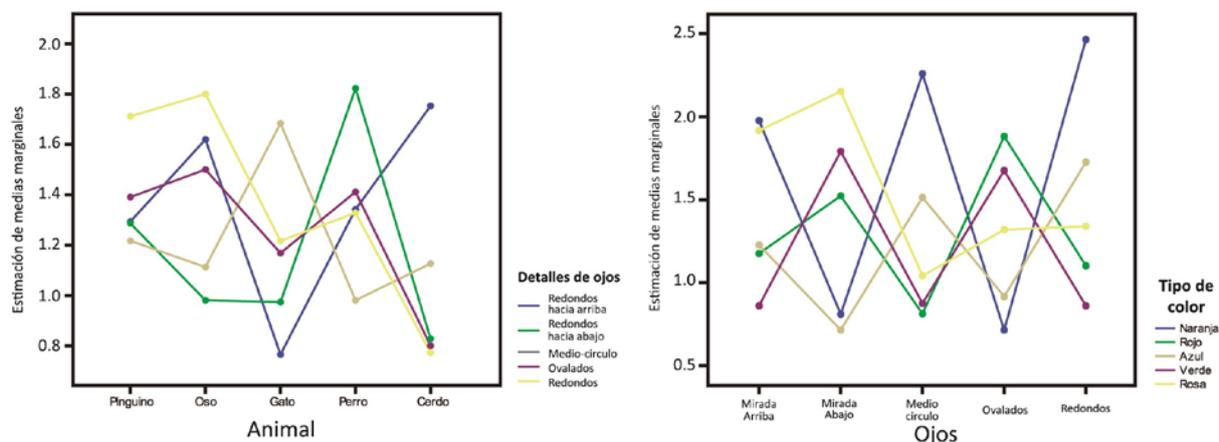


Figura 61. Medias marginales para características\*animal (izquierda) y Ojos\*color (derecha) con la variable VC.

A continuación se presentará el análisis ANOVA univariante para los juguetes para la **variable dependiente TTF** de factores completos (género, característica, color y material) para **juguetes**. Los resultados de la prueba se muestran en la tabla 37.

Tabla 37. ANOVA univariante para variable dependiente de TTF con las dimensiones de los juguetes.

Variables a comprar con: Total de duración de la fijación.	Suma de Cuadrados	dF	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo de Correlación	134.134 <sup>a</sup>	111	1.208	1.135	0.178
Intercepción	229.681	1	229.681	215.655	0.000
Género	2.324	1	2.324	2.182	0.140
Característica	8.836	4	2.209	2.074	0.082
Color	2.919	4	0.730	0.685	0.602
Material	10.484	4	2.621	2.461	<b>0.044</b>
Género* Característica	6.866	4	1.717	1.612	0.169
Género * Color	4.083	4	1.021	0.958	0.430
Género * Material	1.611	4	0.403	0.378	0.824
Característica * Color	9.221	14	0.659	0.618	0.851
Característica * Material	10.373	11	0.943	0.885	0.554
Color * Material	9.385	13	0.722	0.678	0.786
Género * Característica * Color	8.048	14	0.575	0.540	0.910
Género * Característica * Material	6.401	11	0.582	0.546	0.872
Género * Color * Material	7.069	13	0.544	0.511	0.919
Característica * Color * Material	2.467	2	1.234	1.158	0.315
Género * Característica * Color * Material	1.072	2	0.536	0.503	0.605
Error	775.349	728	1.065		
Total	1309.821	840			
Total de correlaciones	909.483	839			

<sup>a</sup> R<sup>2</sup>= .147 (Ajuste para R<sup>2</sup> = 0.017)

Los resultados muestran que el factor material (F=2.461, p=0.044) presenta un nivel de significación. Las medias marginales de este factor describen los segundos invertidos en los materiales: descendientemente se observa que el metal (M<sub>metal</sub>=0.898) es el más visto, posteriormente peludo (M<sub>peludo</sub>=0.696) y plástico (M<sub>plástico</sub>=0.604). Finalmente esta la madera (M<sub>madera</sub>=0.555) y el textil (M<sub>textil</sub>=0.498).

El último análisis a realizar para este apartado es el ANOVA univariante para los juguetes para la **variable dependiente VC** de factores completos (género, característica, color y material) para **juguetes**. Los resultados de la prueba se muestran en la tabla 38.

Tabla 38. ANOVA univariante para variable dependiente de VC con las dimensiones de los juguetes.

VARIABLES A COMPRAR CON: NÚMERO DE VISITAS	SUMA DE CUADRADOS	df	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo de Correlación	862.232 <sup>a</sup>	111	7.768	0.997	0.495
Intercepción	1672.517	1	1672.517	214.597	0.000
Género	34.401	1	34.401	4.414	<b>0.036</b>
Característica	22.289	4	5.572	0.715	0.582
Color	46.938	4	11.734	1.506	0.199
Material	20.304	4	5.076	0.651	0.626
Género* Característica	28.617	4	7.154	0.918	0.453
Género * Color	24.328	4	6.082	0.780	0.538
Género * Material	4.951	4	1.238	0.159	0.959
Característica * Color	71.018	14	5.073	0.651	0.823
Característica * Material	79.678	11	7.243	0.929	0.511
Color * Material	51.721	13	3.979	0.510	0.919
Género * Característica * Color	28.328	14	2.023	0.260	0.997
Género * Característica * Material	18.984	11	1.726	0.221	0.996
Género * Color * Material	15.933	13	1.226	0.157	1.000
Característica * Color * Material	12.771	2	6.386	0.819	0.441
Género * Característica * Color * Material	9.076	2	4.538	0.582	0.559
Error	5673.864	728	7.794		
Total	9508.000	840			
Total de correlaciones	6536.095	839			

<sup>a</sup> R<sup>2</sup>= .132 (Ajuste para R<sup>2</sup> = 0.000)

Los resultados muestran que el factor género (F=4.414, p=0.036) presenta un nivel de significación. Las medias marginales de este factor describen que los niños (M<sub>masculino</sub>= 2.023) realizan más visitas que las niñas (M<sub>femenino</sub>= 1.491).

### 6.3.6.3 Resultados para la valoración con influencia de la elección.

En este último apartado de resultados se realizará un análisis para observar la influencia de la elección en las dimensiones utilizadas en los estímulos. Se utilizará el método estadístico de análisis de varianzas factorial (factorial= más de un factor) como en los análisis anteriores. Primero se observarán los resultados para los isotipos, posteriormente los resultados para los juguetes.

El primer análisis realizado es el ANOVA univariante para la **variable dependiente TTF** con dos niveles de interacción de factores (género, característica, color, ojos y elección) para los **isotipos**. Los resultados de la prueba se muestran en la tabla 39. Para el primer nivel de factores, se puede observar que el factor género (F=9.067, p=0.003) ya presentaba un nivel de significación en el primer análisis. Sin embargo para el factor característica (F=2.608, p=0.035) ha cambiado su nivel por debajo del nivel crítico (p=0.05). El factor elección presenta (F=187.984, p>0.000) un nivel de significación como se esperaba. Para el segundo nivel de factores, se puede observar que la interacción género\*característica (F=2.454, p=0.045), género\*color (F=2.870, p=0.022) y la interacción característica\*elección (F=3.362, p=0.010) presentan un nivel de significación.

Para observar los efectos encontrados con los niveles de significación se revisarán los valores de las medias marginales para el primer y segundo nivel de factores. Para el factor género ya se había

mencionado en el análisis anterior. El factor que ha cambiado es característica el cual nos dice que las medias más observadas son pingüino ( $M_{\text{pingüino}}=0.802$ ), oso ( $M_{\text{oso}}=0.731$ ) y perro ( $M_{\text{perro}}=0.723$ ) mientras que las menos observadas son gato ( $M_{\text{gato}}=0.689$ ) y cerdo ( $M_{\text{cerdo}}=0.570$ ). El factor elección se describe por sus medias como la elección ( $M_{\text{elección}}=1.425$ ) es más observada que la no elección ( $M_{\text{noelección}}=0.338$ ).

Tabla 39. ANOVA univariante para variable dependiente de TTF con las dimensiones estéticas y la elección por ET para isotipos.

Variables a comparar con: Total de duración de la fijación.	Suma de Cuadrados	dF	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo de Correlación	196.637 <sup>a</sup>	193	1.019	4.523	0.000
Intercepción	134.126	1	134.126	595.499	0.000
Género	2.034	1	2.034	9.029	<b>0.003</b>
Característica	2.350	4	0.587	2.608	<b>0.035</b>
Color	1.298	4	0.325	1.441	0.219
Ojos	1.535	4	0.384	1.704	0.147
Elección	42.340	1	42.340	187.984	<b>0.000</b>
Género* Característica	2.211	4	0.553	2.454	<b>0.045</b>
Género * Color	2.586	4	0.647	2.870	<b>0.022</b>
Género * Ojos	1.930	4	0.482	2.142	0.074
Género*Elección	0.465	1	0.465	2.065	0.151
Característica * Color	1.646	16	0.103	0.457	0.966
Característica * Ojos	3.532	16	0.221	0.980	0.477
Característica * Elección	3.029	4	0.757	3.362	<b>0.010</b>
Color*Ojos	5.581	16	0.349	1.549	0.078
Color*Elección	0.398	4	0.100	0.442	0.778
Ojos*Elección	0.889	4	0.222	0.987	0.414
Error	143.699	638	0.225		
Total	544.761	832			
Total de correlaciones	340.336	831			

<sup>a</sup>  $R^2 = 0.578$  (Ajuste para  $R^2 = 0.450$ )

Para observar los efectos encontrados con los niveles de significación del segundo nivel de factores se describen gráficamente en la figura 62. Para la interacción del género con la característica y el color. En el lado izquierdo se puede observar como la tendencia es mayor en los niños, y se ve un cambio en la característica de pingüino. En el lado derecho se puede ver el mismo efecto, donde la tendencia es similar, excepto con los colores rosa y verde.

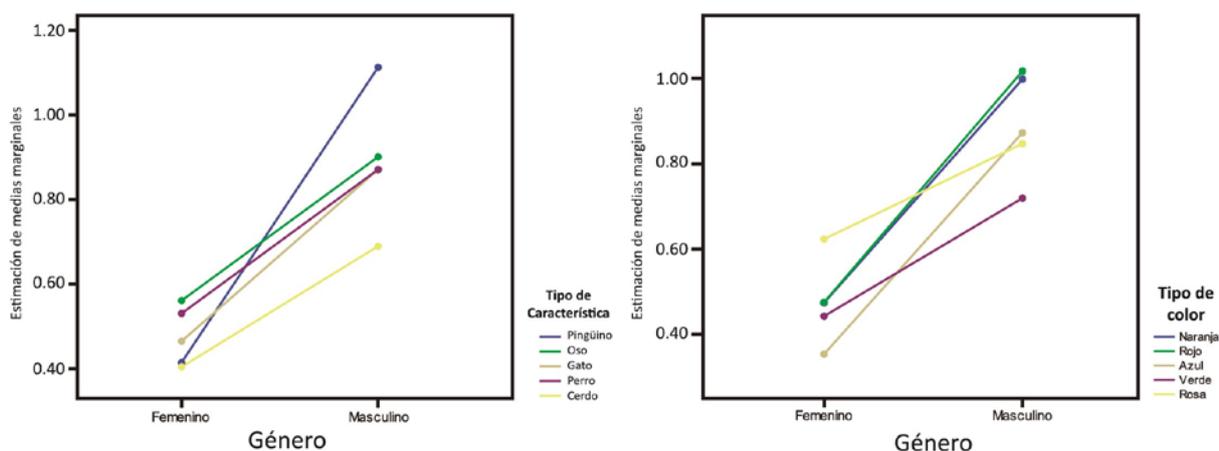


Figura 62. Medias marginales para la influencia de la elección en el género\*característica (izquierda) y género\*color (derecha) con la variable TTF.

La exploración de las medias marginales para TTF de los isotipos termina con el factor característica\*elección. En la figura 63, se observa como la elección presenta un valor de TTF mayor que la no elección para la característica. La tendencia cambia para la característica de cerdo.

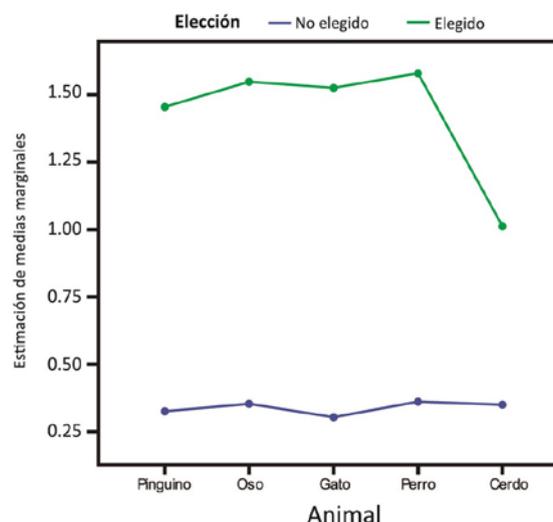


Figura 63. Medias marginales para la influencia de la elección en la característica para la variable TTF.

El segundo análisis realizado es el ANOVA univariante para la **variable dependiente VC** para dos niveles de factores (género, característica, color, ojos y elección) para los isotipos. Los resultados de la prueba se muestran en la tabla 40. Para el primer nivel de factores, se puede observar que el factor característica ( $F=2.389$ ,  $p=0.050$ ) y factor elección ( $F=17.299$ ,  $p>0.000$ ) presentan un nivel de significación. Para el segundo nivel de factores, se puede observar que la interacción género\*característica ( $F=4.002$ ,  $p=0.003$ ), característica\*elección ( $F=2.891$ ,  $p=0.022$ ) y color\*ojos ( $F=2.660$ ,  $p>0.000$ ) presentan un nivel de significación.

Tabla 40. ANOVA univariante para variable dependiente de VC con las dimensiones estéticas y la elección por ET para isotipos.

Variables a comparar con: Número de visitas	Suma de Cuadrados	dF	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo de Correlación	649.876 <sup>a</sup>	193	3.367	1.864	0.000
Intercepción	548.305	1	548.305	303.602	0.000
Género	0.003	1	0.003	0.002	0.967
Característica	17.258	4	4.314	2.389	<b>0.050</b>
Color	8.171	4	2.043	1.131	0.341
Ojos	8.544	4	2.136	1.183	0.317
Elección	31.243	1	31.243	17.299	<b>0.000</b>
Género* Característica	12.797	4	3.199	1.771	0.133
Género * Color	28.911	4	7.228	4.002	<b>0.003</b>
Género * Ojos	6.643	4	1.661	0.920	0.452
Género*Elección	1.447	1	1.447	0.801	0.371
Característica * Color	23.980	16	1.499	0.830	0.652
Característica * Ojos	41.593	16	2.600	1.439	0.117
Característica * Elección	20.885	4	5.221	2.891	<b>0.022</b>
Color*Ojos	76.865	16	4.804	2.660	<b>0.000</b>
Color*Elección	3.558	4	0.890	0.493	0.741
Ojos*Elección	7.293	4	1.823	1.010	0.402
Error	1152.228	638	1.806		
Total	3345.000	832			
Total de correlaciones	1802.105	831			

<sup>a</sup>  $R^2= 0.361$  (Ajuste para  $R^2 = 0.161$ )

Para observar los efectos encontrados con los niveles de significación se revisarán los valores de las medias marginales para el primer y segundo nivel de factores. Las medias marginales de características nos dicen que perro ( $M_{\text{perro}}=1.740$ ) y pingüino ( $M_{\text{pingüino}}=1.739$ ) se visitan más que oso ( $M_{\text{oso}}=1.593$ ), gato ( $M_{\text{gato}}=1.543$ ) y cerdo ( $M_{\text{cerdo}}=1.363$ ). Para el factor elección las medias marginales nos dicen que la elección ( $M_{\text{elección}}=2.318$ ) es vista casi el doble de veces que la no elección ( $M_{\text{noelección}}=1.234$ ).

Para observar los efectos encontrados con los niveles de significación del segundo nivel de factores se describen gráficamente en las siguientes figuras. En la figura 64, presenta la interacción de género\*color donde se observa que las medias marginales para las visitas de los niños son mayores con excepción del color verde.

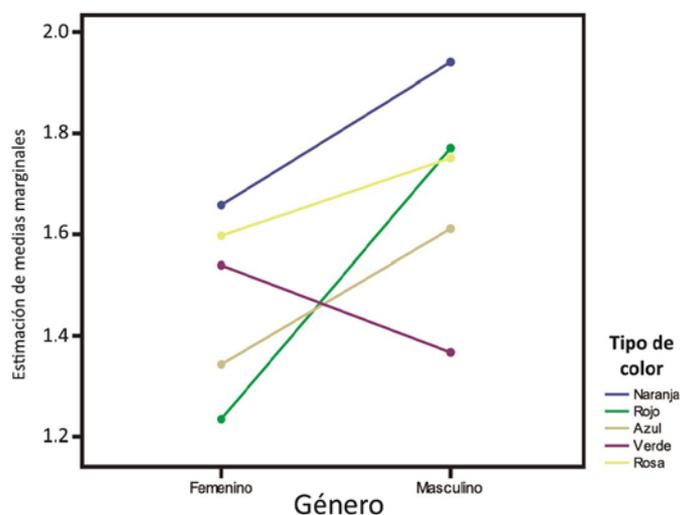


Figura 64. Medias marginales para la influencia de la elección en el género\*color para la variable VC.

Otro de los efectos encontrados entre los factores es para color\*ojos. En la figura 65, se presenta la interacción donde se observa que las medias marginales describen los colores naranja, rojo y rosa como más influyentes en las visitas para el tipo de ojos.

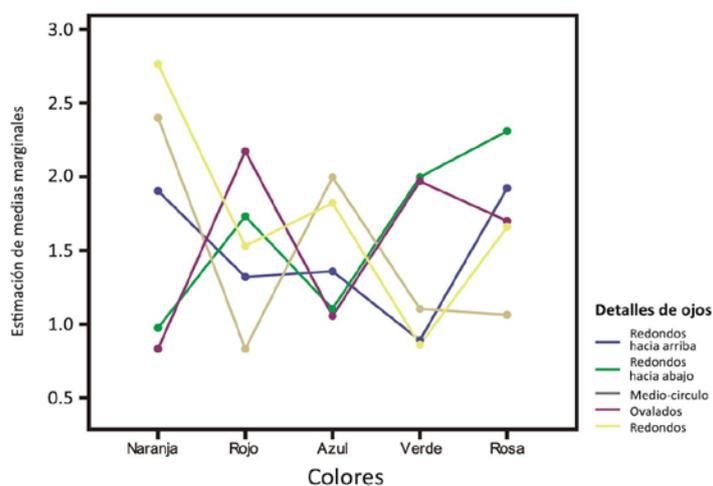


Figura 65. Medias marginales para la influencia de la elección en el color\*ojos para la variable VC.

El ultimo efecto encontrado para la interacción de característica\*elección para la variable VC. La figura 66, presenta el resultado de cómo las visitas marcan una diferencia en pingüino y perro en la elección. Mientras que la no elección las medias de visitas son más cercanas.

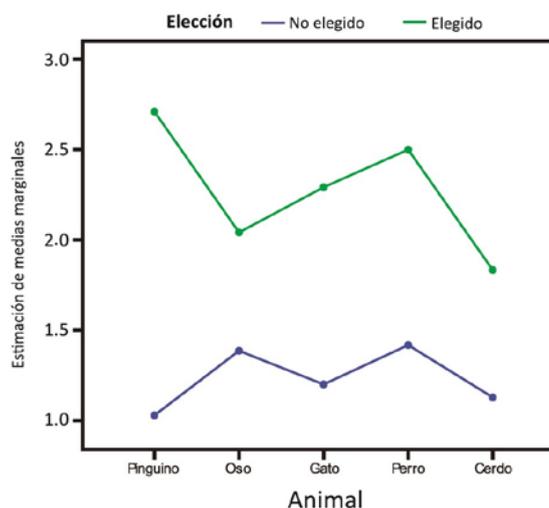


Figura 66. Medias marginales para la influencia de la elección en la característica para la variable VC.

A continuación se realizará el primer análisis realizado es el ANOVA univariante para la **variable dependiente TTF** para dos niveles de factores (género, característica, color, ojos y elección) para los **juguets**. Los resultados de la prueba se muestran en la tabla 41.

Tabla 41. ANOVA univariante para variable dependiente de TTF con las dimensiones estéticas y la elección por ET para juguetes.

Variables a comparar con: Total de duración de la fijación.	Suma de Cuadrados	dF	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo de Correlación	424.401 <sup>a</sup>	176	2.411	3.296	0.000
Intercepción	237.870	1	237.870	325.116	0.000
Género	0.086	1	0.086	0.118	0.732
Característica	7.578	4	1.895	2.589	<b>0.036</b>
Color	6.143	4	1.536	2.099	0.079
Material	16.156	4	4.039	5.520	<b>0.000</b>
Elección	74.949	1	74.949	102.439	<b>0.000</b>
Género* Característica	1.840	4	0.460	0.629	0.642
Género * Color	1.000	4	0.250	0.342	0.850
Género * Material	2.484	4	0.621	0.849	0.495
Género*Elección	0.025	1	0.025	0.034	0.854
Característica * Color	12.707	14	0.908	1.241	0.241
Característica * Material	7.945	11	0.722	0.987	0.456
Característica * Elección	5.957	4	1.489	2.036	0.088
Color*Material	4.288	13	0.330	0.451	0.950
Color*Elección	8.467	4	2.117	2.893	<b>0.022</b>
Material*Elección	10.214	4	2.554	3.490	<b>0.008</b>
Error	485.082	663	0.732		
Total	1309.821	840			
Total de correlaciones	909.483	839			

<sup>a</sup> R<sup>2</sup>= 0.467 (Ajuste para R<sup>2</sup> = 0.325)

Para el primer nivel de factores, se puede observar que el factor característica ( $F=1.895$ ,  $p=0.036$ ), factor material ( $F=5.520$ ,  $p>0.000$ ) y factor elección ( $F=102.439$ ,  $p>0.000$ ) presentan un nivel de significación. Para el segundo nivel de factores, se puede observar que la interacción color\*elección ( $F=2.893$ ,  $p=0.022$ ) y material\*elección ( $F=3.490$ ,  $p=0.008$ ) también presentan un nivel de significación.

Para observar los efectos encontrados con los niveles de significación se revisarán los valores de las medias marginales para el primer y segundo nivel de factores. Las medias marginales para el primer nivel de factores se describen como; para características nos dice que el perro ( $M_{\text{perro}}=1.315$ ), cerdo ( $M_{\text{cerdo}}=1.165$ ) y gato ( $M_{\text{gato}}=1.009$ ) se miran más que pingüino y ( $M_{\text{pingüino}}=0.937$ ) y oso ( $M_{\text{oso}}=0.578$ ). Las medias marginales para el factor material nos dice que el metal ( $M_{\text{metal}}=1.359$ ) y peludo ( $M_{\text{peludo}}=1.165$ ) se observan más que plástico ( $M_{\text{plástico}}=0.921$ ), madera ( $M_{\text{madera}}=0.914$ ) y textil ( $M_{\text{textil}}=0.514$ ). Para el factor elección nos dice que la elección ( $M_{\text{elección}}=1.965$ ) se mira más que la no elección ( $M_{\text{noelección}}=0.477$ ).

Para observar los efectos encontrados con los niveles de significación del segundo nivel de factores se describen gráficamente en la figura 67. Se puede observar en las dos graficas como la elección fue influida por los colores como rojo y azul, y también el material como metal, peludo y plástico, aquí se observa un cambio de tendencia para el material textil.

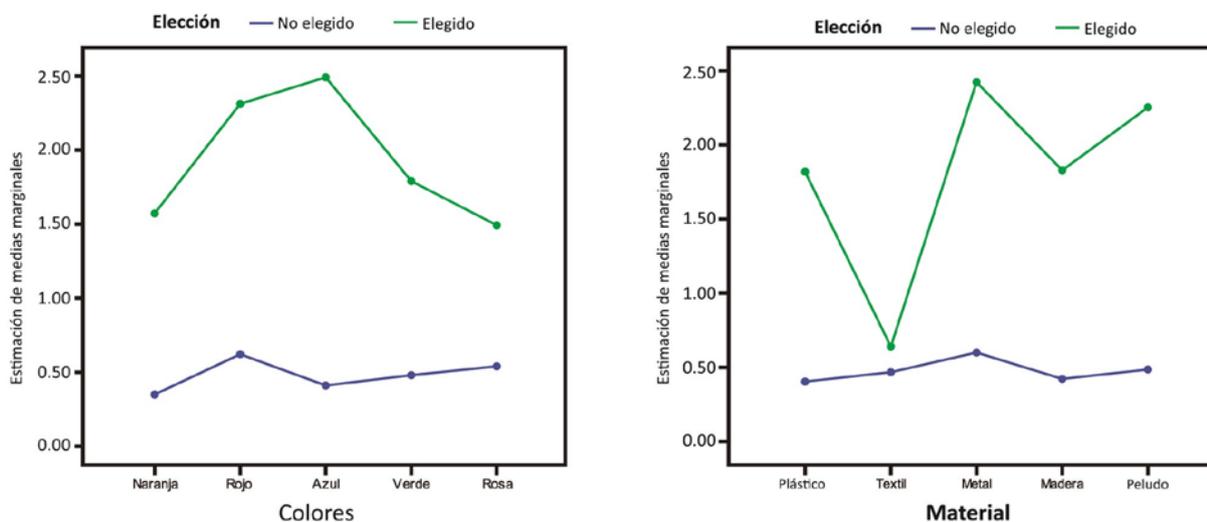


Figura 67. Medias marginales para la influencia de la elección en el color\*elección (izquierda) y material\*elección (derecha) con la variable TTF.

Los análisis con el factor elección finalizan con el ANOVA univariante para la **variable dependiente VC** para dos niveles de factores (género, característica, color, ojos y elección) para los **juguets**. Los resultados de la prueba se muestran en la tabla 41. Para el primer nivel de factores, se puede observar que el factor material ( $F=2.843$ ,  $p=0.023$ ) y el factor ( $F=22.798$ ,  $p>0.000$ ) presentan un nivel de significación. Para el segundo nivel de factores, se puede observar que la interacción de color\*elección ( $F=3.145$ ,  $p=0.014$ ) y material\*elección ( $F=2.653$ ,  $p=0.032$ ) presentan un nivel de significación.

Para observar los efectos encontrados con los niveles de significación se revisarán los valores de las medias marginales para el primer y segundo nivel de factores. Las medias marginales para el primer nivel nos dicen que en el factor Material como peludo ( $M_{\text{peludo}}=3.152$ ) y metal ( $M_{\text{metal}}=2.693$ ) reciben muchas más visitas que Madera ( $M_{\text{madera}}=1.952$ ), plástico ( $M_{\text{plástico}}=1.780$ ) y textil ( $M_{\text{textil}}=1.692$ ). Para el

factor elección se observa que la elección ( $M_{elección}=3.496$ ) supera por el doble a la no elección ( $M_{noelección}=1.539$ ).

Tabla 42. ANOVA univariante para variable dependiente de VC con las dimensiones estéticas y la elección por ET para juguetes.

Variables a comparar con: Número de visitas.	Suma de Cuadrados	dF	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo de Correlación	1861.208 <sup>a</sup>	176	10.575	1.500	0.000
Intercepción	1149.279	1	1149.279	162.993	0.000
Género	4.921	1	4.921	0.698	0.404
Característica	14.805	4	3.701	0.525	0.717
Color	56.941	4	14.235	2.019	0.090
Material	80.172	4	20.043	2.843	<b>0.023</b>
Elección	160.755	1	160.755	22.798	<b>0.000</b>
Género* Característica	12.706	4	3.176	0.450	0.772
Género * Color	9.327	4	2.332	0.331	0.857
Género * Material	21.681	4	5.420	0.769	0.546
Género*Elección	.399	1	.399	0.057	0.812
Característica * Color	42.426	14	3.030	0.430	0.965
Característica * Material	29.037	11	2.640	0.374	0.966
Característica * Elección	5.800	4	1.450	0.206	0.935
Color*Material	102.112	13	7.855	1.114	0.343
Color*Elección	88.694	4	22.173	3.145	<b>0.014</b>
Material*Elección	74.823	4	18.706	2.653	<b>0.032</b>
Error	4674.887	663	7.051		
Total	9508.000	840			
Total de correlaciones	6536.095	839			

<sup>a</sup> R<sup>2</sup>= 0.285(Ajuste para R<sup>2</sup> = 0.095)

Se observan los efectos encontrados con los niveles de significación del segundo nivel de factores se describen gráficamente en la figura 68. Se puede observar que existe una similitud de resultado con la variable TTF. Para la variable VC la elección como factor afecta al color, como por ejemplo el azul, naranja y rojo. En el caso del factor material, se aprecia cómo las visitas fueron mayores en la elección para peludo y metal.

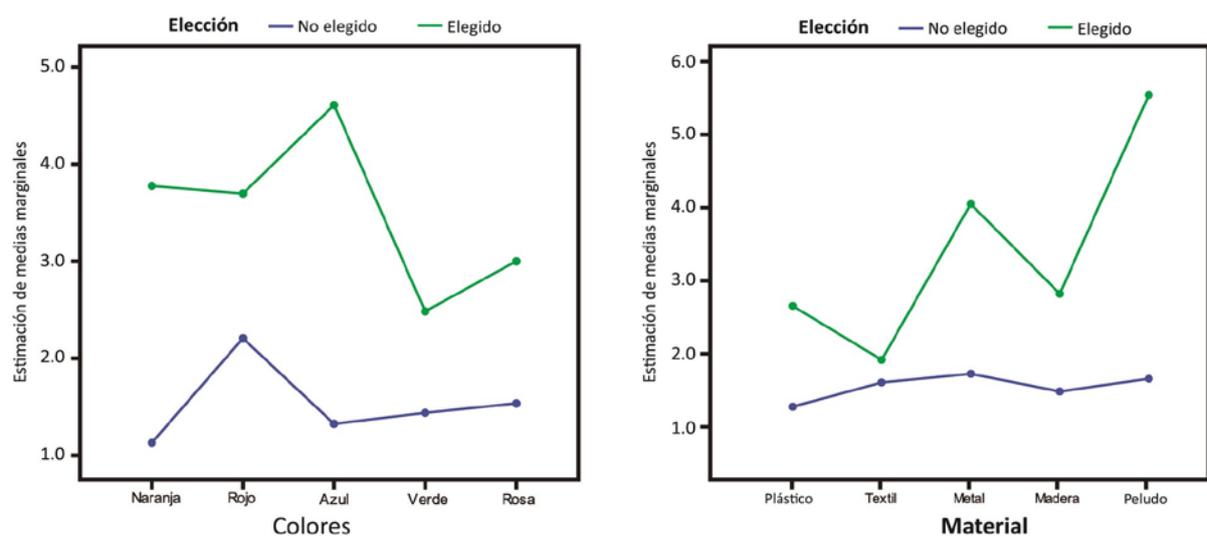


Figura 68. Medias marginales para la influencia de la elección en el color\*elección (izquierda) y material\*elección (derecha) con la variable VC.

### 6.3.7 Discusión y Conclusiones.

Los resultados obtenidos darán respuesta a los objetivos específicos C y D en el capítulo final de la tesis. En este tercer experimento se hallaron una serie de resultados sobresalientes siguiendo la base del experimento de Glaholt y Reingold (2009). Con este experimento se replanteó el uso de los datos de *Eye-tracking* para entender el comportamiento de la muestra utilizada. El uso de niños (7-12 años) agregó un valor añadido a los resultados obtenidos por dos razones: primero, no hay certeza si son capaces de externalizar correctamente su valoración subjetiva. Segundo, la manera de observar un estímulo fue más natural que con adultos. Un dato de comportamiento observado durante la realización de la segunda parte del protocolo fue observar cómo los niños centraban su visión en el número de la escala para poder valorar los isotipos o lo juguetes.

El resultado obtenido del método de análisis de la visión de Glaholt y Reingold (2009) reveló una manera de medir objetivamente la atención o interés de un producto en particular entre múltiples opciones. Este resultado habla por sí solo, al puntualizar que entre varios elementos, la visión inconscientemente de los niños va indicando cuáles son las posibles opciones y la elección que más gustó. La distribución de *alternative force-choice* recrea una actividad que comúnmente se realiza hoy en día (mirar páginas de venta online, escaparates o catálogos). El resultado obtenido se comprobó con dos casos, elementos bidimensionales y elementos tridimensionales. En ambos casos, la visión ilustró un elemento destacado hasta 1,5 segundos antes de elegir conscientemente un elemento.

Para observar el resultado de la valoración consciente de los niños hacia los isotipos o juguetes, los análisis ANOVA de factores valieron para entender qué dimensiones estéticas fueron las más predominantes. Estos análisis se realizaron a partir de las variables cifradas de la visión sin procesar (tiempo total de duración de la fijación y del número de visitas). Adicionalmente, también se observó el género como un factor dentro de los análisis.

Para el caso de los isotipos, con la variable cifrada de tiempo total de duración de la fijación, la preferencia fue influenciada por el color para interacciones con los ojos de los animales. El género marcó una influencia también, ya que los niños miraron más tiempo que las niñas. Para la variable de número de visitas, la interacción entre factores como la característica fue predominante los ojos y el color, ya que los animales pingüino, oso y perro fueron los más visitados. Aquí también el género marca una diferencia. Las niñas visitaron más las características que los niños, pero los niños visitaron más en base a los colores.

Para el caso de los juguetes, la preferencia fue mucho más puntual, ya que solo fue determinante un factor en la preferencia. Con la variable cifrada como total de duración de la fijación, la preferencia fue influenciada por el tipo de material de los juguetes. Para la variable de número de visitas, la preferencia fue distinta entre género, ya que los niños visitaron más los juguetes que las niñas. De manera general estos análisis revelan la influencia de las dimensiones estéticas. Como Van Kesteren (2008), Karana et al. (2008) y Danovitch y Mills (2014) explicaban, las características de un producto son determinantes para afinidad con los participantes.

Posteriormente, una última serie de análisis fueron realizados para observar la influencia de la elección, extraída de la prueba de 8-AFC, y valoración de las dimensiones estéticas utilizadas para los isotipos y juguetes. Para el caso de los isotipos, con la variable de total de duración de la fijación, la elección en relación a la preferencia se ve influencia de por las características. El pingüino, oso y perro son más observados que el gato y cerdo. La elección principalmente está marcada por el género, ya que los niños aportaron mayor tiempo de fijación para las características y el color de los mismos. La variable de total

de duración de la fijación nos dice que para la elección se tomó  $M_{\text{elegido}}=1.425$  segundos observando, mientras que los no elegidos fue de  $M_{\text{noelegido}}=0.338$  segundos. Con la variable de número de visitas, la elección en relación a la preferencia se ve influenciada por las características, con el mismo resultado que la variable de fijación. La elección para el número de visitas también está marcada por el género, ya que los niños aportan más visitas a factores como el color y los ojos. La variable de número de visitas nos dice que para la elección se tomó  $M_{\text{elegido}}=2.318$  veces más que los no elegidos  $M_{\text{noelegido}}=1.234$ .

Para el caso de los juguetes, con la variable de tiempo total de duración de fijación, la elección en relación con la preferencia se ve influencia por las características. El perro, cerdo y gatos son más observados que el pingüino y el oso. El material también tuvo influencia, el metal y peludo fueron más observados que el plástico, madera y textil. Pero la interacción de colores y material fue aún más determinante. La variable de total de duración de la fijación nos dice que para la elección, los niños se tomaron  $M_{\text{elegido}}=1.965$  segundos, mientras que para los no elegidos fueron  $M_{\text{noelegido}}=0.477$  segundos. Con la variable de número de visitas, la elección en relación a la preferencia se ve influenciada por los materiales, el metal y peludo fueron los más visitas que los otros. Al igual que para la variable anterior la interacción de colores y material fue determinante para la elección. La variable de número de visitas nos dice que para la elección se realizaron de  $M_{\text{elegido}}=3.496$  veces más que para los no elegidos  $M_{\text{noelegido}}=1.539$ .

En términos globales con los resultados obtenidos tenemos una evaluación subjetiva y objetiva de la preferencia y la elección de productos. Los resultados obtenidos por la herramienta de Eye-tracking revelaron información notable sobre los elementos estéticos más atractivos. Sin duda uno de los resultados más relevantes se encuentra en el comportamiento de la visión de los niños y las niñas. Tanto para tiempo de fijación como para visitas tuvieron una manera particular de realizar la tarea. También, particularmente elementos como color, material y característica influyeron.

En conclusión, el método de 8-AFC con *Eye-tracking* es extrapolable para evaluar una serie de productos y observar cuáles de ellos son los más atractivos. La evaluación objetiva apoyada por alguna evaluación subjetiva completa un método relevante para la práctica e investigación del diseño.



## 6.4 Potenciales Evocados y Seguimiento de la mirada: la percepción de envases de comida saludable.

El último experimento, aplica una nueva herramienta con un grado mayor de complejidad. La técnica de potenciales de eventos relacionados (ERP) se eligió como otra herramienta de gran impacto para entender la percepción instintiva y objetiva de un producto. La capacidad que tiene de demostrar la comprensión del concepto semántico de un objeto, hace que esta técnica sea muy atractiva en las disciplinas que utilizan los conceptos semánticos implícitos.

Para este experimento se combinan conceptualmente propiedades de DS y la utilización de ET para complementar la medición. Los ERPs se enfocan en capturar el procesamiento semántico de los estímulos elegidos. Los estímulos elegidos en este caso son empaques de comida saludable con características muy similares. La razón principal de esta elección se debe a que los empaques elegidos comparten muchos elementos gráficos similares, lo cual complica su valoración objetiva para compararlos entre ellos.

La muestra utilizada en este experimento son 28 participantes. La metodología propuesta se centra en la estructura, tiempo de exposición y orden de aparición de los estímulos de los ERPs. Además, se aplica el ET para poder capturar los elementos visuales que más observaron. La finalidad de este experimento es demostrar la capacidad que tienen esta nueva herramienta para aportar nuevos datos a una evaluación objetiva (medida fisiológica) junto con el ET y los DS.

### 6.4.1 Revisión de trabajos previos.

La necesidad de respuestas para múltiples problemáticas en diseñar productos, ha hecho que se integren nuevas tecnologías nunca antes usadas en esta área. La decisión de compra o adquisición, es un tema complejo que muchas disciplinas quieren resolver. Muchas decisiones son tomadas por la influencia de un elemento gráfico, un empaque o una frase que determina si es un buen producto o no lo es (Rettie & Brewer, 2000; Underwood, 2001). En la práctica del diseño gráfico, producto y publicidad siempre se busca resaltar los mejores atributos de un producto.

Los consumidores y usuarios buscan función, calidad y precio. Sin embargo, esas sistemáticas decisiones se ven afectadas por aspectos emocionales significativos cuando decidimos lo que queremos obtener (Lai, Lin, Yeh, & Wei, 2006). Fácilmente, los aspectos emocionales son evocados por elementos visuales y verbales que acompañan a los productos (Doyle & Bottomley, 2006; Viswanathan, Torelli, Xia, & Gau, 2009).

La sensorialidad de los elementos gráficos y textuales son atributos que pueden ser entendidos por las recientes neuro-técnicas. Conceptos como Neuroestética hacen referencia al estudio neural de la percepción de la belleza y el arte de manera general (Cinzia & Vittorio, 2009). La percepción del color, la forma, letras e imágenes son blanco de muchos estudios; entender la relación entre la semántica de un concepto y los principios básicos de la percepción subconsciente es lo que se plantea en este experimento (Blechert, Goltsche, Herbert, & Wilhelm, 2014; Makin, Wilton, Pecchinenda, & Bertamini, 2012; Wang, Huang, Ma, & Li, 2012).

Nos enfocaremos en explicar el arquetipo que tiene que ser aplicado para poder obtener un potencial evocado de un estímulo visual y su relación semántica con una referencia (adjetivo). Los ERP son fluctuaciones de voltaje filtradas y promediadas de una grabación de electroencefalografía continua del

cuero cabelludo. Estas fluctuaciones son inducidas por algún tipo de actividad física o mental, en un mismo orden de magnitud que la resolución temporal de los procesos cognitivos. Los ERPs abren una ventana de gran alcance y sensibilidad en las bases neurales de las funciones cognitivas básicas (Maguire, Magnon, & Fitzhugh, 2014).

La aplicación de los ERPs puede externalizar un valor cuantitativo de los efectos de la percepción estética visual bajo condiciones de categorización, agrupación o segmentación (de Tommaso et al., 2008; Höfel & Jacobsen, 2007). El reconocimiento estético y su percepción usando ERPs han demostrado cómo la actividad neural responde a condiciones semánticas, a esfuerzos de identificación y relación entre productos y otros elementos (Lin, Wang, Cheng, & Cheng, 2011).

Existen varios arquetipos para generar ERPs, y todos ellos se basan en la repetición de estímulos. Inicialmente esta técnica se utilizó para detectar malfuncionamientos cognitivos; si una función del cerebro estaba dañada, el ERP no era detectado. La repetición de estímulos es una manera de asegurar que un procesamiento cognitivo puede ser rastreado; ya que es evidente que una misma tarea realizada varias veces se puede detectar mejor. La metodología de ERP utiliza tiempos muy cortos de exposición para las repeticiones de estímulos, ya que la detección de los componentes se realiza entre los 100 y 600 milisegundos.

Para este experimento se utilizará un arquetipo basado en los *priming* semánticos (elemento que implica un efecto de memoria implícita al comparar un estímulo con otro) como imágenes afectivas, y para hacer relación de concepto semántico, se usaron palabras (adjetivos) como *targets*. El componente que se buscará en este experimento es la N400. Esta componente se presenta tentativamente en una ventana alrededor de los 400 ms, donde los ensayos congruentes o incongruentes deberán presentar una amplitud negativa para que pueda interpretarse como un ERP de orden semántico (Eder, Leuthold, Rothermund, & Schweinberger, 2012).

Conociendo los detalles del arquetipo de ERP y con la experiencia de los pasados experimentos, este experimento fusionará las dos métricas fisiológicas para obtener una serie de datos que puedan dar una explicación a la percepción de los envases elegidos. Primordialmente, se busca el efecto que ocurre en el momento de juzgar estéticamente un elemento (bonito o feo), pues requiere un nivel de atención mayor con un nivel cognitivo de reconocimiento más elevado (de Tommaso et al., 2008). Este efecto también se podrá observar con los datos obtenidos de ET, ya que los valores de visión determinarán los niveles de atención sobre ciertos elementos gráficos. Para poder resaltar qué elementos son los considerados menos agradables, los valores de ERPs deben ser más elevados que los considerados más agradables (Wang et al., 2012) en la tendencia de la onda hasta N400.

El arquetipo seleccionado para ERPs y la captura de datos por ET, se integra en un único protocolo para poder llevar a cabo la experimentación. A lo largo del capítulo se darán los detalles sobre todos los elementos y los métodos utilizados.

## 6.4.2 Estímulos utilizados.

Conocida la estructura de la metodología, los estímulos *targets* fueron seleccionados de dos principales compañías de productos saludables (Campofrio y El Pozo). Una de las principales razones por la que se eligieron estos productos fue la dificultad para ser diferenciados unos de otros. En las primeras pruebas realizadas se detectó que existía demasiada duplicidad de elementos gráficos e información que los hacen difícil de diferenciar. Se eligieron 6 líneas de producto (Campofrio: Finissimas,

Cuida-t y Naturissimos; El Pozo: All natural, Bien star y Bonnatur) de las cuales se investigó sus principales atributos para obtener los estímulos *priming*.

Los primeros *priming* o adjetivos utilizados se obtuvieron de un seguimiento de la información que se emitió sobre los productos elegidos: se buscó en anuncios publicitarios, prensa impresa y virtual. Después de encontrar las palabras (adjetivos calificativos positivos) más utilizadas para las 6 líneas de productos, se realizó una reducción en base a sus similitudes de significado dejando solo 5 adjetivos finales. Para poder validar la metodología de ERP con la congruencia o incongruencia, se generaron 5 adjetivos negativos, antónimos a las 5 palabras positivas iniciales. En la tabla 43, se enlistan las 10 palabras utilizadas para el arquetipo de ERPs.

Tabla 43. Adjetivos elegidos para la prueba de Potenciales Evocados (*Priming*).

Adjetivos Positivos	Adjetivos Negativos
Atrayente	Común
Barato	Caro
Delicioso	Insulso
Nutritivo	Nocivo
Saludable	Repugnante

Los *targets* o imágenes de los empaques fueron agrupadas en dos grupos: un primer grupo con 10 imágenes de productos originales y un segundo grupo con otras 10 imágenes de producto modificados. El primer grupo (empaques originales) está compuesto de 10 imágenes: 5 imágenes para empaques de lonchas de “jamón cocido” (véase figura 69) y 5 imágenes de “pechuga de pavo” (véase figura 70).



Figura 69. Empaques seleccionados de productos de Jamón Cocido.



Figura 70. Empaques seleccionados de productos de Pechuga de Pavo.

Posteriormente, se obtuvo un segundo grupo de empaques, todos ellos de jamón cocido, con diferentes modificaciones. Por una parte se agregó o eliminó la etiqueta de Euro (1€) y por otra se cambió la marca

en ciertos paquetes (sustituyendo la marca Campofrio por la marca El pozo y viceversa). El segundo grupo de imágenes utilizado se puede ver en las figuras 71y 72.



Figura 71. Paquetes modificados con una etiqueta promocional (Jamón Cocido).



Figura 72. Paquetes modificados sin etiqueta promocional (Jamón cocido).

### 6.4.3 Muestra y equipos utilizados.

La muestra utilizada para esta prueba fue de 28 participantes en total. Sin embargo, debido a problemas con el tratamiento de las señales, solo 23 participantes (edad media=23.3 años) contaban con una señal clara para realizar el procedimiento. Fueron 17 hombres (74%) y 6 mujeres (26%). El género de los participantes no está balanceado ya que al registrar la actividad bioeléctrica, el cabello largo de las mujeres obstruía la lectura y captación de los electrodos. Un mayor contacto con el cuero cabelludo mejoraba la señal del EEG.

El experimento requirió de la captación de dos señales al mismo tiempo. La señal de la actividad cerebral fue captada por un electroencefalograma y la visión de los participantes por un Eye-tracker (véase figura 73):

- La actividad cerebral fue monitorizada y grabada por un sistema de EEG de la compañía TMSi (Oldenzaal, Países Bajos). El modelo del dispositivo fue REFA de 8-32 canales digitales con una tasa de muestreo de 256 Hz. Los electrodos utilizados captaban impedancias por debajo de 5 kΩ (EEG y MEG). El gorro elástico utilizado para colocar los electrodos sigue el sistema internacional de posición 10-20. El dispositivo de TMSi se controla con el software Neurolab 1.2 de la compañía Bitbrain Technologies ([www.bitbrain.es](http://www.bitbrain.es)).
- El modelo del dispositivo de ET es el TX300, con una capacidad de 300 Hz de captura en su doble sensor FOV y VOG. Además de esto este dispositivo cuenta con una pantalla incorporada de

23" de alta definición. El software utilizado para captura y exportación de datos es Tobii Studio 3.2 ([www.tobii.com](http://www.tobii.com)).



Figura 73. Dispositivo EEG TMSI -Refa (izquierda), Gorro 10-20 (centro) y Eye-tracking Tobii TX300 con pantalla incorporada (derecha).

#### 6.4.4 Procedimiento de la experimentación.

Toda la experimentación se llevó a cabo en una sala de laboratorio, con las condiciones óptimas para realizar la captura de los datos del experimento. Antes y después de la realización del experimento, los participantes rellenaban dos cuestionarios base (véase en Anexo D.1 y Anexo D.2) para obtener datos demográficos y detalles básicos del estilo de vida.

Los estímulos del experimento se componen de 10 *priming* (adjetivos de la tabla 42) y 20 *targets* (empaques de las figuras 67 a la 70). La repetición base mezclará estos 30 elementos para crear 200 pares de *priming* y *target*, además de ordenar los demás elementos que son necesarios para realizar correctamente la metodología de ERP. La estructura de la repetición tiene una duración de 3000 ms más el tiempo que toma la persona en realizar un tarea final para poder pasar a la siguiente repetición.

La estructura base está compuesta de 5 fases que tendrán que visualizar los participantes (véase figura 74).

- Primera fase: visualizar una pantalla blanca donde aparece una pequeña cruz en el centro de la pantalla.
- Segunda fase: visualizar por 700 ms el *priming* (positivo o negativo).
- Tercera fase: una pantalla neutra (blanco) durante 200 ms.
- Cuarta fase: visualizar por 1700 ms el *target* (empaque).
- Quinta fase: el participante responde a una pregunta base (¿Es coherente?) por medio de dos pulsadores que sostenía en cada mano (pulsado de mano derecha para responder afirmativamente, pulsador de mano izquierda para responder negativamente). Independientemente de la respuesta, una vez contestada la pregunta, aparecía un nuevo grupo de repetición. Esta secuencia se repetía hasta completar con los 200 pares de *priming* y *target*.

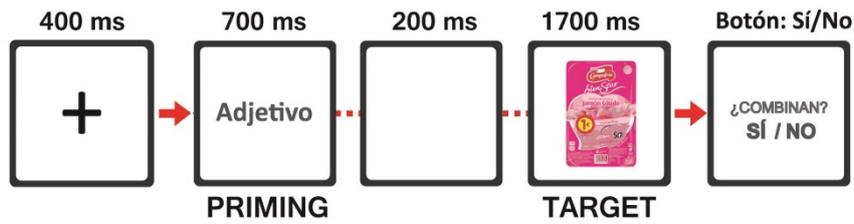


Figura 74. Estructura de la tarea y tiempos utilizados.

El protocolo general del experimento se inicia justo después de que la persona realiza el cuestionario introductorio (Anexo D.1). La persona se sienta frente al Tobii, donde se le pondrán el gorro elástico donde colocar los electrodos del dispositivo de TMSi. El proceso del protocolo se muestra en la figura 75. El inicio del protocolo requirió de una calibración previa para los dos dispositivos. El sistema de EEG requirió que todos los electrodos respondan a una impedancia base para confirmar que están correctamente colocados. El Eye-tracker requirió e que la visión del participante esté calibrada para poder seguir correctamente la mirada sobre todas las imágenes. Las calibraciones se realizaron por el software correspondiente.

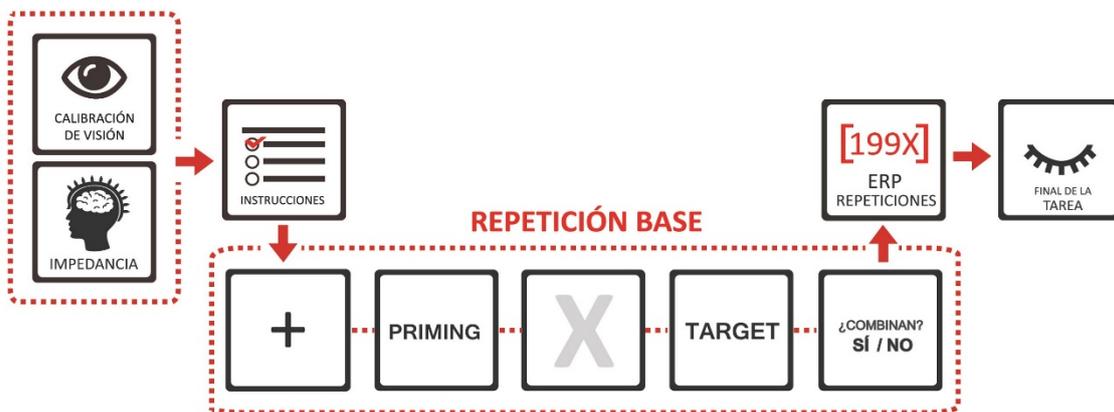


Figura 75. . Protocolo para el experimento de Potenciales Evocados y Eye-tracking.

Después de las calibraciones, una diapositiva mostraba una serie de instrucciones para el participante. Se explica que debe mantener una misma postura y realizar pocos movimientos mientras realiza la prueba. También se explica la tarea al final de la repetición. La pregunta genérica que se hace para que la persona observe atentamente la repetición es: ¿la palabra describe coherentemente el producto mostrado? Sí o No. Posteriormente, las repeticiones pasan consecutivamente hasta completarlas.

El protocolo finaliza con una diapositiva dando las gracias por realizar el experimento. Todos los electrodos son retirados y se le pide a la persona contestar un cuestionario de cierre (Anexo D.2). La prueba duraba alrededor de 25 min desde que se sentaba frente al Tobii, hasta que salía de la sala.

Las dos señales obtenidas eran guardadas en un único ordenador. Para poder procesar las dos señales, se sincronizaron los dos *softwares* que desplegaban los estímulos y capturaban las señales. En la figura 76, se muestra la configuración del arreglo.

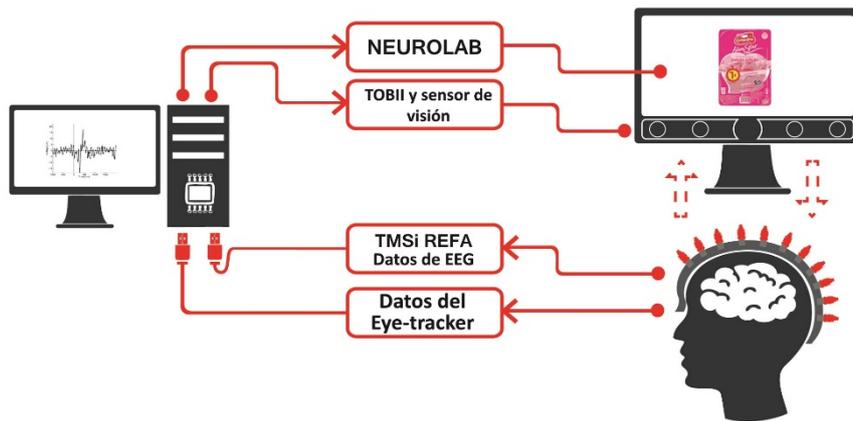


Figura 76. Configuración de despliegue de estímulos y captura de señales.

### 6.4.5 Datos registrados de Eye-tracking.

El análisis de los datos de este experimento se realizará en dos partes. La primera parte se describirá aquí para los datos de ET. La segunda parte se realizará en otro apartado para los datos obtenidos de la señal de EEG para adquirir los ERPs. El procedimiento de análisis para los datos obtenidos por ET, se ha desarrollado a lo largo de los tres experimentos de esta tesis. Siguiendo con esos mismos lineamientos, se obtendrán las AOI para los estímulos. También se definirán las variables de visión a utilizar.

Para las AOI se debe destacar que todos los empaques utilizados, jamón cocido o pechuga de pavo, poseían las seis áreas elegidas (con la excepción de la etiqueta de promoción). En la figura 77, se puede observar cuáles son las AOI propuestas para analizar por las variables de visión. En la figura 78, se puede observar cómo se marcaron las AOI en los 20 estímulos utilizados. En la selección de AOI no se marcó el nombre del producto (jamón cocido o pechuga de pavo), omitiendo un posible efecto de tiempo de lectura en la AOI. Sin embargo se eligió como AOI la marca de la compañía y la gama de producto, puesto que son detalles relevantes para la comparación propuesta.



Figura 77. Áreas de interés delimitadas para los estímulos de ERP y ET.



Figura 78. Áreas de interés delimitados para todos los estímulos de ERP y ET.

Una vez dibujadas todas las AOI, se consideraron cuáles serían las variables más indicadas para medir y comparar los elementos que más nivel de atención tendrían. Basados en la experiencia de los experimentos anteriores, se tomaron en cuenta cuatro variables, divididas en parejas para su uso en el análisis estadístico correspondiente.

Las dos primeras variables que se consideraron de los datos de visión son:

- **Tiempo total de la duración de la fijación (TTF):** Es el tiempo total que el participante ha fijado su mirada en un punto de interés o delimitado dentro de AOI. Se calcula multiplicando duración de la fijación y el número de fijaciones.
- **Número de visitas (VC):** Indica el número de veces que la mirada ha entrado en una AOI.

Las dos variables nuevas servirán para detectar dos efectos en la atención de las AOI. El primer efecto es si ciertas AOI se miran inicialmente en todos los empaques. El segundo efecto es la duración de las visitas que se realizaron en cada AOI. Las variables a utilizar son:

- **Primer tiempo de fijación (TFF):** es el tiempo que tarda un participante en fijar su atención por primera vez en una AOI. Dicho tiempo parará de contar cuando el participante se fije en la AOI. Si el participante no fijó la mirada en esa AOI, se considera como un valor perdido.
- **Duración de la visita (VD):** mide la duración promedio de cada visita individual en una AOI. Una visita se define como el intervalo de tiempo entre la primera fijación en la AOI y la siguiente fijación fuera de la AOI.

## 6.4.6 Resultados de la experimentación de Eye-tracking.

### 6.4.6.1 Resultados para Tiempo de duración de la fijación y Número de visitas.

Las primeras variables a tratar son las que nos pueden dar respuesta a la pregunta sobre el nivel de atención en una AOI. Se realizará la comparación entre los resultados obtenidos para los *priming* positivos y negativos, (definida como la valencia). También se observará la comparación entre los datos obtenidos de las AOI, para ver el efecto de los *priming* hacia los targets (empaques).

En la tabla 44, se observa la descripción estadística de las medias y desviaciones estándar para las dos variables. En tabla se observa una codificación para diferenciar las AOI correspondientes a los *priming* positivos (+) y a los *priming* negativos (-).

Tabla 44. Descripción estadística de las variables TTF y VC.

AOI	Total de duración de la fijación (seg)		Número de Visitas	
	Media	Des. std	Media	Des. std
Marca (+)	3.930	5.305	13.679	18.314
Marca (-)	4.726	6.669	15.679	20.6130
Gama (+)	16.168	12.661	51.643	35.116
Gama (-)	17.378	13.074	57.643	37.508
Promoción (+)	8.411	8.693	30.286	22.285
Promoción (-)	8.727	8.261	30.536	23.841
Fotografía (+)	28.256	18.660	80.500	20.956
Fotografía (-)	28.817	18.894	80.286	23.145
Atributos (+)	22.686	14.585	61.000	31.597
Atributos (-)	23.087	16.197	60.143	31.189
Información (+)	11.396	11.267	30.179	23.072
Información (-)	10.864	11.161	29.357	23.757

En los descriptivos de las variables se puede observar que el número de visitas más elevadas lo tiene el AOI de fotografía (-) y atributos (-), los menos visitados fueron las AOI de la marca (+) y marca (-). Esto se observa también en el tiempo total de duración de la fijación, en el que coinciden los valores altos y bajos. Conocidos los valores medios de la muestra, se comprobó si los datos registrados siguen una distribución normal o no. Se ejecutó la prueba de kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk para detectar la normalidad. El objetivo de esta prueba es determinar qué tipo de análisis se puede aplicar. En la tabla 45, se pueden observar los niveles críticos obtenidos de la prueba. Los resultados reflejan una mayoría de datos que no siguen una distribución normal.

Tabla 45. Niveles críticos de los estadísticos de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk para las variables TTF, VC y AOIs.

Variables dependientes	AOI	N	Kolmogorov-Smirnov	Shapiro-Wilk
TTF	Marca	50	0.000	0.000
	Gama	50	0.011	0.000
	Promoción	50	0.001	0.000
	Fotografía	50	0.000	0.000
	Atributo	50	0.151	0.014
	Información	50	0.002	0.000
VC	Marca	50	0.000	0.000
	Gama	50	0.034	0.008
	Promoción	50	0.159	0.002
	Fotografía	50	0.026	0.047
	Atributo	50	0.001	0.001
	Información	50	0.047	0.004

El tratamiento estadístico a utilizar no requiere de distribución normal de datos. Debido a las condiciones de las dos variables utilizadas, el método de análisis apropiado es **el análisis de varianza (ANOVA) con medidas repetidas (MR)**. Este método sirve para estudiar el efecto de uno o más factores cuando al menos uno de ellos es un factor intra-sujetos. En los factores inter-sujetos a cada nivel del factor se le asigna o le corresponde un grupo diferente de sujetos. Por el contrario, un factor intra-sujetos o con medidas repetidas se caracteriza porque todos los niveles del factor se aplican a los mismos los sujetos (Conover, 1999; Hair, 1999). Las condiciones de los factores utilizados fueron:

**Factor Valencia (o priming):** Este factor cuenta dos niveles, dependiendo la valencia del *priming*:

- Positiva.
- Negativa.

**Factor AOI:** Este factor cuenta con seis niveles, correspondiente a cada una de las áreas marcadas en los empaques utilizados:

- Marca.
- Gama.
- Promoción.
- Fotografía.
- Atributo.
- Información.

Se plantea realizar tanto para TTF como para VC un análisis de medidas repetidas con dos factores para comprobar la siguiente hipótesis:

- El efecto de la valencia (*positivo/negativo*) hace que los *target* (AOI) se miren de forma diferente.

El ANOVA de medidas repetidas, cuando algún factor tiene más de dos niveles, necesita de una comprobación de la esfericidad de los datos (igualdad de varianzas de las diferencias entre todos los pares posibles de niveles del factor) para decidir cuál de los resultados calculados es el más idóneo. Para esta comprobación se utiliza el estadístico W de Mauchly. Si el nivel crítico de este estadístico supera el valor de 0.05 no hay que hacer ninguna corrección a los resultados del contraste multivariante. Por el contrario, si no se supera este nivel crítico, no se puede asumir la igualdad de varianzas y se deben corregir los grados de libertad de la prueba obteniendo nuevos valores de los niveles de significación.

Para la variable de **Tiempo total de la duración de la fijación (TTF)** se puede concluir que existen diferencias significativas en la valencia y en las AOI (véase tabla 46) pero no se observan en la interacción de ambos factores. La tabla con los demás estadísticos se puede consultar en el anexo D.3.

Tabla 46. Contraste multivariado para TTF.

Efecto		Valor	F	GI de hipótesis	GI de error	Sig.
Valencia	Lambda de Wilks	0.836	4.697 <sup>a</sup>	1.000	24.000	<b>0.040</b>
AOI	Lambda de Wilks	0.097	37.093 <sup>a</sup>	5.000	20.000	<b>0.000</b>
Valencia*AOI	Lambda de Wilks	0.797	1.262 <sup>a</sup>	5.000	20.000	0.432

a. Estadístico exacto.

b. Intercepción de diseño entre sujetos: Valencia + AOI + Valencia\*AOI.

El análisis de MR necesita de una verificación de esfericidad de datos. Esto se refiere a una condición sobre la varianzas de las diferencias entre todos los pares posibles de grupos utilizados (es decir, los niveles de variable independiente) son iguales. El estadístico W de Mauchly describe el nivel crítico aceptado para el análisis. Una violación de esfericidad se produce cuando las varianzas entre combinación de grupos no son iguales. La esfericidad se puede evaluar cuando hay tres o más niveles de un factor de medidas repetidas.

No hay ningún valor crítico para el estadístico W de Mauchly para Valencia, ya que no cumple con más de tres niveles básicos. En el caso de AOI el W de Mauchly (Sig. = 0.000) es menor que 0.05 y en el caso de la interacción de Valencia\*AOI (Sig. = 0.046) es menor también que 0.05 (véase tabla 47).

Tabla 47. Estadístico W de Mauchly para TTF.

Efecto inter sujetos	W de Mauchly	Approx. Chi-cuadrado	GL	Sig.	Epsilon		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Lower-bound
Valencia	1.000	0.000	0	-	1.000	1.000	1.000
AOI	0.048	67.125	14	<b>0.000</b>	0.536	0.610	0.200
Valencia*AOI	0.337	24.061	14	<b>0.046</b>	0.733	0.882	0.200

Al no cumplir con el supuesto de esfericidad de la prueba W de Mauchly, no podemos basar nuestras decisiones sobre los efectos intra-sujetos en el análisis de aproximación multivariada de la tabla 46, sino que han de considerarse los valores corregidos mostrados en la tabla 48 (recogidos en el anexo D.5). Se muestra el estadístico de Greenhouse-Geisser para observar los valores con nivel de significación. Para completar el análisis se observarán las estimaciones de medias marginales de la Valencia y de las AOI para observar los niveles críticos encontrados.

Tabla 48. Efectos intra-sujetos en el análisis de aproximación multivariada para TTF.

Fuente		Suma de cuadrados Tipo III	df	Media Cuadrática	F	Sig.
Valencia	Greenhouse-Geisser	16.329	1.000	16.329	4.697	<b>0.040</b>
AOI	Greenhouse-Geisser	144200.977	2.645	54515.195	21.130	<b>0.000</b>
Valencia*AOI	Greenhouse-Geisser	393.457	3.852	102.153	2.244	0.073

En la tabla 49, se puede observar la comparación de medias para la valencia, los *priming* positivos y negativos. Se puede observar que existe un nivel crítico (Sig. = 0.040) menor que 0.05. Podemos concluir que existe una diferencia de medias debido al efecto *priming*.

Tabla 49. Comparación por pares para medias marginales de la valencia para la variable TTF.

(I) Valencia	(J) Valencia	Diferencia de medias (I-J)	Error Std.	Sig. <sup>a</sup>	95% de intervalo de confianza para la diferencia <sup>a</sup>	
					Límite inferior	Límite superior
Positiva	Negativa	-0.467*	0.215	0.040	-0.911	-0.022
Negativa	Positiva	0.467*	0.215	0.040	0.022	0.911

\*La diferencia de medias con un nivel crítico de 0.05. <sup>a</sup> El ajuste para comparaciones múltiples: Bonferroni.

En la tabla 50, se puede observar la comparación de medias para las AOI. Se puede observar que existe un nivel crítico de Marca con gama (Sig. = 0.000), fotografía (Sig. = 0.001) y atributos (Sig. = 0.000) menor que 0.05. También se observa en Promoción con fotografía (Sig. = 0.000) y atributos (Sig. = 0.002) menor que 0.05. El último valor crítico encontrado es Información con atributos (Sig. = 0.021) menor que 0.05.

Tabla 50. Comparaciones por pares entre Medias marginales de AOI para la variable TTF.

(I) AOI	(J) AOI	Diferencias de medias (I-J)	Error Std.	Sig. <sup>a</sup>	95% de intervalo de confianza para la diferencia <sup>a</sup>	
					Límite inferior	Límite superior
Marca	Gama	-12.602*	2.020	<b>0.000</b>	-19.184	-6.019
	Promoción	-3.393	2.381	1.000	-11.151	4.365
	Fotografía	-22.802*	4.502	<b>0.001</b>	-37.471	-8.133
	Atributos	-18.512*	3.367	<b>0.000</b>	-29.483	-7.540
	Información	-6.917	2.599	0.205	-15.387	1.553
Gama	Promoción	9.209	3.754	0.327	-3.023	21.441
	Fotografía	-10.200	5.604	1.000	-28.459	8.059
	Atributos	-5.910	4.472	1.000	-20.481	8.661
	Información	5.685	3.799	1.000	-6.694	18.064
Promoción	Fotografía	-19.409*	3.161	<b>0.000</b>	-29.708	-9.110
	Atributos	-15.119*	3.334	<b>0.002</b>	-25.984	-4.254
	Información	-3.524	2.768	1.000	-12.544	5.496
Fotografía	Atributos	4.290	5.350	1.000	-13.144	21.724
	Información	15.885	5.043	0.065	-0.548	32.318
Atributos	Información	11.595*	3.213	<b>0.021</b>	1.127	22.063

Basado en la estimación de medias marginales:

\*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

a. El ajuste por comparación múltiple: Bonferroni.

Finalmente, en la figura 79, se muestra el resultado de las medias marginales para la variable TTF. Se observa la comparación de los *priming* positivos contra los negativos para cada una de las AOI seleccionadas. Visualmente se puede observar que para marca, gama y fotografía son mayores.

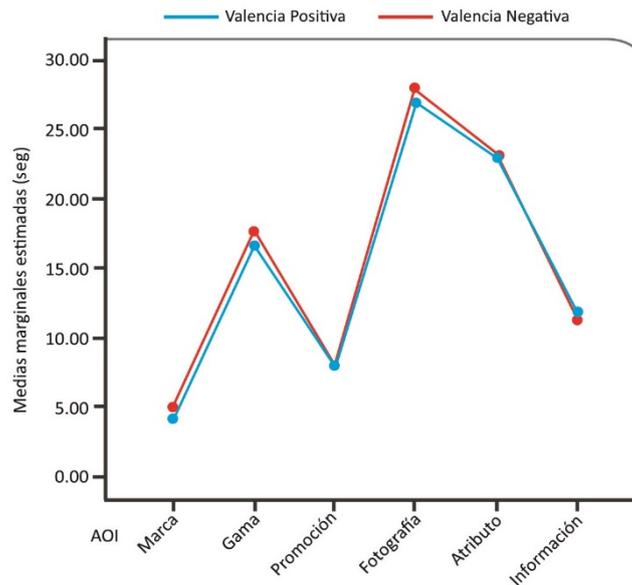


Figura 79. Diferencia de medias marginales para TTF.

Para la variable de **Número de visitas (VC)** se realizara el mismo análisis de ANOVA con MR. Se seguirá la misma secuencia de observación de estadísticos para observar los niveles críticos necesarios para aceptar o no nuestros supuestos. El contraste multivariado de la variable VC para los dos efectos utilizados nos muestra que existe diferencia en el nivel crítico para las AOI. El lambda de Wilks nos dice que  $[F(5,20)=59.075, p=0.000]$ . No se observa un nivel crítico aceptable para la Valencia ni la interacción de Valencia\*AOI (véase tabla 51). La tabla con los demás estadísticos se puede consultar en el anexo D.4.

Tabla 51. Contraste multivariado para VC.

Efecto		Valor	F	Gl de hipótesis	Gl de error	Sig.
Valencia	Lambda de Wilks	0.945	1.408 <sup>a</sup>	1.000	24.000	0.247
AOI	Lambda de Wilks	0.063	59.075 <sup>a</sup>	5.000	20.000	<b>0.000</b>
Valencia*AOI	Lambda de Wilks	0.751	1.326 <sup>a</sup>	5.000	20.000	0.294

a. Estadístico exacto.

b. Intercepción de diseño entre sujetos: Valencia + AOI + Valencia\*AOI.

Al utilizar las MR para la variable de VC se tiene que observar el valor crítico obtenido del estadístico W de Mauchly. Para Valencia no hay ningún valor crítico, ya que no cumple con más de tres niveles básicos requeridos por el estadístico. Se puede observar para AOI el W de Mauchly (Sig. = 0.000) es menor que 0.05. Para el caso de la interacción entre Valencia\*AOI (Sig. = 0.188) es mayor que 0.05 (véase tabla 52). Por lo tanto, para este caso se observaran los efectos intra-sujetos en el análisis de aproximación multivariada para AOI (Anexo D.4).

Tabla 52. Estadístico W de Mauchly para TTF.

Efecto inter sujetos	W de Mauchly	Approx. Chi-cuadrado	GL	Sig.	Epsilon		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Lower-bound
Valencia	1.000	0.000	0	-	1.000	1.000	1.000
AOI	0.103	50.317	14	<b>0.000</b>	0.529	0.601	0.200
Valencia*AOI	0.433	18.486	14	0.188	0.770	0.936	0.200

Al no cumplir con el supuesto de esfericidad de la prueba W de Mauchly, no podemos basar nuestras decisiones sobre los efectos intra-sujetos en el análisis de aproximación multivariada de la tabla 52. Se han de considerar los valores corregidos en la tabla 53 (recogidos en el Anexo D.6). Se muestra el estadístico de Greenhouse-Geisser para observar los valores con nivel de significación. Para completar el análisis se observarán las estimaciones de medias marginales para Valencia y de las AOI.

Tabla 53. Efectos intra-sujetos en el análisis de aproximación multivariada para VC.

Fuente		Suma de cuadrados Tipo III	df	Media Cuadrática	F	Sig.
Valencia	Greenhouse-Geisser	393.457	3.852	102.153	2.244	0.073
AOI	Greenhouse-Geisser	144200.977	2.645	54515.195	21.130	<b>0.000</b>
Valencia*AOI	Greenhouse-Geisser	18.961	3.665	5.173	0.679	0.596

\*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

En la tabla 54, se puede observar la comparación de medias para las AOI. Se puede observar que existe un nivel crítico de Marca con gama (Sig. = 0.000), fotografía (Sig. = 0.000) y atributos (Sig. = 0.000) menor que 0.05. Muy similar a los resultados para la variable TTF. También se observa en Promoción con atributos (Sig. = 0.001) y Fotografía con información (Sig. = 0.000) menor que 0.05.

Tabla 54. Comparaciones por pares entre Medias marginales de AOI para la variable VC.

(I) AOI	(J) AOI	Diferencias de medias (I-J)	Error Std.	Sig. <sup>a</sup>	95% de intervalo de confianza para la diferencia <sup>a</sup>	
					Límite inferior	Límite superior
Marca	Gama	-40.640*	4.921	<b>0.000</b>	-56.676	-24.604
	Promoción	-12.440	6.719	1.000	-34.332	9.452
	Fotografía	-62.880*	6.593	<b>0.000</b>	-84.361	-41.399
	Atributos	-46.040*	7.768	<b>0.000</b>	-71.352	-20.728
	Información	-14.980	5.390	0.156	-32.542	2.582
Gama	Promoción	28.200	10.143	0.156	-4.848	61.248
	Fotografía	-22.240	10.007	0.539	-54.847	10.367
	Atributos	-5.400	10.317	1.000	-39.017	28.217
	Información	25.660	8.639	0.100	-2.488	53.808
Promoción	Fotografía	-50.440*	4.798	<b>0.000</b>	-66.072	-34.808
	Atributos	-33.600*	6.704	<b>0.001</b>	-55.446	-11.754
	Información	-2.540	5.853	1.000	-21.611	16.531
Fotografía	Atributos	16.840	7.190	0.417	-6.587	40.267
	Información	47.900*	6.406	<b>0.000</b>	27.026	68.774
Atributos	Información	31.060*	6.138	<b>0.001</b>	11.059	51.061

Basado en la estimación de medias marginales:

\*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

a. El ajuste por comparación múltiple: Bonferroni.

Para cerrar el análisis de las dos primeras variables de visión, se muestra en la figura 80, el resultado de las medias marginales para la variable VC. Se observa la comparación de los *priming* positivos contra los negativos para cada una de las AOI seleccionadas. Visualmente se puede observar que la valencia negativa sobresale en la marca y gama. Por otro lado, la valencia positiva se mantiene muy similar en las AOI de promoción, fotografía, atributo e información.

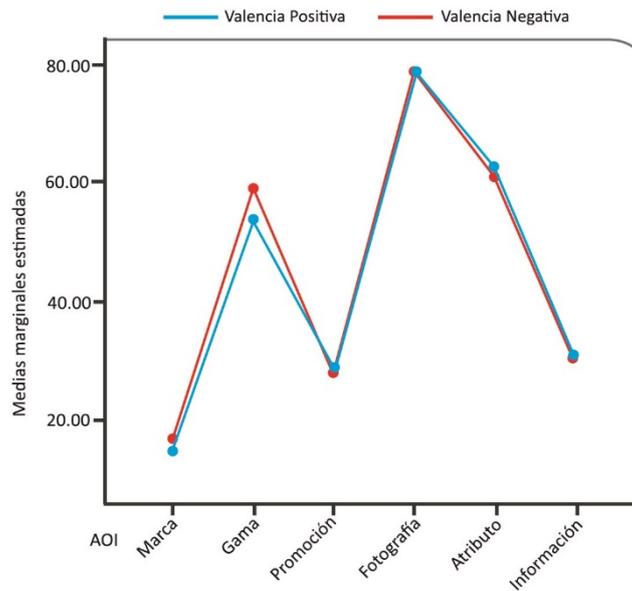


Figura 80. Diferencia de medias marginales para VC.

#### 6.4.6.2 Resultados para primer tiempo de fijación y duración de visitas.

El segundo par de variables que se usarán para el análisis de los datos de ET son aquellas que tiene que ver con tiempos específicos de observación. El primer tiempo de fijación (TFF) nos hablará sobre que AOI fueron vistas por primera vez después de observar los *priming* positivos y negativos. La variable de Duración de visitas (VD) nos hablara del tiempo invertido en cada visita realizada en cada una de las AOIs.

Este resultado se puede comparar con las veces que se visitó la AOI y si existe una relación entre ellas. La descripción de las medias y desviaciones estándar para las dos variables se pueden observar en la tabla 55. Los valores medios presentados para TFF corresponden a los milisegundos medios utilizados al momento de observar una AOI. Los valores medios presentados para VD corresponden a los segundos invertidos en cada una de las AOI observadas. Se puede destacar que el valor más bajo es para fotografía (+) y gama (+), mientras que los valores más elevados son para marca (+) y marca (-).

Tabla 55. Descripción estadística de las variables TFF y VD.

AOI	Primer tiempo de fijación (ms)		Duración de Visitas (seg)	
	Media	Des. std	Media	Des. std
Marca (+)	291.930	247.191	0.239	0.113
Marca (-)	320.724	288.787	0.239	0.126
Gama (+)	208.968	129.148	0.328	0.073
Gama (-)	225.545	156.661	0.304	0.093
Promoción (+)	287.626	168.581	0.262	0.111
Promoción (-)	255.893	165.601	0.261	0.094
Fotografía (+)	201.501	131.157	0.359	0.164
Fotografía (-)	225.395	153.001	0.365	0.157
Atributos (+)	224.061	144.991	0.362	0.100
Atributos (-)	243.747	170.573	0.351	0.123
Información (+)	261.004	139.160	0.359	0.119
Información (-)	288.899	173.296	0.349	0.142

Conocidos los valores medios obtenidos de las variables de ET, se comprobó si los datos obtenidos se analizarían como datos normales o no. Se ejecutó la prueba de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk para detectar la normalidad. El objetivo de esta prueba es determinar qué tipo de coeficiente se puede utilizar en los posteriores análisis. En la tabla 56, se pueden observar los niveles críticos obtenidos de la prueba. Los resultados reflejan una mayoría de datos que siguen una distribución normal.

Tabla 56. Niveles críticos de los estadísticos de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk para las variables TFF, VD y AOIs.

Variables dependientes	AOI	N	Kolmogovor-Smirnov	Shapiro-Wilk
TFF	Marca	50	0.001	0.000
	Gama	50	0.200*	0.004
	Promoción	50	0.034	0.001
	Fotografía	50	0.161	0.002
	Atributo	50	0.081	0.000
	Información	50	0.200*	0.778
VD	Marca	50	0.011	0.007
	Gama	50	0.200*	0.017
	Promoción	50	0.028	0.001
	Fotografía	50	0.000	0.000
	Atributo	50	0.200*	0.364
	Información	50	0.002	0.001

\* La distribución no difiere de la distribución Normal

Al tener las mismas condiciones que las variables anteriormente analizadas, se utilizará el mismo análisis estadístico de **análisis de varianza (ANOVA) con medias repetidas (MR)**. Se usarán las mismas condiciones que en las variables anteriores para describir la hipótesis o supuesto que nos ayudarán a entender el resultado de los valores críticos obtenidos:

- **El efecto de la valencia hace que ciertas AOI reciban la misma atención en los dos casos.**

Las condiciones de los factores utilizados fueron las mismas para las variables TFF y VC:

**Factor Valencia (o priming):** Este factor cuenta dos niveles, dependiendo la valencia del *priming*:

- Positiva.
- Negativa.

**Factor AOI:** Este factor cuenta seis niveles, correspondiente a cada una de las áreas marcada en los empaques utilizados, se observara la influencia del factor Valencia en ellas:

- Marca.
- Gama.
- Promoción.
- Fotografía.
- Atributo.
- Información.

Para iniciar el análisis se observará el resultado del contraste multivariante de la variable de **Primer tiempo de fijación (TFF)** para los dos efectos. La valencia con la lambda de Wilks sobrepasa el nivel crítico. El efecto de AOI con el lambda de Wilks nos que  $[F(5,20)=5.023, p=0.004]$  es menor que el nivel crítico aceptable. No se observa un nivel de critico aceptable para la interacción para Valencia\*AOI (véase tabla 57). La tabla con los demás estadísticos se puede consultar en el anexo D.8.

Tabla 57. Contraste multivariado para TFF.

Efecto		Valor	F	Gl de hipótesis	Gl de error	Sig.
Valencia	Lambda de Wilks	0.983	0.427 <sup>a</sup>	1.000	24.000	0.519
AOI	Lambda de Wilks	0.443	5.023 <sup>a</sup>	5.000	20.000	<b>0.004</b>
Valencia*AOI	Lambda de Wilks	0.826	0.840 <sup>a</sup>	5.000	20.000	0.537

a. Estadístico exacto.

b. Intercepción de diseño entre sujetos: Valencia + AOI + Valencia\*AOI.

Recordemos que el estadístico W de Mauchly describe el nivel crítico aceptado para el análisis. Una violación de esfericidad se produce cuando las varianzas entre combinación de grupos no son iguales. La esfericidad se puede evaluar cuando hay tres o más niveles de un factor de medidas repetidas. El valor crítico obtenido del estadístico W de Mauchly describe los valores de TFF para Valencia, el cual no hay ningún valor crítico, ya que no cumple con más de tres niveles básicos.

En el caso de AOI el W de Mauchly (Sig. = 0.000) es menor que 0.05 y en el caso de la interacción de Valencia\*AOI (Sig. = 0.000) es menor que 0.05 (véase tabla 58). Con estos niveles críticos no se puede aceptar el supuesto de esfericidad. No podemos basar nuestras decisiones sobre los efectos intra-sujetos en el análisis de aproximación multivariada recogidos del Anexo D.10.

Tabla 58. Estadístico W de Mauchly para TFF.

Efecto inter sujetos	W de Mauchly	Approx. Chi-cuadrado	GL	Sig.	Epsilon		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Lower-bound
Valencia	1.000	0.000	0	-	1.000	1.000	1.000
AOI	0.009	103.735	14	<b>0.000</b>	0.413	0.453	0.200
Valencia*AOI	0.009	105.352	14	<b>0.000</b>	0.468	0.522	0.200

Al no cumplir con el supuesto de esfericidad de la prueba de W de Mauchly, no podemos basar nuestras decisiones sobre los efectos intra-sujetos en el análisis de aproximación multivariada de la tabla 57. Se han de considerar los valores corregidos en la tabla 59 (recogidos del Anexo D.10). Se muestra el estadístico de Greenhouse-Geisser para observar los valores con nivel de significación.

Tabla 59. Efectos intra-sujetos en el análisis de aproximación multivariada para TFF.

Fuente		Suma de cuadrados Tipo III	df	Media Cuadrática	F	Sig.
Valencia	Greenhouse-Geisser	17323.592	1.000	17323.592	0.427	0.519
AOI	Greenhouse-Geisser	289714.521	2.067	140160.172	2.646	0.079
Valencia*AOI	Greenhouse-Geisser	30122.039	2.339	12875.716	0.897	0.427

\*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Aunque no se observen valores con nivel de significación, se seguirá el procedimiento de observación de los datos. En la tabla 60, se puede observar la comparación para los pares entre niveles de factores para las AOI. Se puede observar que existe un nivel crítico de gama con promoción (Sig.=0.050) igual que 0.05. Otra AOI que presenta un nivel crítico aceptable es Promoción con fotografía (Sig.=0.008) menor que 0.05. Las demás comparativas no presentan ninguna valor crítico aceptable entre AOI.

Tabla 60. Comparaciones por pares entre niveles de los factores AOI para TFF.

(I) AOI	(J) AOI	Diferencias de medias (I-J)	Error Std.	Sig. <sup>a</sup>	95% de intervalo de confianza para la diferencia <sup>a</sup>	
					Límite inferior	Límite superior
Gama	Marca	-79.610	42.615	1.000	-218.466	59.247
	Promoción	-58.386	17.947	<b>0.050</b>	-116.865	0.093
	Fotografía	3.572	8.278	1.000	-23.400	30.544
	Atributos	-18.264	10.605	1.000	-52.819	16.290
	Información	-51.439	24.638	0.714	-131.720	28.843
Promoción	Marca	-21.223	42.838	1.000	-160.805	118.358
	Gama	58.386	17.947	<b>0.050</b>	-.093	116.865
	Fotografía	61.958*	15.575	<b>0.008</b>	11.211	112.706
	Atributos	40.122	16.583	0.352	-13.913	94.157
	Información	6.948	29.823	1.000	-90.226	104.121

Basado en la estimación de medias marginales:

\*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

a. El ajuste por comparación múltiple: Bonferroni.

En la figura 81, se muestra la representación gráfica de las medias marginales para la valencia positiva y negativa y las AOI seleccionadas. Recordemos que esta variable tiene la función de comparar que AOI se observó primero. En este caso el resultado nos dice que las AOI de valencia positiva fueron vistas primero en casi todas las AOI con excepción de promoción la cual la valencia negativa fue primero.

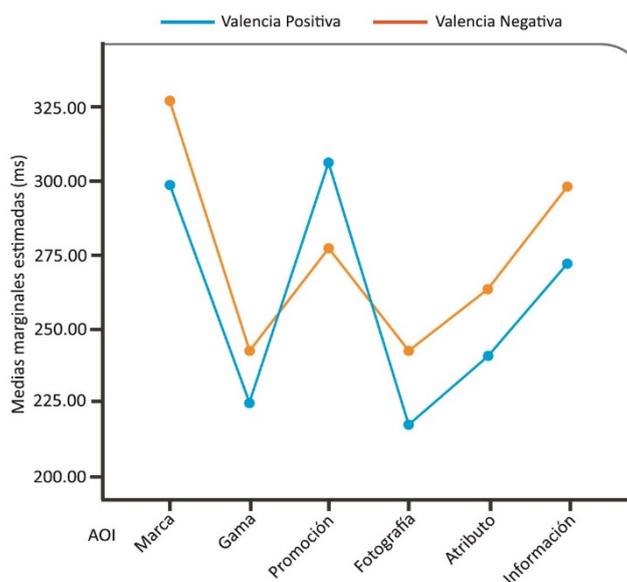


Figura 81. Diferencia de medias marginales para TFF.

Para la variable de **Duración de visitas (VD)** se realizará el mismo análisis de ANOVA con MR. Se seguirá la misma estructura del análisis que se ha realizado para las demás variables. La prueba de multivariante para la variable de **VD** nos dará los valores críticos para las AOI, PRIMING y su interacción. La valencia con la lambda de Wilks sobrepasa el nivel crítico. El efecto de AOI con el lambda de Wilks presenta un valor que  $[F(5,20)=11.329, p>0.000]$  es menor que el nivel crítico aceptable. No se observa un nivel de crítico aceptable para la interacción para Valencia\*AOI (véase tabla 61). La tabla con los demás estadísticos se puede consultar en el anexo D.9.

Tabla 61. Contraste multivariado para VD.

	Efecto	Valor	F	GI de hipótesis	GI de error	Sig.
Valencia	Lambda de Wilks	0.987	0.312 <sup>a</sup>	1.000	24.000	0.581
AOI	Lambda de Wilks	0.261	11.329 <sup>a</sup>	5.000	20.000	<b>0.000</b>
Valencia*AOI	Lambda de Wilks	0.901	0.440 <sup>a</sup>	5.000	20.000	0.815

a. Estadístico exacto.

b. Intercepción de diseño entre sujetos: Valencia + AOI + Valencia\*AOI.

El valor crítico obtenido del estadístico W de Mauchly describe que valores de VD tiene esfericidad para comprobar el método de comparación. Valencia no muestra ningún valor crítico, ya que no cumple con más de tres niveles básicos. Para el caso de AOI, el valor crítico observado (Sig.=0.000) es menor que 0.05. La interacción de Valencia\*AOI tiene un valor crítico (Sig.=0.020) menor que 0.05 (véase tabla 62). Con los dos valores críticos encontrados no podemos asumir que existe una esfericidad de datos.

Tabla 62. Estadístico W de Mauchly para VD.

Efecto inter sujetos	W de Mauchly	Approx. Chi-cuadrado	GL	Sig.	Epsilon		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Lower-bound
Valencia	1.000	0.000	0	-	1.000	1.000	1.000
AOI	0.127	45.527	14	<b>0.000</b>	0.523	0.592	0.200
Valencia*AOI	0.295	26.978	14	<b>0.020</b>	0.680	0.806	0.200

Al no cumplir con el supuesto de esfericidad de la prueba de W de Mauchly, no podemos basar nuestras decisiones sobre los efectos intra-sujetos en el análisis de aproximación multivariada de la tabla 61. Se han de considerar los valores corregidos en la tabla 63 (recogidos del Anexo D.11). Se muestra el estadístico de Greenhouse-Geisser para observar los valores con nivel de significación.

Tabla 63. Efectos intra-sujetos en el análisis de aproximación multivariada para VD.

	Fuente	Suma de cuadrados Tipo III	df	Media Cuadrática	F	Sig.
Valencia	Greenhouse-Geisser	0.001	1.000	0.001	0.312	0.581
AOI	Greenhouse-Geisser	0.671	2.613	0.257	4.993	<b>0.005</b>
Valencia*AOI	Greenhouse-Geisser	0.009	3.400	0.003	0.657	0.599

\*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Se encontro que la AOI presenta un nivel de significación (Sig.=0.005). Esto expresa que existen diferencias entre las AOIs. Para comprobar que AOI son las que presentan una diferencias, se observaron los valores en la tabla 64, donde se muestra la comparación por pares. Se puede observar que existe un nivel crítico de marca con tributos (Sig.=0.008), e información (Sig.=0.010) son menores que 0.05. Para promoción se encontró con gama (Sig.=0.019), Atributos (Sig.=0.007) e información (Sig.=0.037) son menores que 0.05.

Tabla 64. Comparaciones por pares entre niveles de los factores AOI para VD.

(I) AOI	(J) AOI	Diferencias de medias (I-J)	Error Std.	Sig. <sup>a</sup>	95% de intervalo de confianza para la diferencia <sup>a</sup>	
					Límite inferior	Límite superior
Marca	Atributos	-0.115*	0.029	<b>0.008</b>	-0.210	-0.021
	Información	-0.116*	0.030	<b>0.010</b>	-0.212	-0.019
Promoción	Fotografía	-0.094*	0.026	<b>0.019</b>	-0.177	-0.010
	Atributos	-0.095*	0.023	<b>0.007</b>	-0.172	-0.019
	Información	-0.096*	0.028	<b>0.037</b>	-0.188	-0.003

Basado en la estimación de medias marginales:

\*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

a. El ajuste por comparación múltiple: Bonferroni.

Las representaciones de las medias marginales para las valencias positiva y negativa con las AOI se pueden encontrar en la figura 82. Se puede observar que hay mayor duración de las visitas para la valencia positiva en las AOI de gama, promoción y atributo. Mientras que para la valencia negativa se observó más duración de visita en la marca y fotografía.

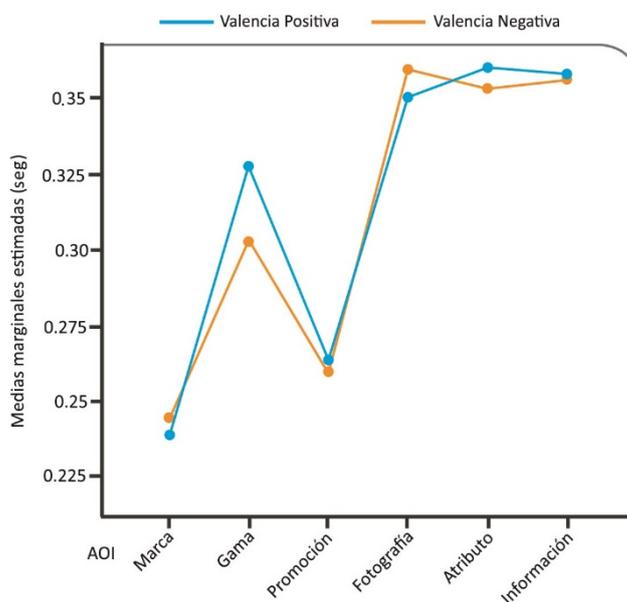


Figura 82. Diferencia de medias marginales para VD.

#### 6.4.7 Datos registrados de encefalografía para potenciales evocados.

Este apartado explicará de manera general el procedimiento seguido para obtener los datos de la señal de EEG. La señal en crudo fue capturada por el TMSI Refa y grabada por la plataforma Neurolab. El procesamiento de la señal se realizó por medio de una herramienta del programa Matlab, esta herramienta es denominada como EEGLAB (<http://sccn.ucsd.edu/eeglab/>).

Esta herramienta es un complemento abierto para Matlab, utilizada para procesar datos magnetoencefalográficos, electroencefalográficos y otras señales electrofisiológicas. Asimismo, proporciona una interfaz gráfica interactiva permitiendo al usuario el procesamiento de datos usando análisis independientes de componentes (ICA) y/o análisis de tiempo/frecuencia (TFA), incorporando

también métodos para extraer promedios estándar. Dentro de la herramienta EEGLAB se añadió otra llamada ERPLAB. Esta nueva herramienta se encuentra firmemente integrada dentro de EEGLAB, extendiendo sus capacidades y proporcionando instrumentos para el procesado, la visualización y el análisis de potenciales relacionados con eventos (ERP).

El arquetipo del experimento marca las condiciones básicas de los elementos a buscar dentro de la señal. Lo que encontraremos dentro de la señal son marcas de eventos (correspondientes a los *priming* y *targets*) y del pulsador (sí, no). La categorización de los elementos crear una estructura de repetición:

$$\text{Número de estímulos} = 4 \text{ categorías} \times 5 \text{ imágenes/categoría} \times 10 \text{ palabras} = 200$$

Los estímulos utilizados se categorizan como palabras (positivo o negativo) y las imágenes (empaquete de jamón, pavo, modificado con promoción o sin promoción). Esta información será de utilidad después de analizar la señal de EEG captada durante la prueba.

La señal de cada participante se analiza de manera independiente, pero bajo el mismo protocolo. El EEGLAB necesitaba identificar 5 elementos para poder tratar la señal de manera correcta. A continuación se describirá de manera general cada uno de los elementos dentro del programa:

- GENERALPROP: Recoge información general del experimento como el identificador del sujeto, la versión del núcleo de procesamiento de NeuroLab, el arquetipo del experimento, la frecuencia de muestreo, la estructura con el montaje de EEG según el estándar 10-20, información sobre las clases utilizadas para marcar los estímulos y el orden en que éstos fueron mostrados en la tarea entre otros.
- PROP: Es un vector de estructura que recoge información descriptiva de cada señal y contiene datos como el nombre, el número de canales y repeticiones realizadas (eventos o estímulos).
- MARKERS: Es una matriz que almacena en una estructura de filas todo tipo de marcadores o marcas hechas durante el experimento.
- STATES: Recoge información útil sobre cada uno de los marcadores, ordenándolos alfabéticamente y mostrando sus nombres y valores.
- SIGNAL: Es la estructura de celdas que recoge las señales enviadas por los sensores conectados al amplificador, mostrándolas en el mismo orden en el que se encuentran en Prop.

Una vez estructurado todos los datos de los participantes, se puede realizar un análisis de la señal por épocas. Las épocas es una segmentación que se hace alrededor de cada evento para obtener un segmento que servirá de base para obtener los ERPs. En la figura 83, se muestra un ejemplo de este proceso. La línea roja, azul y verde marcan un evento (estímulo o pantalla negra). La época se marca para tener el tiempo estimado dónde aparecerá el ERPs.

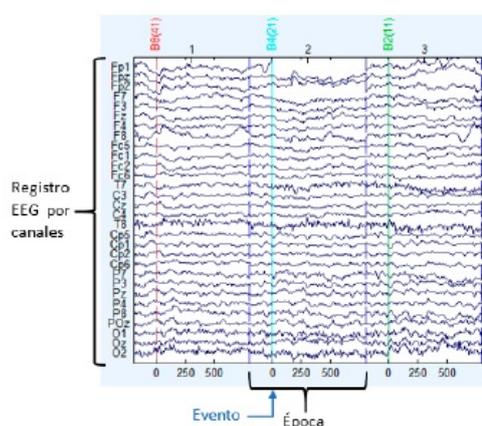


Figura 83. Ejemplo de registro de EEG con épocas.

Esta segmentación por épocas también ayuda a encontrar lo que el programa denomina artefactos. Estos artefactos son los elementos claros de la señal, sin ningún ruido, en cada época. En el análisis de la señal se descartaron 5 personas porque mucha de su señal no cumplía el mínimo de artefactos necesarios para obtener los ERPs. En la figura 84, se muestra un ejemplo de como se ve la señal con ruido, la cual se debe eliminar esa época y artefactos, si no cumple un mínimo de componentes (al menos 180 de las 200 repeticiones realizadas) la señal no es válida.

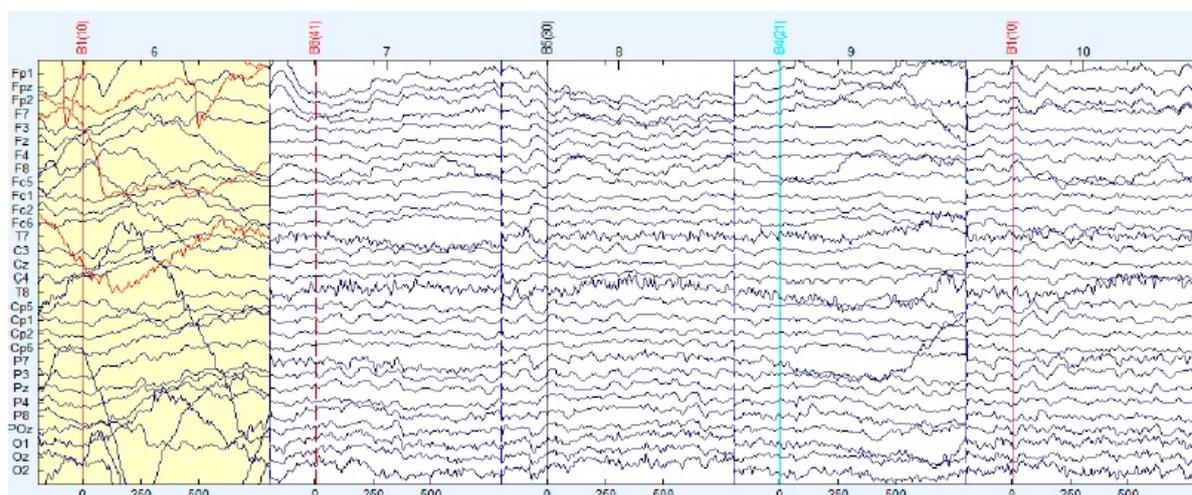


Figura 84. Señal con artefactos detectados. En amarillo muestra de señal con ruido.

Una vez detectados qué artefactos y épocas son válidos. Un filtro de 30 Hz fue aplicado para suavizar la señal y poder representar los promedios de los electrodos aledaños a las 9 que se utilizarán en el análisis estadístico. La función del EEGLAB termina aquí, dándole paso a ERPLAB para poder realizar dos tareas importantes en la generación de los valores de ERPs.

La primera tarea es realizar los ERPsets de cada sujeto. Esto son los datos de la señal que se utilizaran para comparar y realizar la estadística pertinente. Estos datos estarán dentro de una ventana de selección que va de 400 a los 600 milisegundos. Este tiempo está relacionado con la carga cognitiva relacionada con compresión y asociación semántica (Kamiyama, Abla, Iwanaga, & Okanoya, 2013; Kutas, 2011; Petten, 2014; Zhang, Kong, & Jiang, 2012). La segunda tarea es realizar un gran promedio (Gran Average) al utilizar todos los datos (ERPsets) de todos los participantes. El gran promedio se podrá observar en la comparación de las categorías hechas para los empaques seleccionados. También se representaran en gráficas para los componentes destacados.

Los electrodos utilizados para poder definir y detectar el procesamiento semántico de los *priming* con los *targets*, son los nueve principales utilizados en la mayoría de pruebas de ERP con N400 (Neville et al., 1986), estos elementos también fueron utilizados para realizar las representaciones de las fluctuaciones del gran promedio: Los frontales (F3, Fz y F4), los centrales (C3, Cz y C4) y los parietales (P3, Pz y P4).

Los datos obtenidos son valores de la amplitud (en microvoltios,  $\mu\text{V}$ ) extraídos de las ondas de los potenciales evocados para cada electrodo en el intervalo de tiempo de 400 a 600 milisegundos. Esta ventana corresponde al efecto de la N400, donde se observarán las fluctuaciones en menor o mayor medida cuando se observe el *target* influenciado por el *priming*. Recordemos que la congruencia está ligado a un efecto mayormente negativo de los valores. Los datos numéricos nos ayudarán a poder

analizarlos estadísticamente los resultados. Se describirán una serie de supuestos o hipótesis asociados con dos grupos de categorización. La primera categorización es para los empaques originales: Jamón Cocido y Pechuga de Pavo. La segunda categorización es para los empaques modificados: Empaque con promoción y Empaque sin promoción.

El análisis que se utilizará para observar el comportamiento de las amplitudes para las categorizaciones será el mismo que se utilizó para los datos de ET. **El análisis de varianza (ANOVA) con medidas repetidas (MR)** de factores completos, es el análisis seleccionado. Los factores que se utilizarán son:

**Factor Valencia:** Este factor cuenta dos niveles. Estos niveles están determinados por la captura en cada uno de los electrodos utilizados.

- Positiva.
- Negativa.

**Factor Producto:** Este factor cuenta con dos niveles. Los niveles corresponden a las categorizaciones de los empaques utilizados. Para el primer análisis utilizaremos los empaques originales:

- Jamón Cocido.
- Pechuga de Pavo.

Posteriormente para el segundo análisis utilizaremos los empaques que fueron modificados:

- Con Promoción.
- Sin Promoción.

Dos consideraciones deben ser tomadas para abordar las interpretaciones de los análisis a realizar. La primera consideración es una inspección visual de la representación del gran promedio para todas las categorías realizadas en los nueve electrodos básicos (véase figuras 85, 86, 90 y 91).

La segunda consideración se basa en los trabajos de Lin et al., 2011; Makin et al., 2012; Choi y Ryu, 2014; Li et al., 2015, quienes utilizan la topografía parietal (P3, Pz y P4) como la principal referencia para el resultado de N400.

## 6.4.8 Resultados de la experimentación de potenciales evocados.

### *6.4.8.1 Resultados para los ERPs: Diferencia de valencia entre empaques de jamón y pavo.*

Este apartado de resultados para ERPs se centra realizar los tres análisis correspondientes la categorización de los empaques originales para los electrodos parietales. En la figura 85, se puede observar cómo se conformaran los análisis. Para los tres electrodos (P3, Pz, P4) se observará los efectos entre jamón cocido (positivo) frente a pechuga de pavo (positivo) y jamón cocido (negativo) frente a pechuga de pavo (negativo).

Para poder interpretar los resultados de los análisis a realizar, se deben plantear una serie de supuestos o hipótesis. Al igual que los supuestos planteados para ET, los ERPs deben formularse de la misma forma. El primer supuesto debe describir la potencia que genera la percepción de los *priming*,

recordando que un valor negativo más elevado (mayor amplitud) esta relacionado con la incongruencia de *priming y target*:

- El valor de la valencia positiva debe presentar una menor amplitud que la valencia negativa.

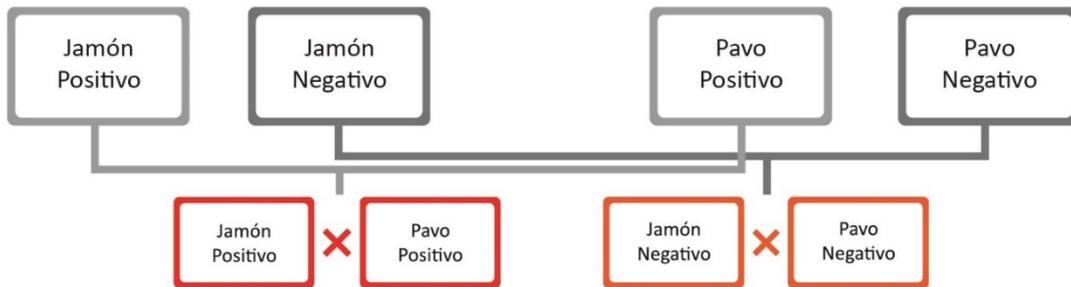


Figura 85. Esquema de distribución de análisis de ANOVA de Medida repetidas de factores completos para empaques de jamón y pavo.

El segundo supuesto para el análisis se enfoca hacia la percepción de los dos envases de productos:

- Los envases con valencia positiva deben presentar una menor amplitud que los envases con valencia negativa.

Una vez establecido los supuestos para los dos análisis. Se observara el gran promedio representado en las gráficas de los electrodos frontales, centrales y parietales. En las figuras 86 y 87 se pueden observar el primer análisis para las diferencias entre los mismos empaques. Los datos de las amplitudes se pueden encontrar en el Anexo D.12.

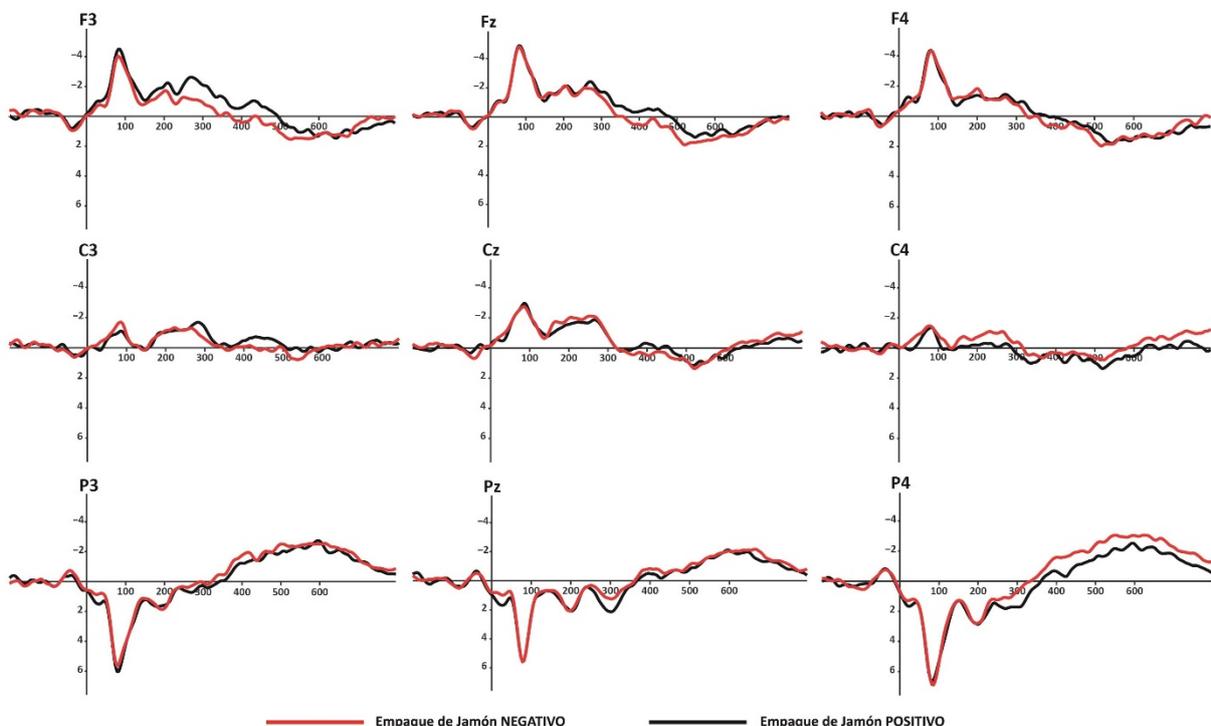


Figura 86. Gran promedio para EPRs para el caso de Jamón Positivo y Jamón Negativo.

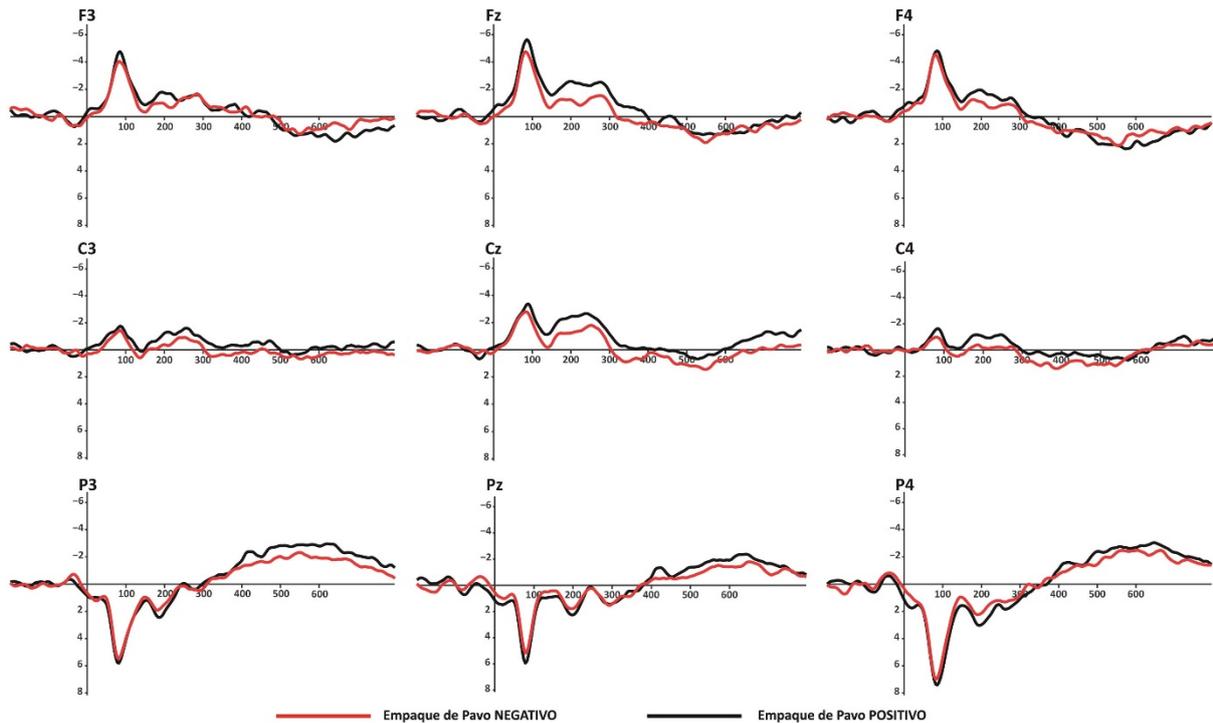


Figura 87. Gran promedio para EPRs para el caso de Pavo Negativo y Pavo Positivo.

#### 6.4.8.1.1 Diferencia de valencia para el electrodo P3.

El primer análisis a realizar corresponde al electrodo P3. En la tabla 64, se puede observar los resultados para la prueba multivariante con el efecto de lambda de Wilks. La tabla completa se puede observar en el anexo D.13 Para el primer nivel de factores no se observan valores con significación. Para el segundo nivel de factores se observa que la interacción Valencia\*Producto [ $F(1,22)=4.592, p=0.043$ ] presenta un valor menor que el nivel crítico ( $p=0.05$ ).

Tabla 65. Pruebas multivariante para ERP de Jamón y Pavo en el electrodo P3.

Efecto	Valor	F	GI de hipótesis	GI de error	Sig.	
Valencia	Lambda de Wilks	0.966	0.767 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.391
Producto	Lambda de Wilks	0.983	0.378 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.545
Valencia*Producto	Lambda de Wilks	0.827	4.592 <sup>a</sup>	1.000	22.000	<b>0.043</b>

a. Estadístico exacto.

b. Diseño dentro de sujetos: Valencia + Producto + Valencia \* Producto

El análisis de MR necesita de una verificación de esfericidad de datos. La esfericidad se puede evaluar cuando hay tres o más niveles de un factor de medida repetida. Sin embargo en nuestro análisis no se cuenta con ello. La diferencia encontrada se debe observar en las medias marginales obtenida de la interacción. En la tabla 65, se puede observar el resultado de las medias marginales para la interacción Valencia\*Producto.

Tabla 66. Medias Marginales para la interacción Valencia\*Producto de P3.

Valencia	Producto	Media	Error Std.	95% Intervalo de confianza	
				Límite inferior	Límite superior
Positiva	Jamón	-1.947	0.535	-3.056	-0.837
	Pavo	-2.595	0.607	-3.855	-1.336
Negativa	Jamón	-2.172	0.499	-3.208	-1.136
	Pavo	-1.832	0.494	-2.856	-0.808

En la figura 88, se puede observar la representación de las medias marginales. Se puede confirmar que los valores negativos son más elevados para el pavo positivo mientras que los valores negativos son más elevados para el jamón negativo.

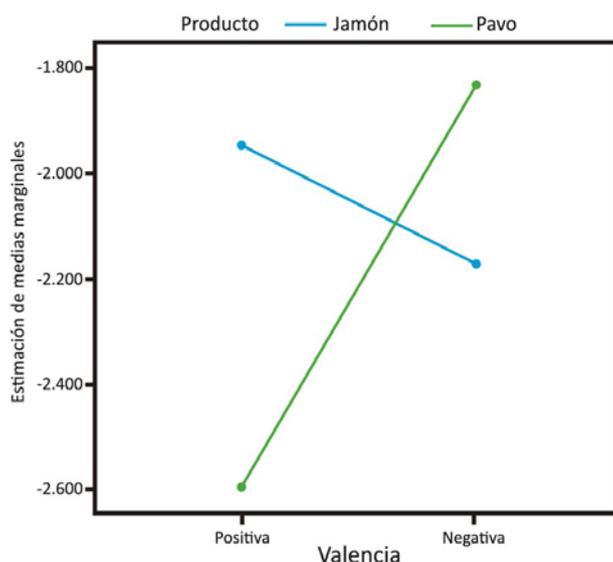


Figura 88. Diferencia de medias para la valencia de los productos jamón y pavo en el electrodo P3.

#### 6.4.8.1.2 Diferencia de valencia para el electrodo Pz.

El segundo análisis a realizar corresponde al electrodo Pz. En la tabla 66, se pueden observar los resultados para la prueba multivariante con el efecto de lambda de Wilks. La tabla completa se puede observar en el anexo D.14. No se encontró ningún valor con nivel de significación para la valencia de los empaques en el electrodo Pz.

Tabla 67. Pruebas multivariante para ERP de Jamón y Pavo en el electrodo Pz.

Efecto	Valor	F	GI de hipótesis	GI de error	Sig.	
Valencia	Lambda de Wilks	0.981	0.432 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.518
Producto	Lambda de Wilks	0.999	0.013 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.911
Valencia*Producto	Lambda de Wilks	0.914	2.062 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.165

a. Estadístico exacto.

b. Diseño dentro de sujetos: Valencia + Producto + Valencia \* Producto

Para seguir el resultado del electrodo P3. Se observa en la tabla 67, el resultado de las medias marginales de la interacción Valencia\*Producto.

Tabla 68. Medias Marginales para la interacción Valencia\*Producto de Pz.

Valencia	Producto	Media	Error Std.	95% Intervalo de confianza	
				Límite inferior	Límite superior
Positiva	Jamón	-1.010	0.541	-2.132	0.111
	Pavo	-1.370	0.544	-2.499	-0.242
Negativa	Jamón	-1.159	0.499	-2.194	-0.124
	Pavo	-0.865	0.513	-1.929	0.199

En la figura 89, se puede observar la representación de las medias marginales para el electrodo Pz. Se observa como los valores de jamón cocido son muy cercanos, mientras que los valores de pavo son más concluyentes en las amplitudes.

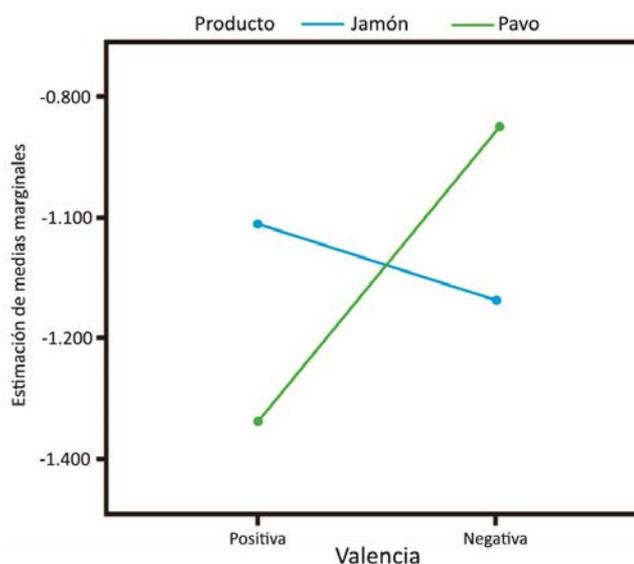


Figura 89. Diferencia de medias para la valencia de los productos jamón y pavo en el electrodo Pz.

### 6.4.8.1.3 Diferencia de valencia para el electrodo P4.

El tercer análisis a realizar corresponde al electrodo P4. En la tabla 68, se pueden observar los resultados para la prueba multivariante con el efecto de lambda de Wilks. La tabla completa se puede observar en el anexo D.15. Para el primer nivel de factores no se observan valores con significación. Para el segundo nivel de factores se observa que la interacción Valencia\*Producto [F (1.22)=13.572, p=0.001] presenta un valor menor que el nivel crítico (p=0.05).

Tabla 69. Pruebas multivariante para ERP de Jamón y Pavo en el electrodo P4.

Efecto		Valor	F	GI de hipótesis	GI de error	Sig.
Valencia	Lambda de Wilks	0.970	0.670 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.422
Producto	Lambda de Wilks	1.000	0.003 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.959
Valencia*Producto	Lambda de Wilks	0.618	13.572 <sup>a</sup>	1.000	22.000	<b>0.001</b>

a. Estadístico exacto.

b. Diseño dentro de sujetos: Valencia + Producto + Valencia \* Producto

Al no haber más de dos niveles en el factor, no necesitamos observar la esfericidad de los datos. Podemos observar directamente el resultado de las medias marginales para la interacción Valencia\*Producto para el electrodo P4, mostrada en la tabla 69.

Tabla 70. Medias Marginales para la interacción Valencia\*Producto de P4.

Valencia	Producto	Media	Error Std.	95% Intervalo de confianza	
				Límite inferior	Límite superior
Positiva	Jamón	-1.469	0.516	-2.539	-0.399
	Pavo	-2.099	0.470	-3.074	-1.124
Negativa	Jamón	-2.350	0.500	-3.387	-1.313
	Pavo	-1.698	0.526	-2.788	-0.607

En la figura 90, se puede observar la representación de las medias marginales de la interacción Valencia\*Producto. Se confirma que la valencia negativa para jamón presenta un nivel negativo mayor que la valencia positiva. La valencia positiva en el pavo presenta mayor valor negativo que la valencia negativa.

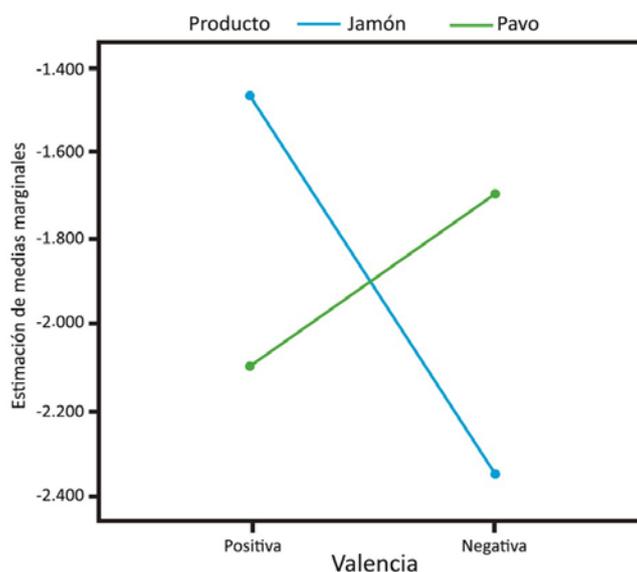


Figura 90. Diferencia de medias para la valencia de los productos jamón y pavo en el electrodo P4.

#### 6.4.8.2 Resultados para los ERPs: Diferencia de valencia entre empaques con promoción y sin promoción.

El segundo caso de comparación es para los empaques que poseían una etiqueta de promoción (Euro) o sin promoción. La figura 91, muestra el procedimiento del análisis para el ANOVA de medidas repetidas. De nueva cuenta se realizara el análisis para los tres electros parietales (P3, Pz, P4) para observar el efecto entre promoción (positiva) frente a no promoción (positiva) y promoción (negativa) frente a no promoción (negativa).

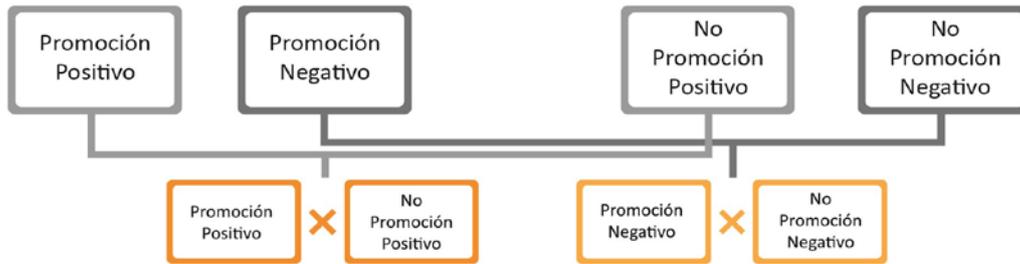


Figura 91. Esquema de distribución de análisis de ANOVA de Medida repetidas de factores completos para empaques con promoción o sin promoción.

Para poder interpretar los resultados de los análisis a realizar, se deben plantear una serie de supuestos o hipótesis. Al igual que los supuestos planteados para la primera categorización de estímulos. Estos presentan las mismas hipótesis, ya que se busca observar el efecto de los *priming* y *target* en la amplitud de la señal.

- **El valor de la valencia positiva debe presentar una menor amplitud que la valencia negativa.**

El segundo supuesto en este caso en particular se enfoca en los envases con etiqueta de promoción (1€):

- **Los envases (con promoción) con valencia positiva deben presentar una menor amplitud que los envases con valencia negativa.**

En las figuras 92 y 93 se pueden observar de manera general las diferencias por el gran promedio para las valencias positivas y negativas. Los datos de las amplitudes se pueden encontrar en el Anexo D.12.

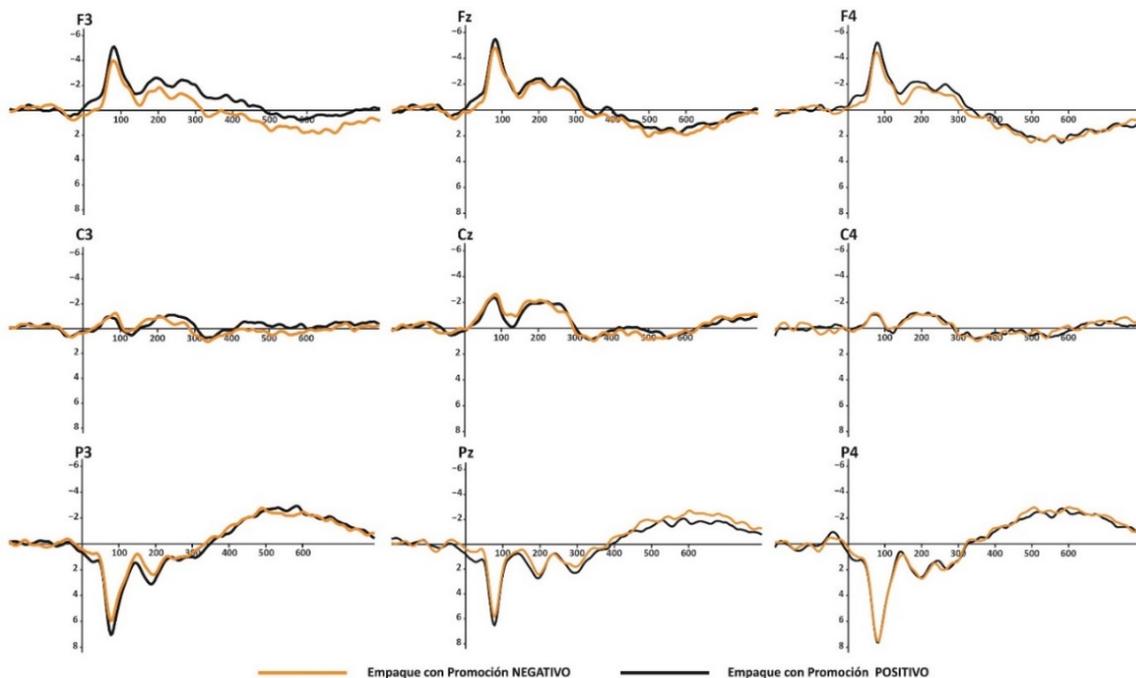


Figura 92. Gran promedio para EPRs para el caso de empaque promoción positivo y negativo.

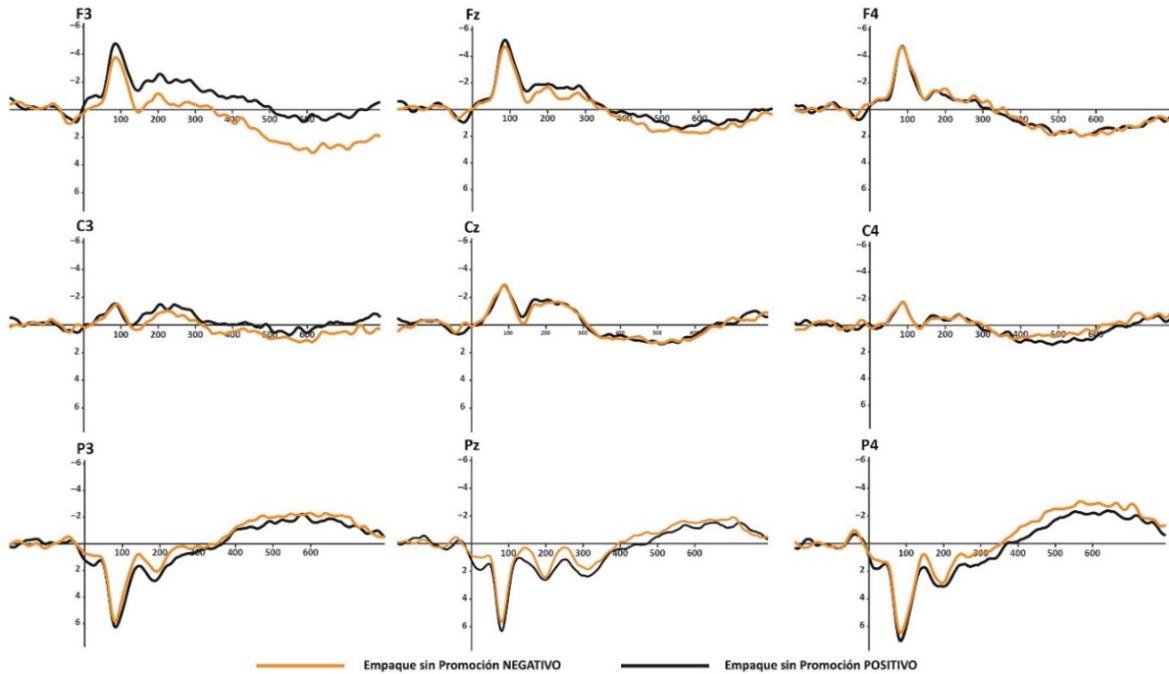


Figura 93. Gran promedio para EPRs para el caso de empaque sin promoción positivo y negativo.

#### 6.4.8.2.1 Diferencia de valencia para el electrodo P3.

El primer análisis para la diferencia entre empaques (producto) de promoción y sin promoción es para el electrodo P3. En la tabla 71, se pueden observar los resultados para la prueba multivariante con el efecto de lambda de Wilks. La tabla completa se puede observar en el anexo D.16. Para ninguno de los dos niveles se observa nivel de significación.

Tabla 71. Pruebas multivariante para ERP de empaques con promoción y sin promoción para P3.

	Efecto	Valor	F	GI de hipótesis	GI de error	Sig.
Valencia	Lambda de Wilks	0.995	0.100 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.754
Producto	Lambda de Wilks	0.951	1.137 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.298
Valencia*Producto	Lambda de Wilks	0.975	0.570 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.458

a. Estadístico exacto.

b. Diseño dentro de sujetos: Valencia + Producto + Valencia \* Producto

Dadas las condiciones de la prueba de medida repetida, no se tiene que observar la esfericidad de los datos. Aunque no se observan ningún nivel de significación, en los análisis anteriores la interacción de Valencia\*Producto es relevante observarla.

Tabla 72. Medias Marginales para la interacción Valencia\*Producto de P3.

Valencia	Producto	Media	Error Std.	95% Intervalo de confianza	
				Límite inferior	Límite superior
Positiva	Con promoción	-2.232	0.590	-3.455	-1.009
	Sin promoción	-1.652	0.615	-2.927	-0.378
Negativa	Con promoción	-2.120	0.597	-3.359	-0.881
	Sin promoción	-1.998	0.600	-3.243	-0.753

Aunque no se encontró diferencia estadística entre la interacción Valencia\*Producto, se puede observar que hay cierta diferencia en las amplitudes de este electrodo. En la figura 94, se puede observar las valencias para el empaque con promoción es muy cercano. Sin embargo, la valencia negativa del empaque sin promoción presenta un valor más negativo que la valencia positiva.

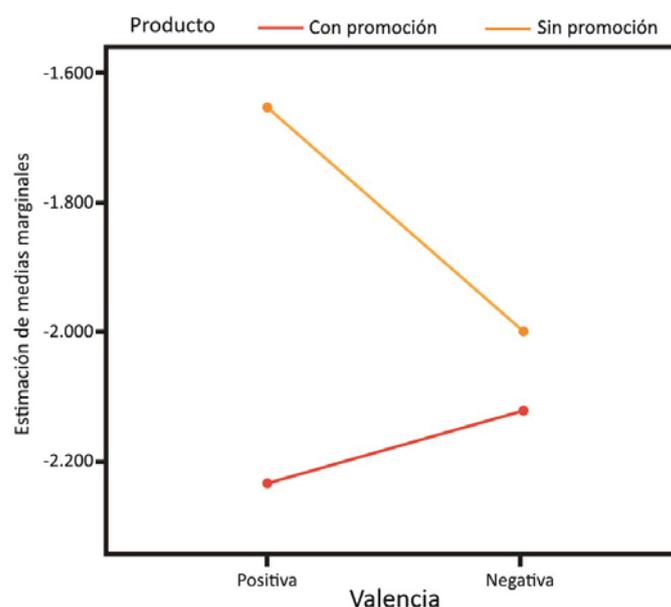


Figura 94. Diferencia de medias para la valencia de los empaque con promoción y sin promoción para el electrodo P3.

#### 6.4.8.2.2 Diferencia de valencia para el electrodo Pz.

El segundo análisis para la diferencia entre empaques (producto) de promoción y sin promoción es para el electrodo Pz. En la tabla 73, se pueden observar los resultados para la prueba multivariante con el efecto de lambda de Wilks. La tabla completa se puede observar en el anexo D.17. Para ninguno de los dos niveles se observa nivel de significación para el segundo electrodo de la alineación de parietales.

Tabla 73. Pruebas multivariante para ERP de empaques con promoción y sin promoción para Pz.

Efecto		Valor	F	GI de hipótesis	GI de error	Sig.
Valencia	Lambda de Wilks	0.918	1.955 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.176
Producto	Lambda de Wilks	0.858	3.630 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.070
Valencia*Producto	Lambda de Wilks	0.997	0.059 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.810

a. Estadístico exacto.

b. Diseño dentro de sujetos: Valencia + Producto + Valencia \* Producto

En la tabla 74, se presenta el resultado de la interacción entre Valencia\*Producto.

Tabla 74. Medias Marginales para la interacción Valencia\*Producto de Pz.

Valencia	Producto	Media	Error Std.	95% Intervalo de confianza	
				Límite inferior	Límite superior
Positiva	Con promoción	-1.314	0.563	-2.482	-0.146
	Sin promoción	-0.541	0.641	-1.870	0.787
Negativa	Con promoción	-1.591	0.702	-3.048	-0.134
	Sin promoción	-1.018	0.573	-2.207	0.171

En la figura 95, se representan los resultados de las medias. Se puede observar como los empaques con promoción presenta mayores amplitudes que los empaque sin la promoción. Sin embargo, el resultado de la gráfica revelá que las dos categorías se comportan de forma similar.

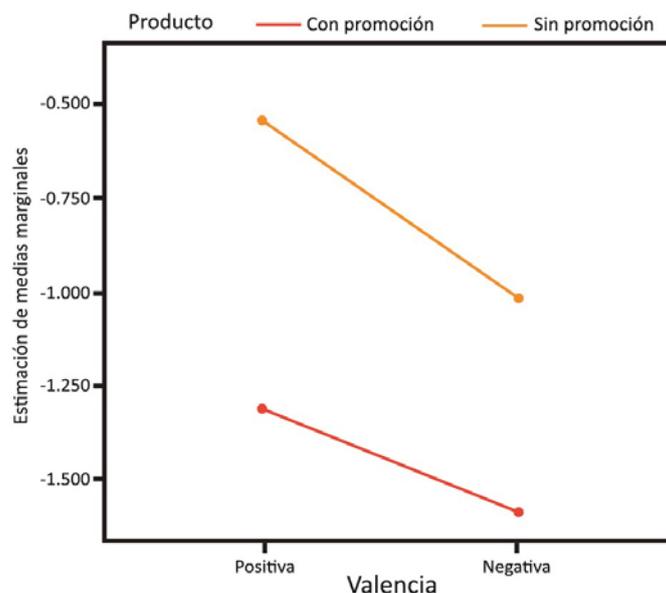


Figura 95. Diferencia de medias para la valencia de los empaque con promoción y sin promoción para el electrodo Pz.

#### 6.4.8.2.3 Diferencia de valencia para el electrodo P4.

El tercer análisis para la diferencia entre empaques (producto) de promoción y sin promoción es para el electrodo P4. En la tabla 75, se pueden observar los resultados para la prueba multivariante con el efecto de lambda de Wilks. La tabla completa se puede observar en el anexo D.18. Para ninguno de los dos niveles se observa nivel de significación para el segundo electrodo de la alineación de parietales.

Tabla 75. Pruebas multivariante para ERP de empaques con promoción y sin promoción para P4.

Efecto		Valor	F	GI de hipótesis	GI de error	Sig.
Valencia	Lambda de Wilks	0.890	2.725 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.113
Producto	Lambda de Wilks	0.998	0.045 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.833
Valencia*Producto	Lambda de Wilks	0.942	1.367 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.255

a. Estadístico exacto.

b. Diseño dentro de sujetos: Valencia + Producto + Valencia \* Producto

En la tabla 76, se puede observar el resultados de las medias marginales para la interacción de Valencia\*Producto para el electrodo P4.

Tabla 76. Medias Marginales para la interacción Valencia\*Producto de P4.

Valencia	Producto	Media	Error Std.	95% Intervalo de confianza	
				Límite inferior	Límite superior
Positiva	Con promoción	-2.033	0.568	-3.211	-0.854
	Sin promoción	-1.556	0.576	-2.750	-0.362
Negativa	Con promoción	-2.126	0.705	-3.588	-0.665
	Sin promoción	-2.468	0.552	-3.612	-1.323

No se encontraron diferencias estadísticas entre las medias. La figura 96, nos muestra el comportamiento de las valencias para empaques con promoción y sin promoción. Se puede observar que para el empaque con promoción las valencias son muy cercanas en valor. Sin embargo, para el empaque sin promoción la valencia negativa presenta un valor menor que la valencia positiva.

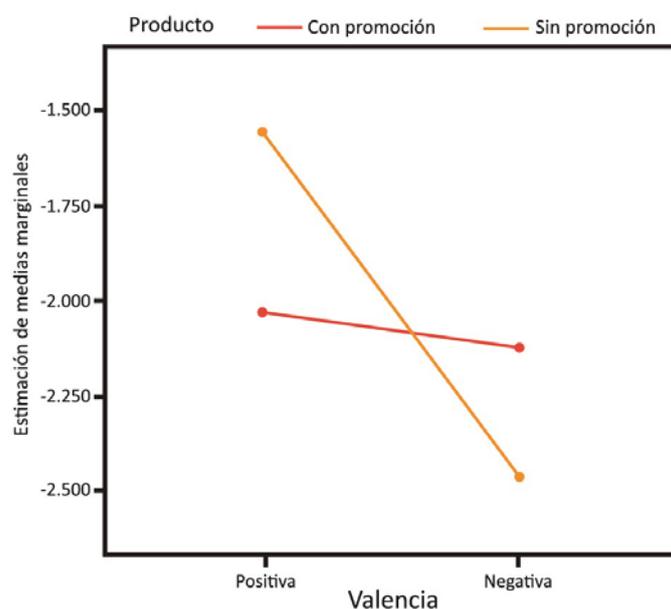


Figura 96. Diferencia de medias para la valencia de los empaques con promoción y sin promoción para el electrodo P4.

#### 6.4.9 Discusión y Conclusiones.

Este experimento culmina la experimentación de la tesis integrando dos técnicas de mediciones fisiológicas: *Eye-tracking* y potenciales de eventos relacionados bajo un mismo experimento. La base de la experimentación se centró en el arquetipo metodológico de los potenciales de eventos relacionados utilizando la influencia de palabras para generar la potencia en la zona parietal del cerebro. A su vez, el *Eye-tracking* tuvo una participación complementaria capturando la visión de los participantes mientras observaban las palabras y los empaques seleccionados. Esta discusión comienza describiendo los resultados de *Eye-tracking* y posteriormente los resultados de los potenciales de eventos relacionados.

A continuación describiremos los resultados obtenidos de los análisis realizados a cuatro métricas de visión. Estos resultados nos dan un panorama sobre los elementos gráficos (que son las AOI como factor) que son afectados por la valencia (como factor) para valorar los empaques. La dinámica de los *priming* hace que se creen relaciones de conceptos y el empaque.

Las dos primeras métricas de visión son empleadas para dar respuesta al supuesto planteado: *El efecto de la valencia (priming positivo/priming negativo) hace que los target (AOI) se miren de forma diferente.* Por un lado la variable de total de duración de fijaciones nos da un valor sobre el tiempo que los participantes miraron un punto de interés. En relación con esto, el número de visitas indica el número de veces que pasan esas fijaciones en el punto de interés. Estas dos variables de contabilizar la visión nos darán las diferencias recibidas en cada AOI.

Para la variable de total de duración de la fijación, se encontraron diferencias entre la valencia ( $p=0.040$ ) y las AOI ( $p=0.000$ ). La diferencia entre valencia de 0.467 fijaciones hace que se note las diferencias

entre AOI como la marca, gama y fotografía que contiene más fijaciones para la valencia negativa. Para el número de visitas se encontraron diferencias para las AOI ( $p=0.000$ ). Las AOI con un mayor número de visitas fueron la marca y gama con mayores visitas por parte de la valencia negativa, y la AOI tributo mayores visitas para la valencia positiva.

Las dos siguientes métricas de visión son empleadas para dar respuesta al segundo supuesto planteado: *El efecto de la valencia hace que ciertas AOI reciban la misma atención en los dos casos*. Por un lado la variable de primer tiempo de fijación nos dice el tiempo cuándo una AOI fue observada por primera vez. En relación a esto, la duración de la visita indica el tiempo invertido en todas las visitas. Estas dos variables de tiempo nos dirán el nivel de atención recibido en cada AOI.

Para la variable de primer tiempo de fijación, se encontraron diferencias para las AOI ( $p=0.004$ ). La cual refleja diferencias entre las AOI promoción, gama y fotografía. Las medias marginales nos dicen que la valencia positiva para casi todas las AOI fueron vistas primero, con excepción de la AOI promoción donde la valencia negativa influyó para observar primero. Para la duración de las visitas, se encontraron para las AOI ( $p=0.000$ ). Las AOI con mayores diferencias fueron fotografía, atributos e información. Tanto para la valencia positiva como negativas estas tres AOI tuvieron mayor tiempo de visitas que las dos AOI restantes.

Estos resultados de *Eye-tracking* reflejan una mayor influencia de la valencia negativa en la visión. Las palabras negativas crean un efecto de reconocimiento de elementos. Ya que la pregunta después del *priming y target* (¿Es coherente?) predispone a buscar elementos contradictorios en AOI como fotografía, gama e información. Este resultado revela información de elementos gráficos que son influidos por las palabras utilizadas. Estos hallazgos nos ayudarán a entender los resultados de la prueba de potenciales, donde veremos la diferencia de percepción de las palabras con los empaques categorizados.

Los potenciales relacionados con eventos o potenciales evocados nos brindan una visión totalmente nueva del análisis perceptual de un concepto y un producto. La metodología de *response priming* para detectar la congruencia e incongruencia ha mostrado resultados relevantes. Aunque se realizó la captura de las señales para las topografías frontales, centrales y parietales, solo se utilizaron los tres electrodos parietales (P3, Pz y P4). Esta referencia se toma a partir de la similitud de experimentos de Lin et al., 2011; Makin et al., 2012; Choi y Ryu, 2014; Li et al., 2015 para interpretar el resultado de las amplitudes en la N400 (400-600 milisegundos). Los efectos de las palabras se observarán en la amplitud negativa resultante, con mayor amplitud negativa la asociación con incongruencia es mayor entre *priming-target*.

La categorización de los empaques ayudó a poder comparar tipologías entre todos los empaques utilizados y detectar la percepción de ellos. La primera comparación se hizo para los empaques de jamón cocido y pechuga de pavo como el factor producto. La segunda comparación se hizo para los empaques que fueron modificados, uno conteniendo una etiqueta de promoción (1€) y otra sin promoción.

Para la comparación de jamón cocido y pechuga observando las potencias en la zona parietal se formuló el supuesto: *El valor de la valencia positiva debe presentar una menor amplitud que la valencia negativa y los envases con valencia positiva deben generar una amplitud menor que los envases con valencia negativa*. Estos supuestos se plantean debido a las características intrínsecas de los dos productos, al ser empaques de comida saludable, el de menor amplitud será valorado como mejor que el otro y debe tener mayor congruencia con las palabras de la valencia positiva. Para el electrodo P3, se encontró un valor de significación para la interacción de la valencia\*producto ( $p=0.043$ ). Las medias marginales describieron que la valencia positiva del jamón cocido ( $M_{\text{jamónP:}}=-1.947 \mu\text{V}$ ) es menor que su valencia

negativa ( $M_{\text{jamónN}}:-2.172 \mu\text{V}$ ). Mientras que la valencia negativa de la pechuga de pavo ( $M_{\text{pavoN}}:-1.832 \mu\text{V}$ ) es menor que su valencia positiva ( $M_{\text{pavoP}}:-2.595 \mu\text{V}$ ).

Para el electrodo Pz, no se encontró un valor de significación en el análisis. Sin embargo observaremos el comportamiento de los dos empaques por medio de las medias marginales. Se encontró que la valencia positiva de pechuga de pavo ( $M_{\text{pavoP}}:-1.370 \mu\text{V}$ ) era mayor que la del jamón cocido ( $M_{\text{jamónP}}:-1.010 \mu\text{V}$ ). La valencia negativa de la pechuga de pavo ( $M_{\text{pavoN}}:-0.865 \mu\text{V}$ ) presentó una amplitud menor que la valencia negativa del jamón cocido ( $M_{\text{jamónN}}:-1.159 \mu\text{V}$ ).

Para el electrodo P4, se encontró un nivel de significación para la interacción de valencia\*producto ( $p=0.001$ ). Las medias marginales describieron que el jamón cocido posee una valencia negativa ( $M_{\text{jamónN}}:-2.350 \mu\text{V}$ ) menor que la valencia positiva ( $M_{\text{jamónP}}:-1.469 \mu\text{V}$ ). Mientras que la valencia positiva de la pechuga de pavo ( $M_{\text{pavoP}}:-2.099 \mu\text{V}$ ) presentó una amplitud mayor que la valencia negativa ( $M_{\text{pavoN}}:-1.698 \mu\text{V}$ ).

La zona parietal del cerebro revela para la comparación de los envases de jamón cocido y pechuga, menores amplitud con las valencias del jamón cocido. Mientras que las valencias para la pechuga de pavo presentan mayores amplitudes. Los supuestos planteados sitúan al empaque jamón cocido con mayor congruencia con la valencia positiva. Mientras que la valencia positiva de pechuga presentan mayor incongruencia.

Para la comparación de los empaques modificados con la promoción o sin ella se formuló los siguientes dos supuestos: *El valor de la valencia positiva debe presentar una menor amplitud que la valencia negativa y los envases (con promoción) con valencia positiva deben generar una amplitud menor que los envases con valencia negativa*. Estos dos supuestos se plantean para destacar el efecto de la AOI Euro (o promoción), la cual debe tener un efecto positivo en la evaluación del empaque (se interpreta que al tener una promoción el producto es congruente con la valencia positiva).

Para el primer electro parietal, el P3, no se encontró ningún valor con significación. Sin embargo, podemos observar el comportamiento de las medias marginales de los efectos entre la valencia\*producto. Se encontró que el empaque con promoción de valencia positiva ( $M_{\text{promociónP}}:-2.232 \mu\text{V}$ ) presenta una amplitud ligeramente mayor que la valencia negativa ( $M_{\text{promociónN}}:-2.120 \mu\text{V}$ ). Para el empaque sin promoción se encontró que para su valencia positiva ( $M_{\text{sinpromociónP}}:-1.652 \mu\text{V}$ ) presenta un valor negativo menor que la valencia negativa ( $M_{\text{sinpromociónN}}:-1.998 \mu\text{V}$ ).

Para el electro Pz, no se encontró ningún valor con significación. Observando los efectos entre las medias marginales de la interacción de valencia\*producto, se encontró que el empaque con promoción con valencia positiva ( $M_{\text{promociónP}}:-1.314 \mu\text{V}$ ) presenta un valor mayor que la valencia negativa ( $M_{\text{promociónN}}:-1.591 \mu\text{V}$ ). Para el empaque sin promoción la valencia positiva ( $M_{\text{sinpromociónP}}:-0.541 \mu\text{V}$ ) presentó la mitad de la amplitud que la valencia negativa ( $M_{\text{sinpromociónN}}:-1.018 \mu\text{V}$ ).

Para el último electrodo parietal, el P4, no se encontró ningún valor con significación. Para terminar el análisis de los potenciales evocados se observará los efectos entre la interacción de valencia\*producto. Para el empaque con promoción se observó que la valencia positiva ( $M_{\text{promociónP}}:-2.033 \mu\text{V}$ ) y la valencia negativa ( $M_{\text{promociónN}}:-2.126 \mu\text{V}$ ) presentan valores muy cercanos. Sin embargo, para el empaque sin promoción, la valencia positiva ( $M_{\text{sinpromociónP}}:-1.556 \mu\text{V}$ ) presentó una amplitud mucho menor que la valencia negativa ( $M_{\text{sinpromociónN}}:-2.468 \mu\text{V}$ ).

Los resultados obtenidos para el análisis de los empaques con promoción o sin ella revelan un resultado menos consistente que los encontrados para la primera categorización (jamón vs pavo). Sin embargo, se puede llegar a una conclusión con los valores de las amplitudes encontrados. Para el empaque con promoción se puede observar que sus amplitudes son mayores que para el empaque sin promoción.

Entre sus dos valencias no se observa mucha diferencia. Sin embargo para los empaques sin promoción, se puede observar como sus valencias sí que presentan diferencias de amplitud. Se observó que su valencia negativa presenta mayor amplitud, esto quiere decir que son incongruentes. Los supuestos planteados sitúan al empaque sin promoción mayor congruencia con la valencia positiva. Mientras que su valencia negativa es incongruente.

Los resultados obtenidos del *Eye-tracking* y potenciales relacionados con eventos brindan información relevante sobre la naturaleza, percepción estética y emocional de los empaques. Aunque no se pudo llegar a realizar una correlación más profunda, con los dos resultados del experimento, podemos plantear una primera relación entre los efectos de las palabras elegidas. Las dos metodologías mezcladas no comportante un cien por cien de enfoque en los resultados obtenidos, podemos concluir con los siguientes hallazgos e interpretaciones. Algo que se pudo notar en los resultados de las medidas fisiológicas fue el efecto de los *priming* para percibir los empaques. Analizando en profundidad todos los datos, podemos decir que existe cierta confusión entre concepto: la estética del empaque y la naturaleza del producto que contiene. La palabra barato pueden ser interpretada en los dos sentidos, lo mismo pasa con caro dentro de la valoración del empaque. A diferencia que la palabra nutritivo, la cual tiene una interpretación positiva pero está dentro de la valoración del producto que contiene. Inicialmente se tenía una idea sobre que los empaques de jamón de pavo y sin etiquetan sería desestimados por los empaques de pechuga de pavo y con la promoción. Sin embargo, la relación de conceptos y la percepción subconsciente reveló otro resultado.

En *Eye-tracking*, ciertas AOI no recibieron el interés necesario por el hecho que se cuestionaba la naturaleza de ciertos atributos del producto. Algunos estaban mejor representados que otros, una diferencia evidente eran los atributos del empaque marcados con la AOI euro. Los datos de *Eye-tracking* revelaron como la AOI promoción (euro), fotografía y atributos fueron más observadas. Mientras que la marca y la información no recibieron nivel de atención importante.

En conclusión, esta mezcla de medidas fisiológicas arrojó resultados relevantes sobre la percepción estética y emocional de los empaques utilizados. Se obtuvo una evaluación objetiva desde un punto de vista científico. Las dos señales pueden aportar información, ya sea de manera individual o bien de manera conjunta. Este experimento es el cierre de la experimentación de la tesis. A partir de aquí se generarán una serie de conclusiones, contribuciones, limitaciones y trabajo futuro para la investigación doctoral realizada.



# Capítulo 7:

## Conclusiones generales

El último capítulo de la tesis describe las conclusiones generales del trabajo desarrollado a lo largo de la investigación doctoral. La estructura de este capítulo se enfocará hacia los dos elementos significativos de la investigación: las herramientas y la aportación de la medición emocional. El capítulo se estructura de la siguiente forma: (1) Las contribuciones, las cuales darán respuesta a los objetivos específicos planteados en el primer capítulo. (2) Las conclusiones, lo descubierto y el aprendizaje durante la experimentación de la tesis. (3) Las limitaciones, el alcance de la experimentación y los problemas encontrados. (4) Trabajo futuro, el siguiente paso en la línea de experimentación expuesta.

### 7.1 Contribuciones.

Las contribuciones de la tesis se conectan a continuación de los objetivos planteados. Estos objetivos serán discutidos en función de los resultados obtenidos de la experimentación. A continuación se describirán los argumentos para cada uno de ellos.

- A. Comprobar las implicaciones que tiene la calidad de las representaciones virtuales (renders, modelaciones virtuales o realidad virtual) como parte de los elementos que se integran a metodologías de medición objetiva y subjetiva.*

Los experimentos 6.1, 6.2 y 6.3 hacen uso de estímulos generados por ordenadores. Los recientes programas de modelación virtual son capaces de conseguir un alto grado de realismo en la generación de objetos o espacios. Esto facilita su incorporación en procesos de evaluación.

La herramienta de medición objetiva (*Eye-tracking*) reveló información que no concuerda del todo con el resultado de las impresiones subjetivas. Para el experimento 6.1, se encontró que la calidad del estímulo utilizado evidenció detalles de la representación, puntualmente esos detalles fueron evaluados negativamente. Sin embargo, para el experimento 6.2, la representación virtual fue lo suficientemente realista para generar impresiones que se reflejaron de manera similar. Para el experimento 6.3, los estímulos utilizados fueron imperceptibles entre si eran reales o virtuales. La calidad de las representaciones marca un punto de partida, ya que en función de estas imágenes las mediciones y datos adquiridos tendrán mayor impacto y relevancia.

Las primeras aportaciones encontradas se dan en términos del nivel de la atención visual encontrada (medición objetiva). En cada uno de los experimentos se cuantificó la capacidad de generar o evocar impresiones similares a las de un producto real. La medición subjetiva apoyó las impresiones de la calidad de las representaciones, junto con aspectos emocionales o afectivos.

- B. Comprobar la efectividad de aplicar el método de diferenciales semánticos como parte de las metodologías mixtas para evaluar la percepción subjetiva y objetiva.*

Los resultados obtenidos de los experimentos 6.1 y 6.2, fueron los que implementaron directamente el uso de diferenciales semánticos como herramienta para medir subjetivamente los estímulos utilizados. Los experimentos 6.3 y 6.4 se valieron del método de usar palabras con carga semántica para completar

su evaluación. Esta herramienta, al depender solo de la condición de leer la información que se pregunta, se pudo aplicar en todos los experimentos sin ningún tipo de contrariedad con las otras herramientas y sus metodologías. Para *Eye-tracking* y potenciales de eventos relacionados fueron favorables al no entorpecer la captura de medición objetiva. Los datos obtenidos de las evaluaciones objetivas fueron relevantes al momento de interpretar las variables como: atención, interés, gusto y congruencia. Para todos los experimentos, los diferenciales semánticos marcaron un punto de referencia a comparar con la medida de *Eye-tracking* o potenciales de eventos relacionados. Estas tres herramientas se combinan adecuadamente complementándose entre sí, para integrar un espectro más amplio de evaluación.

- C. *Evaluar el potencial del Eye-tracking para identificar las características sobresalientes del producto.*
- D. *Comprobar que el Eye-tracking es una herramienta de evaluación que traslada valores objetivos en planteamientos de diseño.*

El potencial de la herramienta de *Eye-tracking* para el diseño se confirma a lo largo de los resultados de la experimentación de la tesis. Para cada experimento se encontró un diferenciador que no puede ser expuesto por otra técnica. Su principal factor es la captura de la atención e interés por medio de la visión. En el experimento 6.1 se observó cómo los elementos comunes: iconos, logotipos, texto se perciben de la misma forma sin importar la presentación de los estímulos. En el experimento 6.2 se observó cómo la mirada puede dar información sobre múltiples zonas dentro de una imagen, y si una de ellas destaca u obtiene mayor relevancia por las otras. En el experimento 6.3, se observó la atención que puede tener un estímulo en particular frente a otros (competencia). En el experimento 6.4, se observó cómo un elemento gráfico puede influir en la comprensión de un concepto relacionado con un estímulo.

Las métricas extraídas del *Eye-tracking* son indicadores que destacan elementos que pueden captar la atención o el interés de una persona. Los valores que se obtienen se pueden transformar en directrices de diseño tales como forma, color, material o características. Los resultados obtenidos de todos los experimentos revelan cuáles son los factores estéticos (incluso emocionales) que pueden ser medidos. Conocido el valor de un factor, éste se puede desarrollar más para que su valor se incremente. Sin embargo, en este proceso también se debe incluir una valoración subjetiva para conocer más detalles de esos valores. Por sí solo, el *Eye-tracking* solo es capaz de describir el comportamiento de la visión en muchas variables, pero no es capaz de puntualizar qué debería cambiar en lo que se está observando.

Los siguientes dos objetivos fueron planteados para el experimento de potenciales de eventos relacionados. Este posee características particulares, puesto que presenta un nivel de diseño, implementación y análisis más complejo.

- E. *Probar que la técnica de los potenciales relacionados con eventos es una herramienta viable en la evaluación objetiva (subconsciente) para trasladar datos objetivos en planteamientos de diseño.*
- F. *Comprobar la efectividad de combinar los potenciales relacionados con eventos con otras herramientas de medición objetiva para obtener información de la percepción emocional.*

Los resultados obtenidos del experimento 6.4, revelan un caso poco observado en prácticas de diseño: la relación subconsciente de un concepto con el producto. Entender la relación de congruencia e incongruencia entre un descriptor (palabra) y estímulos (empaques) parece compleja. Sin embargo, la implicación que tiene este proceso es alta en procesos de conceptualización de productos. En términos generales, los conceptos son parte fundamental de la naturaleza de un elemento (objeto, empaque, servicio). El resultado obtenido de la evaluación para los empaques revela cómo positiva o

negativamente pueden ser comprendidos muchos de los elementos gráficos presentes. Un diseño guiado por elementos que solo evoquen comprensiones positivas puede tener más impacto que uno que presente una desconocida naturaleza.

La efectividad de combinar esta técnica con otras mediciones objetivas esta en las posibilidades de afinidad de su metodología. Los descriptores semánticos pueden ser dirigidos a múltiples aspectos para evaluar un producto. Los tiempos de exposición del estímulo y la postura del participante pueden ser utilizados para captar otro tipo de medida fisiológica como GSR (Respuesta galvánica de la piel), ECG (Electrocardiograma) o ST (sensor de temperatura). Para cerrar las contribuciones, describiremos los resultados que nos llevan a desarrollar el objetivo principal de este trabajo de investigación doctoral.

*Contribuir a la evaluación emocional en el diseño de productos mediante el estudio de la integración de tres distintas herramientas que miden subjetiva y objetivamente la percepción de un producto. Con ello, se busca contribuir al desempeño profesional de quienes realizan la tarea de diseñar y desarrollar las experiencias emocionales, y en consecuencia mejorar el bienestar y la relación entre persona-objeto.*

A lo largo de esta tesis se ha hablado de la importancia de la investigación en diseño para fortalecer la base metodológica de la disciplina. Esta tesis al utilizar herramientas que deben ser tratadas con métodos científicos ayuda a consolidar esta idea. La contribución que se hace a través de la experiencia obtenida por la experimentación y los resultados que se han hallado se alinea con este fin.

El pragmatismo implícito a lo largo de este trabajo de investigación apoya la transferencia de conocimiento generado por nuevas técnicas y desarrollos metodológicos. Estas prácticas provocan un cambio de paradigma en la manera que evaluamos y diseñamos. El nuevo diseño de producto debe cambiar y adaptarse a las necesidades actuales, no solo de las personas, sino de la manera en que podemos entenderlas.

## 7.2 Conclusiones.

Esta tesis inicia con la siguiente frase: “Cuando empecé a plantear cómo debería estructurar esta tesis, me di cuenta que mi formación como diseñador y creativo, no me había dado los conocimientos para ello”. Esta frase es un reflejo del interés, pero también del temor de abordar un área poco explorada en la práctica del diseño.

Inicialmente, los diferenciales semánticos fueron una base de partida para ayudar y plantear elementos conscientes en los protocolos utilizados. Esta técnica no entorpeció la captura de las señales fisiológicas y sirvió de apoyo para saber cómo y dónde las impresiones subjetivas afectan la percepción emocional.

El aprendizaje de la técnica de *Eye-tracking* y potenciales relacionados con eventos resultó todo un cambio de actividad como diseñador. Aprender cómo preparar y utilizar las tecnologías fue un paso importante para adentrarse en los métodos de la neurociencia. También, al realizar los pases de los participantes para todos los experimentos, se encontró una relación entre diseño y ciencia. Entender y preparar a una persona para estar en contacto con un dispositivo (artefacto) y una actividad, es algo familiar en diseño de producto.

El *Eye-tracking* como herramienta produjo un cambio de mi visión de cómo abordar una evaluación de producto. Obtener datos sobre dónde y cuánto tiempo se mira un área en particular es algo que no se considera en los métodos de evaluación tradicionales de diseño. La visión siempre había sido un factor

fundamental al momento de diseñar. Teniendo constancia del comportamiento de los ojos, el diseño debe profundizar en su investigación. Sin duda, esta herramienta es fundamental en las evaluaciones objetivas, ya que aporta información a otros procesos de diseño. Una metodología que incluye el *Eye-tracking*, crea una dinámica holística de percepción objetiva y subjetiva del diseño. Además, esta herramienta es la puerta a utilizar técnicas que midan señales fisiológicas más complejas.

Los potenciales relacionados con eventos fue la herramienta que más esfuerzo presentó para la investigación. Trabajar de una manera tan metodológica implicó un gran aprendizaje en el tratamiento de señales fisiológicas y cómo éstas son el resultado de las impresiones estéticas y emocionales de productos. Los potenciales de eventos relacionados crearon toda una dinámica alrededor de entender el carácter complejo de un producto y cómo éste puede ser percibido por las personas.

En términos generales, todo el aprendizaje sobre la medición de la emoción (impresiones o estados emocionales) se obtuvo gracias a las metodologías que integraron las mediciones subjetivas y objetivas. Esta combinación es interesante porque nos ayuda a contrastar lo que sentimos subconscientemente y lo que podemos expresar conscientemente. La medición de las emociones en esta tesis se percibió al contrastar información con la herramienta seleccionada.

Este trabajo y línea de investigación aún presenta tanto limitantes como posibles experimentos futuros. A partir de aquí, se marca una meta con el objetivo de reforzar y mejorar el conocimiento generado. Se debe indagar en nuevos campos o herramientas para llevar a cabo una mejor práctica e investigación en diseño.

### 7.3 Limitaciones.

Este apartado se centrará en describir las limitaciones encontradas durante el diseño, implementación y resultado de los experimentos. Primeramente, se describirán los aspectos negativos encontrados para las herramientas utilizadas: diferenciales semánticos, el *Eye-tracking* y los potenciales de eventos relacionados. Posteriormente, se describirán las limitantes en las aportaciones para la medición emocional.

Las limitaciones encontradas para los diferenciales semánticos se dieron en la fase de diseño del experimento. La naturaleza subjetiva de esta herramienta no apoya una generalización para seleccionar objetivos o palabras. Para cada experimento se utilizaron distintas fuentes para obtener diferenciales semánticos. Esto puede afectar al resultado de la percepción de los impresiones.

Las limitaciones encontradas para el *Eye-tracking* se dieron en la fase de implementación de los experimentos. La primera limitación se debe al equipo elegido. Si bien, se encontraron ventajas, también se deben mencionar las desventajas. Una limitación es el condicionamiento de la pantalla al solo poder exponer estímulos en dos dimensiones. Otra limitación es el coste del equipo. Al ser un equipo con un una tasa de muestreo elevada, hace que el coste de equipo sea mayor, haciéndolo poco accesible a muchos sectores. Otra limitación es la portabilidad del equipo, ya que no hubo libertad de realizar experimentación fuera de laboratorio.

Las limitaciones encontradas para los potenciales relacionados con eventos se dieron en todos los niveles de la experimentación. Al ser una herramienta con un alto grado de complejidad se dieron diversas limitaciones. En la parte de implementación, las limitaciones se deben al protocolo de captura de la señal fisiológica. La limitada movilidad del participante durante el experimento hace que no sea posible otro tipo de medida, ya que no se puede realizar algún movimiento brusco. En la parte de análisis

de datos, la señal fisiológica tuvo que tener un tratamiento previo para poder obtener los valores numéricos para interpretar los resultados obtenidos. Este tipo de datos requieren un mínimo de conocimientos en el área de neurociencia para desarrollar interpretaciones y conclusiones.

En torno a las aportaciones de la medición emocional realizada en todos los experimentos, podemos nombrar algunas limitaciones de la investigación. En la experimentación con los diferenciales semánticos, se observó que el uso de palabras puede cambiar o confundir la descripción de las impresiones subjetivas. Se tiene que tener cuidado al momento de crear un eje o espacio semántico alrededor de un producto (botella, decoración o envase), ya que se puede confundir la naturaleza del producto con los elementos que lo componen (cerveza, muebles, comida).

Para las aportaciones de la medición emocional por parte del seguimiento de la mirada, se encontró una limitación sobre el discernimiento del enfoque de las métricas. La mayor parte de ellas están orientada a la atención visual (emoción visceral), pero no es del todo clara la razón de la atención. Se recomienda tener precaución al momento de trabajar con varios elementos visuales dentro de un estímulo, más si se manejan comparaciones de varios de ellos.

Para las aportaciones de la medición emocional por parte de los potenciales relacionados con eventos, se encontró una limitación de la metodología del *priming* y el *target* reflejada en las potencias ( $\mu\text{V}$ ) de los electrodos. Esta limitante se debe a la elección de adjetivos (semántica) ya que algunas palabras no eran lo suficientemente potentes para generar un contraste para todos los electrodos parietales. Se debe cuidar la relación entre el significado general de la palabra y el estímulo.

Finalmente, las restricciones y limitantes que pueden surgir se van reduciendo a medida que se tienen más casos de estudios. La línea de investigación propuesta requiere de generación de conocimiento para ir fortaleciendo las prácticas de la neurociencia aplicada al diseño.

## 7.4 Trabajo futuro.

Las bases para un trabajo futuro se han plasmado en este apartado. En términos generales, la principal motivación para continuar en esta línea de investigación es seguir realizando experimentos que validen las herramientas utilizadas (juntas o por separado) y las aportaciones que puedan generar para la medición emocional y estética de productos.

El trabajo futuro para las dos herramientas de medida objetivas se basará en dos aspectos: tecnológico y metodológico. El *Eye-tracking* como herramienta tecnológica puede aportar múltiples resultados si se utilizan distintos equipos. Actualmente, existe un gran número de dispositivos FOG (foto-oculografía) y VOG (video-oculografía) con diferentes capacidades. Generar distintos casos de estudios con diversos dispositivos generaría comparaciones sobre la utilidad y adecuación de dispositivos a casos generales o específicos.

El *Eye-tracking* como herramienta metodológica presenta múltiples ventajas en la evaluación de productos. Jugar con la naturaleza del estímulo y las condiciones de presentación, daría lugar a encontrar distintos resultados que enriquecerían la investigación. La contextualización de un producto crea impresiones, ya sea real o virtual, las cuales deben ser investigadas para obtener constancia de la efectividad de los productos.

El trabajo futuro para los potenciales relacionados con eventos como herramienta tecnológica se puede orientar a explorar resultados con distintos equipos de medición. Actualmente, existen dos tipos de

equipos: clínicos y comerciales. En gran parte de la bibliografía encontrada se utilizan equipos clínicos, la cual deja un área de oportunidad para experimentar, probar y validar equipos de tipo comercial. Los recientes equipos comerciales están abriendo el paso a que más disciplinas puedan explorar esta herramienta como alternativa de medición objetiva. Además de mejorar los procedimientos de captura y procesamiento de los datos.

El trabajo futuro para los potenciales relacionados con eventos como herramienta metodológica para la medición emocional comparte relación con la dinámica de los diferenciales semánticos. La búsqueda de elementos que generen una activación en el procesamiento de la congruencia o incongruencia es un área que se debe investigar. La exploración de palabras estandarizadas podría facilitar el proceso de interpretación. Al igual que tener de referencia casos con estímulos básicos.

Como motivación extra para un trabajo futuro, a partir de las herramientas utilizadas en el trabajo de la investigación doctoral, es explorar el uso de otras técnicas de medición objetiva orientadas a interpretar evaluaciones estéticas y emocionales. Una de las herramientas que puede tener impacto en experimentaciones similares es el seguimiento de los gestos faciales o conocida también como *facialcoding*. Los dispositivos de este tipo, al igual que el *Eye-tracking*, codifica en valores numéricos aspectos comportamentales. Una herramienta de este tipo fortalecería la línea de investigación desarrollada en esta tesis.

Finalmente, la integración de herramientas del tipo comportamental y mediciones fisiológicas a las prácticas de diseño, crea una dinámica original y novedosa. Actividades que relacionan la medición subjetiva y objetiva fortalecen la investigación del diseño y preparan el camino para una posible disciplina de neurociencias aplicadas al diseño de producto.

# FINIS

(Final)

# REFERENCIAS

- Aaltonen, A., Hyrskykari, A., & Rähkä, K. (1998). 101 Spots, or how do users read menus? In *Proceedings of CHI 98 Human Factors in Computing Systems* (pp. 132–139). ACM Press.
- Agost, M.-J., & Vergara, M. (2014). Relationship between meanings, emotions, product preferences and personal values. Application to ceramic tile floorings. *Applied Ergonomics*, *45*(4), 1076–1086. <http://doi.org/10.1016/j.apergo.2014.01.008>
- Ansorge, U., Neumann, O., Becker, S., Kälberer, H., & Cruse, H. (2007). Sensorimotor supremacy: Investigating conscious and unconscious vision by masked priming. *Advances in Cognitive Psychology*, *3*(1-2), 257–274. <http://doi.org/10.2478/v10053-008-0029-9>
- Ares, G., & Deliza, R. (2010). Studying the influence of package shape and colour on consumer expectations of milk desserts using word association and conjoint analysis. *Food Quality and Preference*, *21*, 930–937. <http://doi.org/10.1016/j.foodqual.2010.03.006>
- Ares, G., Giménez, A., Bruzzone, F., Vidal, L., Antúnez, L., & Maiche, A. (2013). Consumer Visual Processing of Food Labels: Results from an Eye-Tracking Study. *Journal of Sensory Studies*, *28*(2), 138–153. <http://doi.org/10.1111/joss.12031>
- Artacho-Ramírez, M. a., Diego-Mas, J. a., & Alcaide-Marzal, J. (2008). Influence of the mode of graphical representation on the perception of product aesthetic and emotional features: An exploratory study. *International Journal of Industrial Ergonomics*, *38*(11-12), 942–952. <http://doi.org/10.1016/j.ergon.2008.02.020>
- Aru, J., Bachmann, T., Singer, W., & Melloni, L. (2012). Distilling the neural correlates of consciousness. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *36*(2), 737–746. <http://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2011.12.003>
- Asutay, E., Västfjäll, D., Tajadura-Jiménez, A., Genell, A., Bergman, P., & Kleiner, M. (2012). Emoacoustics: A study of the psychoacoustical and psychological dimensions of emotional sound design. *AES: Journal of the Audio Engineering Society*, *60*(1-2), 21–28.
- Benel, D. C., Ottens, D., & Horst, R. (1991). Use of an eye tracking system in the usability laboratory. In *Proceedings of the Human Factors Society 35th Annual Meeting* (pp. 461–465). Santa Monica: Human Factors and Ergonomics Society.
- Berger, H. (1929). Über das Elektrenkephalogramm des Menschen. *Archi Phychiatr Nervenk*, *87*, 527–570.
- Berger, H. (1930). Über das Elektrenkephalogramm des Menschen. *Journal of Psychology Neuronal*, *40*, 160–179.
- Besemer, S. P. (2010). Creative Product Analysis to Foster Innovation. *Design Management Journal (Former Series)*, *11*(4), 59–64. <http://doi.org/10.1111/j.1948-7169.2000.tb00150.x>
- Beverland, M., & Lindgreen, A. (2010). What makes a good case study? A positivist review of qualitative case research published in *Industrial Marketing Management*, 1971-2006. *Industrial Marketing Management*, *39*(1), 56–63. <http://doi.org/10.1016/j.indmarman.2008.09.005>
- Bjögvinsson, E., Ehn, P., & Hillgren, P.-A. (2012). Design Things and Design Thinking: Contemporary Participatory Design Challenges. *Design Issues*, *28*(3), 101–116. [http://doi.org/10.1162/DESI\\_a\\_00165](http://doi.org/10.1162/DESI_a_00165)
- Blechert, J., Goltsche, J. E., Herbert, B. M., & Wilhelm, F. H. (2014). Eat your troubles away:

- Electrocortical and experiential correlates of food image processing are related to emotional eating style and emotional state. *Biological Psychology*, 96(1), 94–101.  
<http://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2013.12.007>
- Bradley, M., & Lang, P. J. (1994). Measuring Emotion: The Self-Assessment Semantic Differential Manikin and the. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 25(1), 49–59.  
[http://doi.org/10.1016/0005-7916\(94\)90063-9](http://doi.org/10.1016/0005-7916(94)90063-9)
- Brown, B. T., & Wyatt, J. (2010). Design Thinking for Social Innovation. *Stanford Social Innovation Review*, Winter(Winter 2010), 30–35. <http://doi.org/10.1108/10878571011042050>
- Brown, T. (2008). Design Thinking. *Harvard Business Review*, 86(6), 84–92,141. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18605031>
- Buchanan, R. (1992). Wicked problems in design thinking. *Design Issues*, 8(2), 5–12.
- Bürdek, B. E. (2002). *Diseño. Historia, teoría y práctica del diseño industrial* (3th editio). Barcelona.
- Burnette, C. (2009). *A Theory of Design Thinking*. Melbourne.
- Buswell, G. T. (1935). *How people look at pictures: a study of the psychology and perception in art*. Oxford, England: Univ. Chicago Press.
- Buzsáki, G. (2009). *Rhythms of the Brain. Rhythms of the Brain*. Oxford University Press.  
<http://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195301069.001.0001>
- Byrne, M. D., Anderson, J. R., Douglas, S., & Matessa, M. (1999). Eye tracking the visual search of click-down menus. In *Proceedings of CHI 99 Human Factors in Computing Systems* (pp. 402–409). ACM Press.
- Camerer, C., Loewenstein, G., & Prelec, D. (2005). Neuroeconomics: How Neuroscience Can Inform Economics. *Journal of Economic Literature*, 43(1), 9–64.  
<http://doi.org/10.1257/0022051053737843>
- Carroll, J M, Rosson, M B, Chin, G and Koenemann, J. (1998). Requirements development in scenario-based design. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 24(12), 1156–1170.
- Chitturi, R. (2009). Emotions by design: A consumer perspective. *International Journal of Design*, 3(2), 7–17.
- Cho, E., & Kim, Y. K. (2012). The effects of website designs, self-congruity, and flow on behavioral intention. *International Journal of Design*, 6(2), 31–39. Retrieved from <http://icd110.dt.ntust.edu.tw/ojs/index.php/IJDesign/article/view/1156>
- Choi, S., Kim, J., & Ryu, K. (2014). Effects of context on implicit and explicit lexical knowledge : An event-related potential study. *Neuropsychologia*, 63, 226–234.  
<http://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2014.09.003>
- Cinzia, D. D., & Vittorio, G. (2009). Neuroaesthetics: a review. *Current Opinion in Neurobiology*, 19(6), 682–687. <http://doi.org/10.1016/j.conb.2009.09.001>
- Collewijn, H. (1999). *Eye movement recording*. (R. H. S. C. and J. G. Robson, Ed.) (Vision Res). Oxford, England: Oxford University Press.
- Conover, W. (1999). *Practical Nonparametric Statistics* (Third Edit). New York: John Wiley & Sons.
- Cornsweet, K & Crane, C. (1973). Accurate two-dimensional eye tracker using first and fourth Purkinje images. *Journal of the Optical Society of America*, 63, 921–928.
- Cowie, R., Douglas-cowie, E., Savvidou, S., Mcmahon, E., Sawey, M., & Schröder, M. (2000).

- "Feeltrace": An instrument for recording perceived emotion in real time. In *ISCA Workshop on Speech & Emotion* (pp. 19–24). <http://doi.org/citeulike-article-id:3721917>
- Crawford, J. R., & Henry, J. D. (2004). The positive and negative affect schedule (PANAS): construct validity, measurement properties and normative data in a large non-clinical sample. *The British Journal of Clinical Psychology / the British Psychological Society*, *43*, 245–65. <http://doi.org/10.1348/0144665031752934>
- Creswell, J. W. (2003). *Research design Qualitative quantitative and mixed methods approaches*. *Research design Qualitative quantitative and mixed methods approaches*. <http://doi.org/10.3109/08941939.2012.723954>
- Creswell, J. W. (2008). The Selection of a Research Approach. *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*, 3–22. <http://doi.org/45593:01>
- Creusen, M. E. H. (1998). *Product Appearance and Consumer Choice*. Delft, The Netherlands: Delft University of Technology.
- Cross, N. (2007). Forty years of design research. *Design Studies*, *28*(1), 1–4. <http://doi.org/10.1016/j.destud.2006.11.004>
- Crotty, M. J. (1998). *The Foundations of Social Research: Meaning and Perspective in the Research Process*. London: Sage Publications Ltd.
- Dambacher, M., Kliegl, R., Hofmann, M., & Jacobs, A. M. (2006). Frequency and predictability effects on event-related potentials during reading. *Brain Research*, *1084*(1), 89–103. <http://doi.org/10.1016/j.brainres.2006.02.010>
- Danovitch, J. H., & Mills, C. M. (2014). How familiar characters influence children's judgments about information and products. *Journal of Experimental Child Psychology*, *128*, 1–20. <http://doi.org/10.1016/j.jecp.2014.06.001>
- Darwin, C. (1872). *The Expression of the Emotions in Man and Animals*. London: John Murray.
- de Tommaso, M., Pecoraro, C., Sardaro, M., Serpino, C., Lancioni, G., & Livrea, P. (2008). Influence of aesthetic perception on visual event-related potentials. *Consciousness and Cognition*, *17*(3), 933–945. <http://doi.org/10.1016/j.concog.2007.09.003>
- Delin, J., Sharoff, S., Lillford, S., & Barnes, C. (2007). Linguistic Support for Concept Selection Decisions. In *Artificial Intelligence, Design, Analysis and Manufacturing* (Vol. 2, pp. 123–136).
- Demonte, V. (1995). Semántica composicional y gramática: los adjetivos en la interfie léxico-sintaxis. *Revista Española de Lingüística*, *29*(2), 283–316.
- Desmet, P. M. A., & Hekkert, P. (2009). Special issue editorial: Design & emotion. *International Journal of Design*, *3*(2), 1–6. Retrieved from <http://www.ijdesign.org/ojs/index.php/ijdesign/article/view/626/255>
- Desmet, P. M. A., Hekkert, P., & Jacobs, J. J. (2000). When a car makes you smile. *Advances in Consumer Research*, *27*(2000), 111–117. Retrieved from <http://static.studiolab.io.tudelft.nl/gems/desmet/papersmile.pdf>
- Dewey, J. (1934). *Art as Experience*. New York: Penguin Putnam.
- Djamasbi, S., Siegel, M., & Tullis, T. (2010). Generation Y, web design, and eye tracking. *International Journal of Human-Computer Studies*, *68*(5), 307–323. <http://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2009.12.006>
- Dodge, R., & Cline, T. . (1901). The angle velocity of eye movements. *Psychological Review*, *8*, 145–157.

- Dorst, K. (2008). Design research: a revolution-waiting-to-happen. *Design Studies*, 29(1), 4–11. <http://doi.org/10.1016/j.destud.2007.12.001>
- Doyle, J. R., & Bottomley, P. A. (2006). Dressed for the Occasion: Font-Product Congruity in the Perception of Logotype. *Journal of Consumer Psychology*, 16(2), 112–123. [http://doi.org/10.1207/s15327663jcp1602\\_2](http://doi.org/10.1207/s15327663jcp1602_2)
- Duchowski, A. (2007). *Eye tracking methodology: Theory and practice*. London: Springer.
- Dufey, M., & Fernandez, A. M. (2012). Validez y confiabilidad del Positive Affect and Negative Affect Schedule ( PANAS ) en estudiantes universitarios chilenos. *Revista Iberoamericana de Diagnóstico Y Evaluación Psicológica*, 1(34), 157–173.
- Eder, A. B., Leuthold, H., Rothermund, K., & Schweinberger, S. R. (2012). Automatic response activation in sequential affective priming: an ERP study. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 7(4), 436–445. <http://doi.org/10.1093/scan/nsr033>
- Eimer, M., & Schlaghecken, F. (1998). Effects of Masked Stimuli on Motor Activation: Behavioral and Electrophysiological Evidence. *Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance*, 24(6), 1737–1747. <http://doi.org/10.1037/0096-1523.24.6.1737>
- Eimer, M., & Schlaghecken, F. (2003). Response facilitation and inhibition in subliminal priming. *Biological Psychology*, 64(1-2), 7–26. [http://doi.org/10.1016/S0301-0511\(03\)00100-5](http://doi.org/10.1016/S0301-0511(03)00100-5)
- Farrell, R., & Hooker, C. (2012). The Simon–Kroes model of technical artifacts and the distinction between science and design. *Design Studies*, 33(5), 480–495. <http://doi.org/10.1016/j.destud.2012.05.001>
- Farrell, R., & Hooker, C. (2013). Design, science and wicked problems. *Design Studies*, 34(6), 681–705. <http://doi.org/10.1016/j.destud.2013.05.001>
- Fehd, H. M., & Seiffert, A. E. (2008). Eye movements during multiple object tracking: Where do participants look? *Cognition*, 108, 201–209. <http://doi.org/10.1016/j.cognition.2007.11.008>
- Fehrer, E., & Raab, D. (1962). Reaction time to stimuli masked by metacontrast. *Journal of Experimental Psychology*, 63(2), 143–147.
- Fischler, I., Bloom, P., Childers, D., Roucos, S., & Perr, N. (1983). Brain potentials related to stages of sentence verification. *Psychophysiology*, 20, 400–409.
- Fitts, P. M., Jones, R. E., & Milton, J. L. (1950). Eye movements of aircraft pilots during instrument-landing approaches. *Aeronautical Engineering Review*, 9(2), 24–29.
- Fitts, P. M. (1954). The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement. *Journal of Experimental Psychology*, 47, 381–391.
- Fleming, R. W. (2014). Visual perception of materials and their properties. *Vision Research*, 94, 62–75. <http://doi.org/10.1016/j.visres.2013.11.004>
- Fleming, R. W., Wiebel, C., & Gegenfurtner, K. (2013). Perceptual qualities and material classes. *Journal of Vision*, 13(8), 9. <http://doi.org/10.1167/13.8.9>
- Friedman, K. (2003). Theory construction in design research: criteria: approaches, and methods. *Design Studies*, 24(6), 507–522. [http://doi.org/10.1016/S0142-694X\(03\)00039-5](http://doi.org/10.1016/S0142-694X(03)00039-5)
- Galle, P., & Kroes, P. (2014). Science and design: Identical twins? *Design Studies*, 35(3), 201–231. <http://doi.org/10.1016/j.destud.2013.12.002>
- Glaholt, M. G., Wu, M., & Reingold, E. M. (2009). Predicting preference from fixations. *PsychNology*

- Journal*, 7(2), 141–158.
- Goldberg, H. J., & Kotval, X. P. (1999). Computer interface evaluation using eye movements: Methods and constructs. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 24, 631–645.
- Golsorkhi, D., Rouleau, L., Seidl, D., & Vaara, E. (2010). *Cambridge Handbook of Strategy as Practice. Organization Studies* (Vol. 32). Retrieved from <http://www.amazon.com/dp/0521517281>
- Gomes, T., Hurley, R. A., Duchowski, A., Darby, D., & Ouzts, A. (2014). The Effect of Full Body Versus Partial Body Graphic Labelling on Beverage Packaging. In *Packaging Technology and Science* (pp. 1–11). <http://doi.org/10.1002/pts>
- Grant, E. R., & Spivey, M. J. (2003). Eye Movements and Problem Solving: Guiding Attention Guides Thought. *Psychological Science*, 14(5), 462–466. <http://doi.org/10.1111/1467-9280.02454>
- Green-Armytage, P. (2006). The value of knowledge for colour design. *Color Research and Application*, 31(4), 253–269.
- Hair, J. F. (1999). *Análisis multivariante* (5a ed.). Madrid: Prentice Hall.
- Harezlak, K., Kasprowski, P., & Stasch, M. (2014). Towards Accurate Eye Tracker Calibration – Methods and Procedures. *Procedia Computer Science*, 35, 1073–1081. <http://doi.org/10.1016/j.procs.2014.08.194>
- Hartridge, H., & Thompson, L. C. (1948). Methods of investigating eye movements. *British Journal of Ophthalmology*, 32, 581–591.
- Hendrickson, J. J. (1989). Performance, preference, and visual scan patterns on a menu-based system: Implications for interface design. In *Proceedings of the ACM CHI'89 Human Factors in Computing Systems Conference* (pp. 217–222). ACM Press.
- Herrmann, C. S., Strüber, D., Helfrich, R. F., & Engel, A. K. (2015). EEG oscillations: From correlation to causality. *International Journal of Psychophysiology*. <http://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2015.02.003>
- Hertenstein, J. H., Platt, M. B., & Veryzer, R. W. (2013). What Is “Good Design”? An Investigation of the Complexity and Structure of Design. *Design Management Journal*, 8(1), 8–21. <http://doi.org/10.1111/dmj.12000>
- Hillyard, S., & Kutas, M. (1983). Electrophysiology of cognitive processing. *Annual Review of Psychology*, 34, 33–61.
- Höfel, L., & Jacobsen, T. (2007). Electrophysiological indices of processing aesthetics: Spontaneous or intentional processes? *International Journal of Psychophysiology : Official Journal of the International Organization of Psychophysiology*, 65(1), 20–31. <http://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2007.02.007>
- Holmqvist, K., Nyström, M., Andersson, R., Dewhurst, R., Jarodzka, H., & van de Weijer, J. (2011). *Eye Tracking: A comprehensive guide to methods and measures*. New York: Oxford University Press.
- Hsiao, S.-W., & Liu, M. C. (2002). A morphing method for shape generation and image prediction in product design. *Design Studies*, 23(6), 533–556. [http://doi.org/10.1016/S0142-694X\(01\)00028-X](http://doi.org/10.1016/S0142-694X(01)00028-X)
- Hsu, S. H., Chuang, M. C., & Chang, C. C. (2000). A semantic differential study of designers' and users' product form perception. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 25(4), 375–391. [http://doi.org/10.1016/S0169-8141\(99\)00026-8](http://doi.org/10.1016/S0169-8141(99)00026-8)
- Hubert, M. (2010). Does neuroeconomics give new impetus to economic and consumer research? *Journal of Economic Psychology*, 31(5), 812–817. <http://doi.org/10.1016/j.joep.2010.03.009>

- Hubert, M., & Kenning, P. (2008). A current overview of consumer neuroscience. *Journal of Consumer Behaviour*, 7, 272–292. <http://doi.org/10.1002/cb.251> A
- Huey, E. B. (1898). Preliminary Experiments in the Physiology and Psychology of Reading. *American Journal of Psychology*, 9(4), 575–886.
- Hutchinson, T. E., White, K. P., Martin, W. N., Reichert, K. C., & Frey, L. A. (1989). Human– computer interaction using eye-gaze input. In *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics* (pp. 1527–1534).
- Jacob, R. J. K., & Karn, K. S. (2003). Eye tracking in human-computer interaction and usability research: Ready to deliver the promises. In R. & D. (eds.) (Ed.), *The Mind's Eye: Cognitive and Applied Aspects of Eye Movement Research*. (pp. 574–602). Oxford, England. Retrieved from <http://www.ee.uwa.edu.au/~roberto/research/projects2013/10.1.1.100.445.pdf>
- James, W. (1884). What is emotion? *Mind*, 9, 188–205.
- Jaśkowski, P. (2008). The negative compatibility effect with nonmasking flankers: A case for mask-triggered inhibition hypothesis. *Consciousness and Cognition*, 17(3), 765–777. <http://doi.org/10.1016/j.concog.2007.12.002>
- Jaspers, H. H., & Andrews, H. L. (1938). Electroencephalography III. Normal differentiations of occipital and precentral regions in man. *Archi Neurological Psychiatry*, 39, 96–115.
- Javal, L. E. (1878). *Essai sur la physiologie de la lecture: Annales d'Oculistique*.
- Joško Brakus, J., Schmitt, B. H., & Zhang, S. (2014). Experiential product attributes and preferences for new products: The role of processing fluency. *Journal of Business Research*, 67(11), 2291–2298. <http://doi.org/10.1016/j.jbusres.2014.06.017>
- Judd, C. H., McAllister, C. N., & Steel, W. M. (1905). *General introduction to a series of studies of eye movements by means of kinoscopic photographse*. (H. C. W. and C. H. J. J. M. Baldwin, Ed.) (Psychologi). Baltimore: The Review Publishing Company.
- Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1976). Eye Fixations and Cognitive Processes. *Cognitive Psychology*, 8, 441–480.
- Kamiyama, K. S., Abia, D., Iwanaga, K., & Okanoya, K. (2013). Interaction between musical emotion and facial expression as measured by event-related potentials. *Neuropsychologia*, 51(3), 500–505. <http://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2012.11.031>
- Karana, E., Hekkert, P., & Kandachar, P. (2008). Material considerations in product design: A survey on crucial material aspects used by product designers. *Materials and Design*, 29(January 2016), 1081–1089. <http://doi.org/10.1016/j.matdes.2007.06.002>
- Katoppo, M. L., & Sudradjat, I. (2015). ScienceDirect Combining Participatory Action Research (PAR) and Design Thinking (DT) as an Alternative Research Method in Architecture. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 184(August 2014), 118–125. <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.05.069>
- Keil, A., Debener, S., Gratton, G., Junghöfer, M., Kappenman, E. S., Luck, S. J., ... Yee, C. M. (2014). Committee report: Publication guidelines and recommendations for studies using electroencephalography and magnetoencephalography. *Psychophysiology*, 51(1), 1–21. <http://doi.org/10.1111/psyp.12147>
- Kenning, P., Plassmann, M., & Ahlert, D. (2007). Applications of functional magnetic resonance imaging for market research. *Qualitative Market Research: An International Journal*, 10(2), 135–152. <http://doi.org/10.1108/13522750710740817>

- Kessels, L. T. E., & Ruiters, R. A. C. (2012). Eye movement responses to health messages on cigarette packages. *BMC Public Health*, *12*, 352. <http://doi.org/10.1186/1471-2458-12-352>
- Klapp, S. T., & Hinkley, L. B. (2002). The negative compatibility effect: Unconscious inhibition influences reaction time and response selection. *Journal of Experimental Psychology*, *131*(2), 255–269.
- Klotz, W., & Wolff, P. (1995). The effect of a masked stimulus on the response to the masking stimulus. *Psychological Research*, *58*(2), 92–101. <http://doi.org/10.1007/BF00571098>
- Kowler, E. (1990). *The role of visual and cognitive processes in the control of eye movement* (Eye Movement). Amsterdam: Elsevier Science.
- Krippendorff, K. (1989). Product semantics: A triangulation and four design theories. In *2nd Conference on Product Semantics* (pp. 1–31). Helsinki, Finland.
- Krippendorff, K., & Butter, R. (1984). *Product semantics: exploring the symbolic qualities of form*. (1st edition). Spring.
- Kutas, M. F. K. D. (2011). Thirty years and counting: Finding meaning in the N400 component of the event related brain potential (ERP). *NIH Public Access*, *62*, 621–647. <http://doi.org/10.1146/annurev.psych.093008.131123.Thirty>
- Kwon, N., & Sturt, P. (2014). The use of control information in dependency formation: An eye-tracking study. *Journal of Memory and Language*, *73*, 59–80. <http://doi.org/10.1016/j.jml.2014.02.005>
- Lai, H.-H., Lin, Y.-C., Yeh, C.-H., & Wei, C.-H. (2006). User-oriented design for the optimal combination on product design. *International Journal of Production Economics*, *100*(2), 253–267. <http://doi.org/10.1016/j.ijpe.2004.11.005>
- Lai, M. L., Tsai, M. J., Yang, F. Y., Hsu, C. Y., Liu, T. C., Lee, S. W. Y., ... Tsai, C. C. (2013). A review of using eye-tracking technology in exploring learning from 2000 to 2012. *Educational Research Review*, *10*(88), 90–115. <http://doi.org/10.1016/j.edurev.2013.10.001>
- Lambert, R. H., Monty, R. A., & Hall, R. J. (1974). High-speed data processing and unobtrusive. *Behavioral Research Methods & Instrumentation*, *6*, 525–530.
- Lankford, C. (2000). Gazetracker™: Software designed to facilitate eye movement analysis. In *the Eye Tracking Research and Applications Symposium 2000* (pp. 51–55).
- Ledoux, T., Nguyen, A. S., Bakos-Block, C., & Bordnick, P. (2013). Using virtual reality to study food cravings. *Appetite*, *71*, 396–402. <http://doi.org/10.1016/j.appet.2013.09.006>
- Lee, N., Broderick, A. J., & Chamberlain, L. (2007). What is “neuromarketing”? A discussion and agenda for future research. *International Journal of Psychophysiology*, *63*(2), 199–204. <http://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2006.03.007>
- Leuthold, H., & Kopp, B. (1998). Mechanisms of priming by masked stimuli: inferences from event-related brain potentials. *Psychological Science*, *9*(4), 263–269.
- Levine, J. L. (1981). An Eye-Controlled Computer. In *An Eye-Controlled Computer Research*. New York: Thomas J. Watson Research Center.
- Liedtka, J. (2015). Perspective: Linking Design Thinking with Innovation Outcomes through Cognitive Bias Reduction. *Journal of Product Innovation Management*, *32*(6), 925–938. <http://doi.org/10.1111/jpim.12163>
- Lin, M.-H., Wang, C., Cheng, S., & Cheng, S. (2011). An event-related potential study of semantic style-match judgments of artistic furniture. *International Journal of Psychophysiology*, *82*(2), 188–195.

<http://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2011.08.007>

- Lingnau, A., & Vorberg, D. (2005). The time course of response inhibition in masked priming. *Perception & Psychophysics*, *67*(3), 545–557. <http://doi.org/10.3758/BF03193330>
- Liu, H.-C., Lai, M.-L., & Chuang, H.-H. (2011). Using eye-tracking technology to investigate the redundant effect of multimedia web pages on viewers' cognitive processes. *Computers in Human Behavior*, *27*(6), 2410–2417. <http://doi.org/10.1016/j.chb.2011.06.012>
- Löbach, B. (1981). *Diseño industrial*. Retrieved from [http://www.nubelo.com/files/uploadResources/0000208680/portfolioFiles/thumb\\_PORTAFOLIO\\_smallpdf.com.pdf](http://www.nubelo.com/files/uploadResources/0000208680/portfolioFiles/thumb_PORTAFOLIO_smallpdf.com.pdf)
- Luck, S. J. (2004). Ten Simple Rules for Designing and Interpreting ERP Experiments. In *Event-Related Potentials: A Methods Handbook* (1 st).
- Luck, S. J. (2005). An Introduction to Event-Related Potentials and Their Neural Origins. In *An introduction to the event-related potential technique* (pp. 2–50). <http://doi.org/10.1007/s10409-008-0217-3>
- Luo, S.-J., Fu, Y.-T., & Korvenmaa, P. (2012). A preliminary study of perceptual matching for the evaluation of beverage bottle design. *International Journal of Industrial Ergonomics*, *42*(2), 219–232. <http://doi.org/10.1016/j.ergon.2012.01.007>
- Ma, Q., Wang, X., Shu, L., & Dai, S. (2008). P300 and categorization in brand extension. *Neuroscience Letters*, *431*(1), 57–61. <http://doi.org/10.1016/j.neulet.2007.11.022>
- Mackworth, J. F., & Mackworth, N. H. (1958). Eye fixations recorded on changing visual scenes by the television eye-marker. *Journal of the Optical Society of America*, *48*, 439–445.
- Maguire, M. J., Magnon, G., & Fitzhugh, A. E. (2014). Improving data retention in EEG research with children using child-centered eye tracking. *Journal of Neuroscience Methods*, *238*, 78–81. <http://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2014.09.014>
- Makin, A. D. J., Wilton, M. M., Pecchinenda, A., & Bertamini, M. (2012). Symmetry perception and affective responses: A combined EEG/EMG study. *Neuropsychologia*, *50*(14), 3250–3261. <http://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2012.10.003>
- Manzini, E. (2009). New design knowledge. *Design Studies*, *30*(1), 4–12. <http://doi.org/10.1016/j.destud.2008.10.001>
- Margolin, V. (2009). Design in History. *Design Issues*, *25*(2), 94–105. <http://doi.org/10.1162/desi.2009.25.2.94>
- Mehrabian, A. (1996). Pleasure-arousal-dominance: A general framework for describing and measuring individual differences in Temperament. *Current Psychology*, *14*(4), 261–292. <http://doi.org/10.1007/BF02686918>
- Merchant, J., Morrissette, R., & Porterfield, J. L. (1974). Remote measurement of eye direction allowing subject motion over one cubic foot of space. In *IEEE Transactions on Biomedical Engineering* (pp. 309–317).
- Monty, R. A., & Senders, J. W. (1976). *Eye Movements and Psychological Processes* (Hillsdale). New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Monty, R. A. (1975). An advanced eye-movement measuring and recording system. *American Psychologist*, *30*, 331–335.
- Morris, J. D. (1995). Observations: SAM: The Self-Assessment Manikin - An Efficient Cross-Cultural

- Measurement of Emotional Response. *Journal of Advertising Research*, 35(6), 63–68.
- Nagamachi, M. (1995). Kansei Engineering: A new ergonomic consumer-oriented technology for product development. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 15(1), 3–11. [http://doi.org/10.1016/0169-8141\(94\)00052-5](http://doi.org/10.1016/0169-8141(94)00052-5)
- Nagamachi, M. (2002). Kansei engineering as a powerful consumer-oriented technology for product development. *Applied Ergonomics*, 33(3), 289–294. [http://doi.org/10.1016/S0003-6870\(02\)00019-4](http://doi.org/10.1016/S0003-6870(02)00019-4)
- Neville, H., Kutas, M., Chesney, G., & Schmidt, A. (1986). Event-related brain potentials during initial encoding and recognition memory of congruous and incongruous words. *Journal of Memory and Language*, 25, 75–92.
- Nguyen, S. P. (2012). The role of external sources of information in children’s evaluative food categories. *Infant and Child Development*, 21, 216–234. <http://doi.org/10.1002/icd>
- Norman, D. A. (2004). *Emotional Design: Why we love (or hate) everyday things*. New York: Basic Books.
- Nunamaker, J., Chen, M., & Purdin, T. (1991). Systems development in Information Systems research. *Journal of Management Information Systems*. <http://doi.org/10.1109/ISIE.1992.279627>
- Olincy, A., & Martin, L. (2005). Diminished suppression of the P50 auditory evoked potential in bipolar disorder subjects with a history of psychosis. *American Journal of Psychiatry*, 162(43-49).
- Orlikowski, W. J. (2010). Practice in research: phenomenon, perspective and philosophy. *Cambridge Handbook of Strategy as Practice*, 23–33. Retrieved from <http://lib.myilibrary.com?ID=277053>
- Osgood, C. E., Suci, G. J., & Tannenbaum, P. H. (1967). *The Measurement of meaning*. University of Illinois.
- Owen, C. (1998). Design research: building the knowledge base. *Design Studies*, 19(1), 9–20. [http://doi.org/10.1016/S0142-694X\(97\)00030-6](http://doi.org/10.1016/S0142-694X(97)00030-6)
- Page, A., Porcar, R., Such, M., Solaz, J., & Blasco, V. (2001). *Nuevas técnicas para el desarrollo de productos innovadores orientados al usuario*. (Instituto de Biomecánica de Valencia. Asociación de diseñadores de la comunidad valenciana., Ed.). Valencia: UPV-IMPPIVA.
- Pahl, G and Beitz, W. (1996). *Engineering design. A systematic approach*. (T. K.M. Wallace, L. Blessing and F. Bauert, Ed.). London: Springer.
- Peffer, K., Tuunanen, T., Rothenberger, M. A., & Chatterjee, S. (2007). A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. *Journal of Management Information Systems*, 24(3), 45–77. <http://doi.org/10.2307/40398896>
- Peschel, A. O., & Orquin, J. L. (2013). A review of the findings and theories on surface size effects on visual attention. *Frontiers in Psychology*, 4(DEC), 1–10. <http://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00902>
- Petiot, J.-F., & Yannou, B. (2004). Measuring consumer perceptions for a better comprehension, specification and assessment of product semantics. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 33(6), 507–525. <http://doi.org/10.1016/j.ergon.2003.12.004>
- Petten, C. Van. (2014). Examining the N400 semantic context effect item-by-item: Relationship to corpus-based measures of word co-occurrence. *International Journal of Psychophysiology*, 94(3), 407–419. <http://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2014.10.012>
- Picton, T. W., Bentin, S., Berg, P., Donchin, E., Hillyard, S. a, Johnson, R., ... Taylor, M. J. (2000). Guidelines for using human event-related potentials to study cognition: recording standards and

- publication criteria. *Psychophysiology*, 37(2), 127–152. <http://doi.org/10.1111/1469-8986.3720127>
- Piqueras-Fiszman, B., Velasco, C., Salgado-Montejo, A., & Spence, C. (2013). Using combined eye tracking and word association in order to assess novel packaging solutions: A case study involving jam jars. *Food Quality and Preference*, 28(1), 328–338. <http://doi.org/10.1016/j.foodqual.2012.10.006>
- Plassmann, H., Ramsøy, T. Z., & Milosavljevic, M. (2012). Branding the brain: A critical review and outlook. *Journal of Consumer Psychology*, 22(1), 18–36. <http://doi.org/10.1016/j.jcps.2011.11.010>
- Quarante, D. (2001). *Elementos del Diseño Industrial* (3er Edició). Paris: Polytecnica.
- Rabelo, C. M., Neves-Lobo, I. F., Rocha-Muniz, C. N., Ubiali, T., & Schochat, E. (2014). Cortical inhibition effect in musicians and non-musicians using P300 with and without contralateral stimulation. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, (xx). <http://doi.org/10.1016/j.bjorl.2014.11.003>
- Rasmussen, S. E. (2007). *La experiencia de la arquitectura: sobre la percepción de nuestro entorno* (1er Edició). Barcelona: Integra.
- Rayner, K. (2009). *Eye movements and attention in reading, scene perception, and visual search. The Quarterly Journal of Experimental Psychology* (Vol. 62). <http://doi.org/10.1080/17470210902816461>
- Rebollar, R., Lidón, I., Martín, J., & Puebla, M. (2015). The identification of viewing patterns of chocolate snack packages using eye-tracking techniques. *Food Quality and Preference*, 39, 251–258. <http://doi.org/10.1016/j.foodqual.2014.08.002>
- Reimann, M., Zaichkowsky, J., Neuhaus, C., Bender, T., & Weber, B. (2010). Aesthetic package design: A behavioral, neural, and psychological investigation. *Journal of Consumer Psychology*, 20(4), 431–441. <http://doi.org/10.1016/j.jcps.2010.06.009>
- Rettie, R., & Brewer, C. (2000). The verbal and visual components of package design. *Journal of Product & Brand Management*, 9(1), 56–68. <http://doi.org/10.1108/10610420010316339>
- Richert, R. a., Shawber, A. B., Hoffman, R. E., & Taylor, M. (2009). Learning From Fantasy and Real Characters in Preschool and Kindergarten. *Journal of Cognition and Development*, 10(1-2), 41–66.
- Roberto, C. a, Baik, J., Harris, J. L., & Brownell, K. D. (2010). Influence of licensed characters on children's taste and snack preferences. *Pediatrics*, 126(1), 88–93. <http://doi.org/10.1542/peds.2009-3433>
- Rosenbaum, D. a, & Kornblum, S. (1982). A priming method for investigating the selection of motor responses. *Acta Psychologica*, 51, 223–243. [http://doi.org/10.1016/0001-6918\(82\)90036-1](http://doi.org/10.1016/0001-6918(82)90036-1)
- Rutiku, R., Martin, M., Bachmann, T., & Aru, J. (2015). Does the P300 reflect conscious perception or its consequences? *Neuroscience*, 298, 180–189. <http://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2015.04.029>
- Salvucci, D. D., & Goldberg, J. H. (2000). Identifying fixations and saccades in eye-tracking protocols. In *Proceedings of the Eye Tracking Research and Applications Symposium 2000*. New York: ACM Press.
- San Agustin, J., Skovsgaard, H., Mollenbach, E., Barret, M., Tall, M., Hansen, D. W., & Hansen, J. P. (2010). Evaluation of a low-cost open-source gaze tracker. In *2010 Symposium on Eye-Tracking Research & Applications*. Austin, Texas.
- Sanfey, A. G., Rilling, J. K., Aronson, J. a, Nystrom, L. E., & Cohen, J. D. (2003). The neural basis of

- economic decision-making in the Ultimatum Game. *Science (New York, N.Y.)*, 300(5626), 1755–1758. <http://doi.org/10.1126/science.1082976>
- Scherer, K. R. (2005). What are emotions? And how can they be measured? *Social Science Information*, 44(4), 695–729. <http://doi.org/10.1177/0539018405058216>
- Schloss, K. B., Strauss, E. D., & Palmer, S. E. (2013). Object color preferences. *Color Research and Application*, 38(6), 393–411. <http://doi.org/10.1002/col.21756>
- Schmidt, F., & Schmidt, T. (2009). Feature-based attention to unconscious shapes and colors. *Attention, Perception & Psychophysics*, 71(6), 1480–194. <http://doi.org/10.3758/APP>
- Schmidt, T. (2002). The Finger in Flight: Real-time motor control by visually masked color stimuli. *Psychological Science*, 13(2), 112–118.
- Schmidt, T., Niehaus, S., & Nagel, A. (2006). Primes and targets in rapid chases: tracing sequential waves of motor activation. *Behavioral Neuroscience*, 120(5), 1005–1016. <http://doi.org/10.1037/0735-7044.120.5.1005>
- Schmidt, T., & Schmidt, F. (2009). Processing of natural images is feedforward: A simple behavioral test. *Attention, Perception & Psychophysics*, 71(3), 594–606. <http://doi.org/10.3758/APP>
- Schmidt, T., & Seydell, A. (2008). Visual attention amplifies response priming of pointing movements to color targets. *Perception & Psychophysics*, 70(3), 443–455. <http://doi.org/10.3758/PP>
- Schubert, E. (1999). Measuring emotion continuously: Validity and reliability of the two-dimensional emotion-space. *Australian Journal of Psychology*, 51(3), 154–165. <http://doi.org/10.1080/00049539908255353>
- Senders, J. W., Fisher, D. F., & Monty, R. A. (1978). *Eye Movements and the Higher Psychological Functions* (Hillsdale). New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Senders, J. W. (2000). Four theoretical and practical questions. In *Eye Tracking Research and Applications Symposium 2000* (pp. 8–20). New York: Association for Computing Machinery.
- Serrano, B., Botella, C., Baños, R. M., & Alcañiz, M. (2013). Using virtual reality and mood-induction procedures to test products with consumers of ceramic tiles. *Computers in Human Behavior*, 29(3), 648–653. <http://doi.org/10.1016/j.chb.2012.10.024>
- Sharafi, Z., Soh, Z., & Guéhéneuc, Y.-G. (2015). A systematic literature review on the usage of eye-tracking in software engineering. *Information and Software Technology*, 67, 79–107. <http://doi.org/10.1016/j.infsof.2015.06.008>
- Shimojo, S., Simion, C., Shimojo, E., & Scheier, C. (2003). Gaze bias both reflects and influences preference. *Nature Neuroscience*, 6(12), 1317–1322. <http://doi.org/10.1038/nn1150>
- Simion, C., & Shimojo, S. (2007). Interrupting the cascade: orienting contributes to decision making even in the absence of visual stimulation. *Perception & Psychophysics*, 69(4), 591–595. <http://doi.org/10.3758/BF03193916>
- Simon, H. A. (1996). *The sciences of the artificial* (3rd ed). Cambridge: MIT Press.
- Skolimowski, H. (1966). The structure of thinking in technology. *Technology and Culture*, 7(3), 371–383.
- Solnais, C., Andreu-Perez, J., Sánchez-Fernández, J., & Andréu-Abela, J. (2013). The contribution of neuroscience to consumer research: A conceptual framework and empirical review. *Journal of Economic Psychology*, 36, 68–81. <http://doi.org/10.1016/j.joep.2013.02.011>

- Starker, I., & Bolt, R. A. (1990). A gaze-responsive self-disclosing display. In *Proceedings of the ACM CHI'90 Human Factors in Computing Systems Conference* (pp. 3–9). AddisonWesley/ACM Press.
- Stentz, J. E., Clark, V. L. P., & Matkin, G. S. (2012). Applying mixed methods to leadership research: A review of current practices. *The Leadership Quarterly*, 23(6), 1173–1183. <http://doi.org/10.1016/j.leaqua.2012.10.001>
- Stewart, S. C. (2011). Interpreting Design Thinking. *Design Studies*, 32(6), 515–520. <http://doi.org/10.1016/j.destud.2011.08.001>
- Sugano, Y., Matsushita, Y., & Sato, Y. (2010). Calibration-free gaze sensing using saliency maps. In *IEEE Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)* (pp. 2667–2674).
- Sumner, P. (2007). Negative and positive masked-priming - Implications for motor inhibition. *Advances in Cognitive Psychology*, 3(1-2), 317–326. <http://doi.org/10.2478/v10053-008-0033-0>
- Sumner, P., Tsai, P.-C., Yu, K., & Nachev, P. (2006). Attentional modulation of sensorimotor processes in the absence of perceptual awareness. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 103(27), 10520–10525. <http://doi.org/10.1073/pnas.0601974103>
- Sur, S., & Sinha, V. K. (2009). Event-related potential: An overview. *Industrial Psychiatry Journal*, 18(1), 70–73.
- Tassinary, L. G., & Cacioppo, J. T. (1992). Unobservable facial actions and emotion. *Psychological Science*, 3, 28–33.
- The Design and Emotion Society. (1999). Retrieved April 1, 2016, from <http://www.designandemotion.org/>
- Trans Cranial Technologies Ltd. 10 / 20 System Positioning Manual (2012). Retrieved from [www.transcranial.com](http://www.transcranial.com)
- Underwood, R. L. (2001). Packaging communication: attentional effects of product imagery. *Journal of Product & ...*, 10(7), 403–4022. Retrieved from <http://www.emeraldinsight.com/journals.htm?articleid=857772&show=abstract>
- van der Laan, L. N., Hooge, I. T. C., De Ridder, D. T. D., Viergever, M. a., & Smeets, P. a M. (2015). Do you like what you see? The role of first fixation and total fixation duration in consumer choice. *Food Quality and Preference*, 39, 46–55. <http://doi.org/10.1016/j.foodqual.2014.06.015>
- van Griensven, H., Moore, A. P., & Hall, V. (2014). Mixed methods research - The best of both worlds? *Manual Therapy*, 19(5), 367–371. <http://doi.org/10.1016/j.math.2014.05.005>
- van Kesteren, I. E. H. (2008). Product designers' information needs in materials selection. *Materials and Design*, 29, 133–145. <http://doi.org/10.1016/j.matdes.2006.11.008>
- Vath, N., & Schmidt, T. (2007). Tracing sequential waves of rapid visuomotor activation in lateralized readiness potentials. *Neuroscience*, 145(1), 197–208. <http://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2006.11.044>
- Verleger, R., Jaśkowski, P., Aydemir, A., Van der Lubbe, R. H. J., & Groen, M. (2004). Qualitative Differences Between Conscious and Nonconscious Processing? On Inverse Priming Induced by Masked Arrows. *Journal of Experimental Psychology*, 133(4), 494–515.
- Veryzer, R. W. (2005). The Roles of Marketing and Industrial Design in Discontinuous New Product Development. *Product Innovation Management*, (518), 22–41.
- Villanueva, A., & Cabeza, R. (2007). Models for gaze tracking systems. *Journal on Image and Video Processing*, 3, 97–105.

- Visser, W. (1996). Two functions of analogical reasoning in design: a cognitive-psychology approach. *Design Studies*, 17, 417–434.
- Viswanathan, M., Torelli, C. J., Xia, L., & Gau, R. (2009). Understanding the influence of literacy on consumer memory: The role of pictorial elements. *Journal of Consumer Psychology*, 19(3), 389–402. <http://doi.org/10.1016/j.jcps.2009.04.002>
- Vorberg, D., Mattler, U., Heinecke, A., Schmidt, T., & Schwarzbach, J. (2003). Different time courses for visual perception and action priming. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 100(10), 6275–6280. <http://doi.org/10.1073/pnas.0931489100>
- Wai, K., & Siu, M. (2012). Emotion Design, Emotional Design, Emotionalize Design: A Review on Their Relationships from a New Perspective. *The Design Journal*, 15(1), 9–32.
- Wang, Q. (2011). Usability research of interaction design for e-commerce Website. In *2011 International Conference on E-Business and E-Government (ICEE)* (pp. 1–4). Ieee. <http://doi.org/10.1109/ICEBEG.2011.5881897>
- Wang, X., Huang, Y., Ma, Q., & Li, N. (2012). Event-related potential P2 correlates of implicit aesthetic experience. *NeuroReport*, 23(14), 862–866. <http://doi.org/10.1097/WNR.0b013e3283587161>
- Wang, Y. J., & Minor, M. S. (2008). Validity, Reliability, and Applicability of Psychophysiological Techniques in Marketing Research. *Psychology & Marketing*, 25(2), 197–232. <http://doi.org/10.1002/mar>
- Zhai, S., Morimoto, C., & Ihde, S. (1999). Manual and gaze input cascaded (MAGIC) pointin. In *Proceedings of the ACM CHI'99 Human Factors in Computing Systems Conference* (pp. 246–253). AddisonWesley/ACM Press.
- Zhang, Q., Kong, L., & Jiang, Y. (2012). The interaction of arousal and valence in affective priming: behavioral and electrophysiological evidence. *Brain Research*, 1474, 60–72. <http://doi.org/10.1016/j.brainres.2012.07.023>



# ANEXOS DE LA TESIS

Anexo A: Comparación de la percepción de representaciones reales y virtuales del producto usando seguimiento de la mirada y diferenciales semánticos.

## A.1 Cuestionario de inicio de experimento Heineken.

### ESTUDIO DE PRODUCTO : REAL VS VIRTUAL



Nombre:

Ocupación:

DNI:

Fecha de nacimiento:

#### 1. ENCUESTA INTRODUCTORIA:

¿Eres un habitual consumidor de cerveza?    sí \_\_\_ no \_\_\_

¿Cuántas veces consumes cerveza en una semana?

Diario    al menos 3 veces    fin de semana

¿Prefieres el uso de botellas o latas?

¿Qué marcas de cerveza conoces (escribelas)?

¿Conoces la marca Heineken?    sí \_\_\_ no \_\_\_

¿Conoces la botella convencional de venta de Heineken?    sí \_\_\_ no \_\_\_

#### 2. ESCALA, CÓMO ENTENDERLA:

Para ayudarte a entender el experimento, te presentamos una serie de ejemplos de palabras y preguntas:

**Anticuado:** No está acorde con la tendencia actual.

**Empatía:** Que comparte tu forma de pensar o sentir.

**Inusual:** Que no se ve comúnmente.

**Discreto:** Algo que quiere permanecer anónimo.

**Estable:** Que no puede caer o desequilibrarse.

**Euforia:** Estado de ánimo que produce energía.

**De moda:** Estar acorde con la tendencia actual.

**Indiferencia:** No busca compartir algo contigo.

**Usual:** Que puedes ser visto comúnmente.

**Revolucionario:** Algo que busca ser llamativo.

**Inestable:** Que puede caer con facilidad.

**Tranquilidad:** Estado de ánimo que produce calma.

Otro ejemplo: Te pedimos evaluar el producto, para tí, ¿cómo identificas un móvil smartphone?

Costoso 1    2    3    4    5    6    7 Económico

(El #1 quiere decir que piensas que es costoso y el #7 que es barato y un #4 que piensas que es neutral)

Intuitivo 1    2    3    4    5    6    7 Confuso

(El #1 representa si estas acuerdo que es fácil de entender y el #7 que es confuso)

Recuerda que durante la prueba aparecerá este tipo de escala, usando algunas de las palabras anteriores.

A.2: Estadística descriptiva para las variables de TTF y VC.

AOI		TOTAL DE DURACIÓN DE LA FIJACIÓN (TTF) (seg)				NÚMERO DE VISITAS (VC) (veces)			
		Botella Real		Botella Virtual		Botella Real		Botella Virtual	
		Media	Dev. Std	Media	Dev. Std	Media	Dev. Std	Media	Dev. Std
Vista Frontal 0º	Chapa	0.000	(0.000)	0.006	(0.037)	0.053	(0.226)	0.079	(0.359)
	Contorno	0.054	(0.147)	0.160	(0.310)	0.184	(0.456)	0.474	(0.725)
	Logo Central	1.872	(0.717)	1.519	(0.624)	2.289	(1.037)	2.210	(1.069)
	Logo Vertical	0.845	(0.617)	0.905	(0.508)	1.632	(0.942)	1.789	(0.990)
Vista Posterior 0º	Chapa	0.022	(0.097)	0.036	(0.106)	0.026	(0.162)	0.053	(0.226)
	Contorno	0.073	(0.149)	0.139	(0.225)	0.237	(0.489)	0.053	(0.226)
	Información Gral	1.755	(0.666)	1.788	(0.597)	2.316	(1.016)	0.053	(0.226)
	Transparencia Log	0.905	(0.525)	0.774	(0.629)	1.868	(1.044)	0.053	(0.226)
Vista Frontal 15º	Chapa	0.037	(0.109)	0.050	(0.126)	0.105	(0.311)	0.184	(0.456)
	Contorno	0.103	(0.402)	0.144	(0.263)	0.132	(0.342)	0.500	(0.647)
	Logo Central	1.465	(0.611)	1.511	(0.625)	2.105	(0.863)	2.263	(1.131)
	Logo Vertical	0.959	(0.591)	0.792	(0.474)	1.974	(1.283)	1.737	(0.828)
Vista Posterior 15º	Chapa	0.052	(0.140)	0.099	(0.293)	0.132	(0.342)	0.184	(0.456)
	Contorno	0.053	(0.135)	0.098	(0.215)	0.158	(0.436)	0.395	(0.790)
	Información Gral	1.434	(0.702)	1.644	(0.614)	2.368	(1.051)	2.316	(0.809)
	Transparencia Log	0.889	(0.478)	0.693	(0.441)	2.316	(1.876)	1.500	(1.033)
Vista Frontal 35º	Chapa	0.145	(0.245)	0.086	(0.175)	0.342	(0.481)	0.184	(0.393)
	Contorno	0.044	(0.097)	0.054	(0.101)	0.184	(0.393)	0.263	(0.503)
	Logo Central	1.024	(0.563)	1.378	(0.674)	2.079	(1.075)	2.053	(1.012)
	Logo Vertical	0.954	(0.480)	0.761	(0.477)	2.158	(1.241)	1.816	(1.135)
Vista Posterior 35º	Chapa	0.188	(0.311)	0.129	(0.328)	0.395	(0.679)	0.210	(0.577)
	Contorno	0.034	(0.103)	0.096	(0.205)	0.132	(0.414)	0.237	(0.542)
	Información Gral	1.702	(0.967)	1.098	(0.611)	2.658	(1.564)	1.789	(0.843)
	Transparencia Log	0.513	(0.518)	0.508	(0.403)	1.368	(1.441)	1.421	(1.130)
Vista Frontal 60º	Chapa	0.404	(0.426)	0.618	(0.560)	0.895	(0.798)	0.921	(0.818)
	Contorno	0.021	(0.064)	0.040	(0.117)	0.105	(0.311)	0.184	(0.393)
	Logo Central	1.327	(0.748)	0.780	(0.443)	2.368	(0.970)	1.632	(0.970)
	Logo Vertical	0.690	(0.453)	1.134	(0.557)	1.447	(0.891)	2.342	(1.192)
Vista Posterior 60º	Chapa	0.499	(0.668)	0.930	(0.611)	0.842	(1.053)	1.500	(0.862)
	Contorno	0.005	(0.031)	0.076	(0.217)	0.026	(0.162)	0.158	(0.436)
	Información Gral	0.615	(0.644)	0.998	(0.523)	1.053	(1.089)	1.816	(0.925)
	Transparencia Log	0.000	(0.000)	0.000	(0.000)	0.053	(0.226)	0.057	(0.226)

A.3: Prueba de normalidad para los datos de TTF.

VISTAS	AOI	TTF BOTELLAS REALES				TTF BOTELLAS VIRTUALES			
		Kolmogorov-Smirnova		Shapiro-Wilk		Kolmogorov-Smirnova		Shapiro-Wilk	
		Estadísti co	Sig.	Estadísti co	Sig.	Estadísti co	Sig.	Estadístic o	Sig.
	Chapa	**	**	**	**	0.538	0.000	0.152	0.000
Vista Frontal 0º	Contorno	0.513	0.000	0.423	0.000	0.339	0.000	0.520	0.000
	Logo Central	0.078	0.200*	0.977	0.617	0.129	0.112	0.968	0.336
	Logo Vertical	0.142	0.051	0.926	0.015	0.077	0.200*	0.976	0.563
Vista Posterior 0º	Chapa	0.538	0.000	0.152	0.000	**	**	**	**
	Contorno	0.464	0.000	0.509	0.000	**	**	**	**
	Información Gral	0.106	0.200*	0.969	0.362	**	**	**	**
	Transparencia Log	0.097	0.200*	0.970	0.389	**	**	**	**
Vista Frontal 15º	Chapa	0.534	0.000	0.311	0.000	0.515	0.000	0.343	0.000
	Contorno	0.456	0.000	0.196	0.000	0.321	0.000	0.565	0.000
	Logo Central	0.107	0.200*	0.971	0.406	0.070	0.200*	0.981	0.750
	Logo Vertical	0.104	0.200*	0.954	0.118	0.167	0.009	0.888	0.001
Vista Posterior 15º	Chapa	0.521	0.000	0.358	0.000	0.513	0.000	0.345	0.000
	Contorno	0.494	0.000	0.372	0.000	0.435	0.000	0.402	0.000
	Información Gral	0.095	0.200*	0.978	0.662	0.090	0.200*	0.977	0.622
	Transparencia Log	0.082	0.200*	0.974	0.519	0.094	0.200*	0.957	0.156
Vista Frontal 35º	Chapa	0.372	0.000	0.643	0.000	0.478	0.000	0.491	0.000
	Contorno	0.473	0.000	0.463	0.000	0.440	0.000	0.537	0.000
	Logo Central	0.099	0.200*	0.973	0.490	0.084	0.200*	0.982	0.793
	Logo Vertical	0.079	0.200*	0.981	0.740	0.070	0.200*	0.966	0.290
Vista Posterior 35º	Chapa	0.399	0.000	0.633	0.000	0.474	0.000	0.383	0.000
	Contorno	0.524	0.000	0.372	0.000	0.458	0.000	0.499	0.000
	Información Gral	0.088	0.200*	0.973	0.465	0.128	0.121	0.969	0.362
	Transparencia Log	0.171	0.007	0.865	0.000	0.118	0.200*	0.926	0.015
Vista Frontal 60º	Chapa	0.191	0.001	0.849	0.000	0.154	0.024	0.897	0.002
	Contorno	0.532	0.000	0.307	0.000	0.483	0.000	0.330	0.000
	Logo Central	0.122	0.165	0.954	0.119	0.102	0.200*	0.946	0.067
	Logo Vertical	0.107	0.200*	0.950	0.088	0.091	0.200*	0.954	0.119
Vista Posterior 60º	Chapa	0.271	0.000	0.753	0.000	0.081	0.200*	0.958	0.164
	Contorno	0.538	0.000	0.152	0.000	0.520	0.000	0.279	0.000
	Información Gral	0.239	0.000	0.834	0.000	0.107	0.200*	0.946	0.063
	Transparencia Log	**	**	**	**	**	**	**	**

\* No difieren de una distribución normal

\*\* Valor omitido por el estadístico.

A.4: Prueba de normalidad para datos de VC.

VISTAS	AOI	VC BOTELLAS REALES				VC BOTELLAS VIRTUALES			
		Kolmogorov-Smirnova		Shapiro-Wilk		Kolmogorov-Smirnova		Shapiro-Wilk	
		Estadístico	Sig.	Estadístico	Sig.	Estadístico	Sig.	Estadístico	Sig.
		co		co		co	o		
Vista Frontal 0º	Chapa	0.539	0.000	0.237	0.000	0.534	0.000	0.234	0.000
	Contorno	0.499	0.000	0.456	0.000	0.375	0.000	0.674	0.000
	Logo Central	0.215	0.000	0.920	0.010	0.236	0.000	0.890	0.001
	Logo Vertical	0.231	0.000	0.879	0.001	0.208	0.000	0.902	0.003
Vista Posterior 0º	Chapa	0.538	0.000	0.152	0.000	0.539	0.000	0.237	0.000
	Contorno	0.475	0.000	0.529	0.000	0.539	0.000	0.237	0.000
	Información Gral	0.254	0.000	0.876	0.001	0.539	0.000	0.237	0.000
	Transparencia Log	0.182	0.003	0.902	0.003	0.539	0.000	0.237	0.000
Vista Frontal 15º	Chapa	0.527	0.000	0.355	0.000	0.499	0.000	0.456	0.000
	Contorno	0.518	0.000	0.400	0.000	0.359	0.000	0.713	0.000
	Logo Central	0.259	0.000	0.887	0.001	0.302	0.000	0.844	0.000
	Logo Vertical	0.202	0.000	0.890	0.001	0.256	0.000	0.871	0.000
Vista Posterior 15º	Chapa	0.518	0.000	0.400	0.000	0.499	0.000	0.456	0.000
	Contorno	0.510	0.000	0.412	0.000	0.402	0.000	0.546	0.000
	Información Gral	0.231	0.000	0.843	0.000	0.283	0.000	0.858	0.000
	Transparencia Log	0.252	0.000	0.735	0.000	0.186	0.002	0.905	0.004
Vista Frontal 35º	Chapa	0.420	0.000	0.600	0.000	0.496	0.000	0.473	0.000
	Contorno	0.496	0.000	0.473	0.000	0.463	0.000	0.560	0.000
	Logo Central	0.187	0.002	0.915	0.007	0.269	0.000	0.877	0.001
	Logo Vertical	**	**	**	**	0.196	0.001	0.912	0.006
Vista Posterior 35º	Chapa	0.182	0.003	0.920	0.010	0.485	0.000	0.415	0.000
	Contorno	0.404	0.000	0.618	0.000	0.485	0.000	0.493	0.000
	Información Gral	0.519	0.000	0.361	0.000	0.283	0.000	0.857	0.000
	Transparencia Log	0.189	0.001	0.935	0.029	0.303	0.000	0.840	0.000
Vista Frontal 60º	Chapa	0.206	0.000	0.809	0.000	0.277	0.000	0.820	0.000
	Contorno	0.237	0.000	0.799	0.000	0.496	0.000	0.473	0.000
	Logo Central	0.527	0.000	0.355	0.000	0.216	0.000	0.904	0.003
	Logo Vertical	0.216	0.000	0.904	0.003	0.192	0.001	0.937	0.033
Vista Posterior 60º	Chapa	0.218	0.000	0.875	0.001	0.245	0.000	0.873	0.000
	Contorno	0.288	0.000	0.781	0.000	0.510	0.000	0.412	0.000
	Información Gral	0.538	0.000	0.152	0.000	0.206	0.000	0.897	0.002
	Transparencia Log	0.254	0.000	0.830	0.000	0.539	0.000	0.237	0.000

# Anexo B: La influencia del contexto en la percepción visual de un material: un estudio de material cerámico para estancias.

## B.1: Cuestionario para el experimento de pavimentos cerámicos.

### ESTUDIO DE PERCEPCIÓN EN PAVIMENTOS CERÁMICOS CUESTIONARIO



Por favor, conteste a las siguientes cuestiones generales:

1. Sexo:  Hombre  Mujer
2. Edad:  Menos de 20 años  De 40 a 59 años  
 De 20 a 29 años  60 años o más  
 De 30 a 39 años
3. Provincia: \_\_\_\_\_
4. Formación:  Bachiller  Superiores  
 Elementales  Medios

5. ¿Forma parte de su trabajo elegir y/o adquirir productos cerámicos?

- a) No.  
b) Sí, para ofrecerlos en mi establecimiento comercial/, distribuyo a establecimientos comerciales.  
c) Sí, soy arquitecto/interiorista/ decorador y los elijo en mis trabajos.  
d) Trabajo en diseño y desarrollo de productos cerámicos.  
e) Otros: \_\_\_\_\_

6. ¿Qué tipo de suelo hay en el salón-comedor de su vivienda?

- a) Pavimento cerámico.  
b) Parquet/ tarima flotante/ madera.  
c) Mármol/ terrazo.  
d) Otro: \_\_\_\_\_

7. ¿Ha sido elegido por usted?

- a) Sí.  
b) No.

8. A la hora de comprar un pavimento cerámico para su casa, ¿qué le interesa más?

- a) La estética del pavimento.  
b) Las características, como su resistencia.  
c) El precio.  
d) Que la marca me dé confianza.

"GRACIAS POR ESTA INFORMACIÓN"

B.2: Niveles críticos de los estadísticos de Kolmogorov-Smirnov de los DS para las decoraciones.

Diferenciales semánticos	N	Moderna	Clásica	Rústica
ESC1_Recargado, poco adaptable/Sencillo y versátil	10	0.015	0.001	0.200*
ESC2_Tradicional/Innovador, de diseño	10	0.035	0.011	0.075*
ESC3_Apagado/Luminoso	10	0.046	0.107*	0.053*
ESC4_Frágil/Resistente	10	0.008	0.200*	0.191*
ESC5_Difícil limpieza/Fácil limpieza	10	0.003	0.016	0.002
ESC6_Poco doméstico/Hogareño	10	0.200*	0.089*	0.013
ESC7_Aspecto de barato/Aspecto de caro	10	0.168*	0.009	0.008
ESC8_Artificial/Natural	10	0.127*	0.082*	0.037
ESC9_Vulgar/Elegante	10	0.007	0.000	0.185*
ESC10_No me gusta/Me gusta el pavimento	10	0.200*	0.001	0.069*
ESC11_Nada adecuados/Muy adecuados	10	0.055*	0.000	0.011
ESC12_No me gusta la decoración/Me gusta la decoración	10	0.200*	0.015	0.200*

\* La distribución no difiere de la distribución Normal

B.3: Prueba de comparación de medias de Mann-Whitney para dos muestras independientes (decoración A y B, decoración B y C) para los DS.

Codificación	Decoraciones A y B				Decoraciones B y C			
	Mann-Whitney U	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	Mann-Whitney U	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]
ESC1	29.000	-1.745	0.081	0.123 <sup>a</sup>	24.500	-2.007	0.045	0.052 <sup>a</sup>
ESC2	22.000	-2.193	0.028	0.035 <sup>a</sup>	21.000	-2.294	0.022	0.029 <sup>a</sup>
ESC3	40.500	-0.752	0.452	0.481 <sup>a</sup>	49.500	-0.040	.968	0.971 <sup>a</sup>
ESC4	35.000	-1.177	0.239	0.280 <sup>a</sup>	39.000	-0.857	0.391	0.436 <sup>a</sup>
ESC5	42.500	-0.623	0.533	0.579 <sup>a</sup>	44.000	-0.489	0.625	0.684 <sup>a</sup>
ESC6	42.500	-0.587	0.557	0.579 <sup>a</sup>	38.500	-0.896	0.370	0.393 <sup>a</sup>
ESC7	28.500	-1.725	0.084	0.105 <sup>a</sup>	45.000	-0.412	0.680	0.739 <sup>a</sup>
ESC8	47.000	-0.236	0.814	0.853 <sup>a</sup>	49.500	-0.039	0.968	0.971 <sup>a</sup>
ESC9	49.000	-0.089	0.929	0.971 <sup>a</sup>	46.000	-0.326	0.745	0.796 <sup>a</sup>
ESC10	45.000	-0.389	.697	0.739 <sup>a</sup>	29.500	-1.598	0.110	0.123 <sup>a</sup>
ESC11	35.000	-1.344	0.179	0.280 <sup>a</sup>	37.000	-1.159	0.246	0.353 <sup>a</sup>
ESC12	49.500	-0.039	0.969	0.971 <sup>a</sup>	43.500	-0.510	0.610	0.631 <sup>a</sup>

B.4: Prueba de comparación de medias de Mann-Whitney para dos muestras independientes (decoración A y B, decoración B y C, y decoración A y C) para la variable TTFp.

Codificación	Decoración A y B				Decoración B y C				Decoración A y C			
	Mann-Whitney U	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)	Sig. Exacto [2*(1-tailed Sig.)]	Mann-Whitney U	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)	Sig. Exacto [2*(1-tailed Sig.)]	Mann-Whitney U	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)	Sig. Exacto [2*(1-tailed Sig.)]
ESC1	46.500	-0.266	0.791	0.796 <sup>a</sup>	43.000	-0.530	0.596	0.631 <sup>a</sup>	38.000	-0.907	0.364	0.393 <sup>a</sup>
ESC2	44.000	-0.454	0.650	0.684 <sup>a</sup>	46.000	-0.303	0.762	0.796 <sup>a</sup>	44.000	-0.454	0.650	0.684 <sup>a</sup>
ESC3	50.000	0.000	1.000	1.000 <sup>a</sup>	38.000	-0.907	0.364	0.393 <sup>a</sup>	37.000	-0.983	0.326	0.353 <sup>a</sup>
ESC4	44.000	-0.454	0.650	0.684 <sup>a</sup>	41.000	-0.680	0.496	0.529 <sup>a</sup>	26.000	-1.814	0.070	0.075 <sup>a</sup>
ESC5	49.000	-0.076	0.940	0.971 <sup>a</sup>	46.000	-0.302	0.762	0.796 <sup>a</sup>	48.000	-0.151	0.880	0.912 <sup>a</sup>
ESC6	36.000	-1.060	0.289	0.315 <sup>a</sup>	34.000	-1.210	0.226	0.247 <sup>a</sup>	25.000	-1.890	0.059	0.063 <sup>a</sup>
ESC7	38.000	-0.907	0.364	0.393 <sup>a</sup>	37.000	-0.984	0.325	0.353 <sup>a</sup>	37.000	-0.983	0.326	0.353 <sup>a</sup>
ESC8	35.000	-1.134	0.257	0.280 <sup>a</sup>	22.000	-2.117	0.034	0.035 <sup>a</sup>	29.000	-1.587	0.112	0.123 <sup>a</sup>
ESC9	49.000	-0.076	0.940	0.971 <sup>a</sup>	34.000	-1.211	0.226	0.247 <sup>a</sup>	32.000	-1.361	0.174	0.190 <sup>a</sup>
ESC10	49.000	-0.076	0.940	0.971 <sup>a</sup>	24.000	-1.965	0.049	0.052 <sup>a</sup>	18.000	-2.419	0.016	0.015 <sup>a</sup>
ESC11	29.000	-1.590	0.112	0.123 <sup>a</sup>	34.000	-1.211	0.226	0.247 <sup>a</sup>	43.500	-0.498	0.619	0.631 <sup>a</sup>
ESC12	38.000	-0.951	0.342	0.393 <sup>a</sup>	39.000	-0.859	0.390	0.436 <sup>a</sup>	31.000	-1.506	0.132	0.165 <sup>a</sup>

a. No corregido por lazos.

Anexo C: Preferencia predicha por la fijación: El comportamiento de movimiento del ojo en niños pequeños.

C.1: Estadística descriptiva de la valoración de los isotipos.

Código de estímulos y posición	Media	Desv.Std	Código de estímulos y posición	Media	Desv.Std	Código de estímulos y posición	Media	Desv.Std
A1V33	5.23	1.423	B2Y12	5.08	1.382	D3X21	4.77	1.833
A1W31	4.46	2.332	B2Z23	3.69	1.702	D3Y33	5.23	1.481
A1X12	4.92	1.656	B3Y32	5.08	1.754	D3Z12	4.77	1.833
A1Y31	4.23	2.279	B4Y21	4.46	1.761	D4V11	4.62	1.502
A1Z11	5.46	2.184	B5Y11	3.85	2.035	D4W21	4.85	1.625
A2Z31	5.08	1.935	C1X12	5.15	1.772	D4X33	5.00	1.780
A3Z13	4.46	2.066	C2V11	5.23	1.739	D4Y12	4.69	1.437
A4Z33	4.69	1.702	C2W21	5.46	1.127	D4Z32	4.38	1.660
A5V11	5.46	1.761	C2X32	5.54	1.127	D5W11	4.69	1.653
A5W21	4.38	2.181	C2Y13	5.54	1.266	E1V12	4.46	1.506
A5X31	5.00	1.915	C2Z32	4.77	1.301	E2V32	3.92	1.441
A5Y12	4.54	1.506	C3V23	5.31	1.494	E3V21	4.69	1.494
A5Z23	5.38	1.502	C3W33	5.31	1.182	E4V11	4.38	1.446
B1V23	4.85	1.725	C3X13	4.69	1.601	E4W23	4.62	1.261
B1W32	4.38	2.219	C3Y32	5.23	1.787	E4X31	4.31	1.888
B1X13	5.08	1.801	C3Z13	4.69	1.494	E4Y13	3.38	1.387
B1Y31	4.92	1.754	C4X33	5.08	1.256	E4Z33	4.23	1.301
B1Z12	5.38	1.325	C5X23	5.31	1.494	E5V23	3.92	1.801
B2V11	4.46	1.808	D1W31	4.54	1.984	E5X21	4.23	1.589
B2W21	4.77	1.481	D2W13	4.62	1.325	E5Y31	3.85	1.573
B2X32	4.54	1.330	D3V23	5.46	1.450	E5Z13	4.08	1.891
			D3W21	4.69	1.653			

C.2: Estadística descriptiva de la valoración de los juguetes.

Código de estímulos y posición	Media	Desv.Std	Código de estímulos y posición	Media	Desv.Std	Código de estímulos y posición	Media	Desv.Std
A1K11	5.60	1.805	B3L23	4.73	1.624	D2M32	5.40	1.882
A1N32	5.07	1.710	B3M33	5.67	1.345	D3M21	5.40	1.920
A1P11	4.40	1.920	B3N**	5.13	1.302	D3N13	4.87	2.134
A2K12	6.07	1.223	B4M11	5.80	1.424	D3P21	4.53	2.066
A2P21	4.33	2.024	B4P21	4.87	1.727	D4M33	5.73	1.534
A3K31	5.80	1.897	C1K33	5.47	1.598	D4N33	4.53	1.922
A3M**	5.93	1.335	C1N23	4.27	2.120	D4P21	4.47	2.100
A3N13	4.87	1.642	C1P23	4.73	1.981	D5M12	4.13	2.356
A4M**	5.80	1.207	C2K11	5.33	1.447	E1K31	5.80	1.373
A4N33	5.27	1.624	C2M12	5.20	1.935	E1N13	5.33	1.915
A5K13	4.73	2.187	C2N**	5.07	1.624	E2L23	4.47	2.031
A5L23	5.13	1.407	C2P**	3.67	1.988	E2M12	5.27	1.870
A5N32	5.13	1.598	C3K13	4.87	1.846	E2N31	5.47	1.506
A5P31	4.53	1.807	C3L21	4.40	1.502	E3M32	5.47	1.846
B1K11	5.27	1.870	C3M32	5.20	1.971	E3N33	4.40	1.682
B1L23	4.40	1.724	C3N13	5.27	1.335	E4K**	5.87	1.915
B1M11	6.47	1.187	C4K31	5.33	1.496	E4N23	4.87	1.922
B2K31	5.53	1.598	C4M12	5.33	1.543	E4P21	4.73	1.907
B2L12	4.73	2.187	C5L23	4.47	1.356	E5K**	5.00	2.204
B2M12	5.27	1.710	D1K11	5.33	2.193	E5L23	5.20	1.740
B2N**	5.20	1.424	D1L**	4.33	1.718	E5M33	4.73	2.314
			D2K31	4.80	1.859			

## Anexo D: Potenciales Evocados y Seguimiento de la mirada: la percepción de envases de comida saludable.

D.1: Cuestionario de apertura del experimento para envases de comida saludable.

**ESTUDIO DE PRODUCTO (parte 1)**



---

**DATOS PERSONALES:**

Nombre:

DNI:

Ocupación:

Fecha de nacimiento:

Número de personas que viven en tu vivienda:

---

**CUESTIONES INICIALES:**

1. ¿Te encargas de hacer la compra?
2. ¿Prefieres productos frescos o envasados?
3. ¿Consumes productos envasados publicitados como saludables y/o naturales? Si es así, indica cuáles.
4. ¿Piensas que dichos productos por ser saludables y/o naturales están perdiendo algún atributo destacable como color, sabor, etc.? ¿O por el contrario piensas que están ganando?
5. ¿En qué te fijas más a la hora de comprar, en el precio o en la marca?

## EXPLICACIÓN DE LA PRUEBA Y EJEMPLOS:

Para ayudarte a entender el experimento, te presentamos una serie de palabras y dos ejemplos de lo que te vas a encontrar en la prueba.

**Atrayente:** Hacer que acudan a sí otras cosas, animales o personas.

**Barato:** De bajo precio.

**Caro:** De precio elevado.

**Común:** Corriente, ordinario, frecuente.

**Delicioso:** Capaz de causar delicia, muy agradable.

**Insulso:** Falto de sabor.

**Nocivo:** Dañoso, pernicioso, perjudicial.

**Nutritivo:** Aumentar o dar nuevas fuerzas.

**Repugnante:** Causa aversión hacia algo.

**Saludable:** Que sirve para conservar o restablecer la salud.

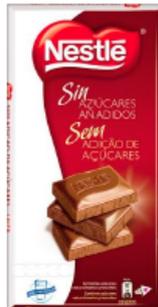
Te pedimos que evalúes el producto, fijándote primero en la palabra y a continuación en la imagen. Posteriormente tendrás que indicar si a tu parecer es coherente la relación entre la imagen y la palabra.

ARTIFICIAL



¿Es coherente? Sí/No

DULCE



¿Es coherente? Sí/No

D.2: Cuestionario de cierre del experimento para envases de comida saludable.

## ESTUDIO DE PRODUCTO (parte 2)



### CUESTIONES FINALES:

1. ¿Consumes jamón cocido y/o pechuga de pavo envasada?

2. ¿Cuántas veces consumes este producto por semana?

Diariamente \_\_ Más de 3 veces a la semana \_\_ Menos de 3 veces a la semana \_\_ Nunca \_\_

3. ¿Tienes preferencia por alguna marca de jamón cocido envasado? Si es así indica cuáles.

4. ¿Podrías mencionar las marcas que recuerdes haber visto en la prueba?

5. ¿Conoces alguna gama de jamón cocido saludable? Si es así indica cuáles.

### D.3: Contraste multivariado para TTF.

Efecto		Valor	F	Gl de hipótesis	Gl de error	Sig.
AOI	Rastro de Pillai	0.905	43.927 <sup>a</sup>	5.000	23.000	0.000
	Lambda de Wilks	0.095	43.927 <sup>a</sup>	5.000	23.000	0.000
	Rastro de Hotelling	9.549	43.927 <sup>a</sup>	5.000	23.000	0.000
	Raíz mayor de Roy	9.549	43.927 <sup>a</sup>	5.000	23.000	0.000
PRIMING	Rastro de Pillai	0.173	5.654 <sup>a</sup>	1.000	27.000	0.025
	Lambda de Wilks	0.827	5.654 <sup>a</sup>	1.000	27.000	0.025
	Rastro de Hotelling	0.209	5.654 <sup>a</sup>	1.000	27.000	0.025
	Raíz mayor de Roy	0.209	5.654 <sup>a</sup>	1.000	27.000	0.025
AOI * PRIMING	Rastro de Pillai	0.215	1.262 <sup>a</sup>	5.000	23.000	0.314
	Lambda de Wilks	0.785	1.262 <sup>a</sup>	5.000	23.000	0.314
	Rastro de Hotelling	0.274	1.262 <sup>a</sup>	5.000	23.000	0.314
	Raíz mayor de Roy	0.274	1.262 <sup>a</sup>	5.000	23.000	0.314

a. Diseño: intercepción

b. Intercepción de diseño entre sujetos: AOI + PRIMING + AOI \* PRIMING

### D.4: Contraste multivariado para VC.

Efecto		Valor	F	Gl de hipótesis	Gl de error	Sig.
AOI	Rastro de Pillai	0.055	1.408 <sup>a</sup>	1.000	24.000	0.247
	Lambda de Wilks	0.945	1.408 <sup>a</sup>	1.000	24.000	0.247
	Rastro de Hotelling	0.059	1.408 <sup>a</sup>	1.000	24.000	0.247
	Raíz mayor de Roy	0.059	1.408 <sup>a</sup>	1.000	24.000	0.247
PRIMING	Rastro de Pillai	0.937	59.075 <sup>a</sup>	5.000	20.000	0.000
	Lambda de Wilks	0.063	59.075 <sup>a</sup>	5.000	20.000	0.000
	Rastro de Hotelling	14.769	59.075 <sup>a</sup>	5.000	20.000	0.000
	Raíz mayor de Roy	14.769	59.075 <sup>a</sup>	5.000	20.000	0.000
AOI * PRIMING	Rastro de Pillai	0.249	1.326 <sup>a</sup>	5.000	20.000	0.294
	Lambda de Wilks	0.751	1.326 <sup>a</sup>	5.000	20.000	0.294
	Rastro de Hotelling	0.331	1.326 <sup>a</sup>	5.000	20.000	0.294
	Raíz mayor de Roy	0.331	1.326 <sup>a</sup>	5.000	20.000	0.294

a. Diseño: intercepción

b. Intercepción de diseño entre sujetos: AOI + PRIMING + AOI \* PRIMING

D.5: Efecto intra-sujetos en el análisis de aproximación multivariada para TTF.

Fuente		Suma de cuadrados Tipo III	df	Media Cuadrática	F	Sig.	Eta cuadra parcial	Potencia observada
Valencia	Supuesto de esfericidad	16.329	1.000	16.329	4.697	0.040	0.164	0.548
	Greenhouse-Geisser	16.329	1.000	16.329	4.697	0.040	0.164	0.548
	Huynh-Feldt	16.329	1.000	16.329	4.697	0.040	0.164	0.548
	Lower-bound	16.329	1.000	16.329	4.697	0.040	0.164	0.548
Error (Valencia)	Supuesto de esfericidad	83.429	24.000	3.476				
	Greenhouse-Geisser	83.429	24.000	3.476				
	Huynh-Feldt	83.429	24.000	3.476				
	Lower-bound	83.429	24.000	3.476				
AOI	Supuesto de esfericidad	19664.615	5.000	3932.923	10.668	0.000	0.308	1.000
	Greenhouse-Geisser	19664.615	2.682	7330.775	10.668	0.000	0.308	0.997
	Huynh-Feldt	19664.615	3.052	6443.113	10.668	0.000	0.308	0.999
	Lower-bound	19664.615	1.000	19664.615	10.668	0.003	0.308	0.880
Error(AOI)	Supuesto de esfericidad	44238.623	120.000	368.655				
	Greenhouse-Geisser	44238.623	64.379	687.155				
	Huynh-Feldt	44238.623	73.249	603.950				
	Lower-bound	44238.623	24.000	1843.276				
Valencia * AOI	Supuesto de esfericidad	18.961	5.000	3.792	0.679	0.640	0.028	0.239
	Greenhouse-Geisser	18.961	3.665	5.173	0.679	0.596	0.028	0.205
	Huynh-Feldt	18.961	4.408	4.301	0.679	0.622	0.028	0.224
	Lower-bound	18.961	1.000	18.961	0.679	0.418	0.028	0.124
Error (Valencia *AOI)	Supuesto de esfericidad	670.180	120.000	5.585				
	Greenhouse-Geisser	670.180	87.971	7.618				
	Huynh-Feldt	670.180	105.794	6.335				
	Lower-bound	670.180	24.000	27.924				

\*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

D.6: Efecto intra-sujetos en el análisis de aproximación multivariada para VC.

Fuente		Suma de cuadrados Tipo III	df	Media Cuadrática	F	Sig.	Parámetro noncent	Potencia observada
Valencia	Supuesto de esfericidad	47.203	1.000	47.203	1.408	0.247	1.408	0.207
	Greenhouse-Geisser	47.203	1.000	47.203	1.408	0.247	1.408	0.207
	Huynh-Feldt	47.203	1.000	47.203	1.408	0.247	1.408	0.207
	Lower-bound	47.203	1.000	47.203	1.408	0.247	1.408	0.207
Error (Valencia)	Supuesto de esfericidad	804.547	24.000	33.523				
	Greenhouse-Geisser	804.547	24.000	33.523				
	Huynh-Feldt	804.547	24.000	33.523				
	Lower-bound	804.547	24.000	33.523				
AOI	Supuesto de esfericidad	144200.977	5.000	28840.195	21.130	0.000	105.650	1.000
	Greenhouse-Geisser	144200.977	2.645	54515.195	21.130	0.000	55.892	1.000
	Huynh-Feldt	144200.977	3.003	48018.831	21.130	0.000	63.454	1.000
	Lower-bound	144200.977	1.000	144200.977	21.130	0.000	21.130	0.993
Error(AOI)	Supuesto de esfericidad	163786.440	120.000	1364.887				
	Greenhouse-Geisser	163786.440	63.484	2579.978				
	Huynh-Feldt	163786.440	72.072	2272.532				
	Lower-bound	163786.440	24.000	6824.435				
Valencia * AOI	Supuesto de esfericidad	393.457	5.000	78.691	2.244	0.054	11.219	0.713
	Greenhouse-Geisser	393.457	3.852	102.153	2.244	0.073	8.643	0.625
	Huynh-Feldt	393.457	4.680	84.075	2.244	0.059	10.501	0.690
	Lower-bound	393.457	1.000	393.457	2.244	0.147	2.244	0.301
Error (Valencia *AOI)	Supuesto de esfericidad	4208.293	120.000	35.069				
	Greenhouse-Geisser	4208.293	92.439	45.525				
	Huynh-Feldt	4208.293	112.316	37.468				
	Lower-bound	4208.293	24.000	175.346				

\*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

D.7: Comparación por pares para medias marginales de la valencia para la variable VC.

(I) Valencia	(J) Valencia	Diferencia de medias (I-J)	Error Std.	Sig. <sup>a</sup>	95% de intervalo de confianza para la diferencia <sup>a</sup>	
					Límite inferior	Límite superior
Positiva	Negativa	-0.793*	0.669	0.247	-2.173	0.587
Negativa	Positiva	0.793*	0.669	0.247	0.022	0.911

\*La diferencia de medias con un nivel crítico de 0.05. <sup>a</sup> El ajuste para comparaciones múltiples: Bonferroni.

### D.8: Contraste multivariado para TFF.

Efecto		Valor	F	GI de hipótesis	GI de error	Sig.
AOI	Rastro de Pillai	0.017	0.427 <sup>a</sup>	1.000	24.000	0.519
	Lambda de Wilks	0.983	0.427 <sup>a</sup>	1.000	24.000	0.519
	Rastro de Hotelling	0.018	0.427 <sup>a</sup>	1.000	24.000	0.519
	Raíz mayor de Roy	0.018	0.427 <sup>a</sup>	1.000	24.000	0.519
PRIMING	Rastro de Pillai	0.557	5.023 <sup>a</sup>	5.000	20.000	0.004
	Lambda de Wilks	0.443	5.023 <sup>a</sup>	5.000	20.000	0.004
	Rastro de Hotelling	1.256	5.023 <sup>a</sup>	5.000	20.000	0.004
	Raíz mayor de Roy	1.256	5.023 <sup>a</sup>	5.000	20.000	0.004
AOI * PRIMING	Rastro de Pillai	0.174	0.840 <sup>a</sup>	5.000	20.000	0.537
	Lambda de Wilks	0.826	0.840 <sup>a</sup>	5.000	20.000	0.537
	Rastro de Hotelling	0.210	0.840 <sup>a</sup>	5.000	20.000	0.537
	Raíz mayor de Roy	0.210	0.840 <sup>a</sup>	5.000	20.000	0.537

a. Diseño: intercepción

b. Intercepción de diseño entre sujetos: AOI + PRIMING + AOI \* PRIMING

### D.9: Contraste multivariado para VD.

Efecto		Valor	F	GI de hipótesis	GI de error	Sig.
AOI	Rastro de Pillai	0.013	0.312 <sup>a</sup>	1.000	24.000	0.581
	Lambda de Wilks	0.987	0.312 <sup>a</sup>	1.000	24.000	0.581
	Rastro de Hotelling	0.013	0.312 <sup>a</sup>	1.000	24.000	0.581
	Raíz mayor de Roy	0.013	0.312 <sup>a</sup>	1.000	24.000	0.581
PRIMING	Rastro de Pillai	0.739	11.329 <sup>a</sup>	5.000	20.000	0.000
	Lambda de Wilks	0.261	11.329 <sup>a</sup>	5.000	20.000	0.000
	Rastro de Hotelling	2.832	11.329 <sup>a</sup>	5.000	20.000	0.000
	Raíz mayor de Roy	2.832	11.329 <sup>a</sup>	5.000	20.000	0.000
AOI * PRIMING	Rastro de Pillai	0.099	0.440 <sup>a</sup>	5.000	20.000	0.815
	Lambda de Wilks	0.901	0.440 <sup>a</sup>	5.000	20.000	0.815
	Rastro de Hotelling	0.110	0.440 <sup>a</sup>	5.000	20.000	0.815
	Raíz mayor de Roy	0.110	0.440 <sup>a</sup>	5.000	20.000	0.815

a. Diseño: intercepción

b. Intercepción de diseño entre sujetos: AOI + PRIMING + AOI \* PRIMING

D.10: Efectos intra-sujetos en el análisis de aproximación multivariada para TTF.

Fuente		Suma de cuadrados Tipo III	df	Media Cuadrática	F	Sig.	Eta cuadra parcial	Potencia observada
Valencia	Supuesto de esfericidad	17323.592	1.000	17323.592	0.427	0.519	0.017	0.096
	Greenhouse-Geisser	17323.592	1.000	17323.592	0.427	0.519	0.017	0.096
	Huynh-Feldt	17323.592	1.000	17323.592	0.427	0.519	0.017	0.096
	Lower-bound	17323.592	1.000	17323.592	0.427	0.519	0.017	0.096
Error (Valencia)	Supuesto de esfericidad	972638.137	24.000	40526.589				
	Greenhouse-Geisser	972638.137	24.000	40526.589				
	Huynh-Feldt	972638.137	24.000	40526.589				
	Lower-bound	972638.137	24.000	40526.589				
AOI	Supuesto de esfericidad	289714.521	5.000	57942.904	2.646	0.026	0.099	0.793
	Greenhouse-Geisser	289714.521	2.067	140160.172	2.646	0.079	0.099	0.510
	Huynh-Feldt	289714.521	2.265	127915.910	2.646	0.073	0.099	0.537
	Lower-bound	289714.521	1.000	289714.521	2.646	0.117	0.099	0.345
Error(AOI)	Supuesto de esfericidad	2628046.418	120.000	21900.387				
	Greenhouse-Geisser	2628046.418	49.609	52975.632				
	Huynh-Feldt	2628046.418	54.357	48347.730				
	Lower-bound	2628046.418	24.000	109501.934				
Valencia * AOI	Supuesto de esfericidad	30122.039	5.000	6024.408	0.897	0.486	0.036	0.312
	Greenhouse-Geisser	30122.039	2.339	12875.716	0.897	0.427	0.036	0.210
	Huynh-Feldt	30122.039	2.608	11550.799	0.897	0.436	0.036	0.221
	Lower-bound	30122.039	1.000	30122.039	0.897	0.353	0.036	0.149
Error (Valencia *AOI)	Supuesto de esfericidad	806172.556	120.000	6718.105				
	Greenhouse-Geisser	806172.556	56.147	14358.326				
	Huynh-Feldt	806172.556	62.587	12880.847				
	Lower-bound	806172.556	24.000	33590.523				

\*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

D.II: Efectos intra-sujetos en el análisis de aproximación multivariada para VD.

Fuente		Suma de cuadrados Tipo III	df	Media Cuadrática	F	Sig.	Eta cuadra parcial	Potencia observada
Valencia	Supuesto de esfericidad	0.001	1.000	0.001	0.312	0.581	0.013	0.312
	Greenhouse-Geisser	0.001	1.000	0.001	0.312	0.581	0.013	0.312
	Huynh-Feldt	0.001	1.000	0.001	0.312	0.581	0.013	0.312
	Lower-bound	0.001	1.000	0.001	0.312	0.581	0.013	0.312
Error (Valencia)	Supuesto de esfericidad	0.083	24.000	0.003				
	Greenhouse-Geisser	0.083	24.000	0.003				
	Huynh-Feldt	0.083	24.000	0.003				
	Lower-bound	0.083	24.000	0.003				
AOI	Supuesto de esfericidad	0.671	5.000	0.134	4.993	0.000	0.172	24.967
	Greenhouse-Geisser	0.671	2.613	0.257	4.993	0.005	0.172	13.047
	Huynh-Feldt	0.671	2.961	0.226	4.993	0.003	0.172	14.785
	Lower-bound	0.671	1.000	0.671	4.993	0.035	0.172	4.993
Error(AOI)	Supuesto de esfericidad	3.223	120.000	0.027				
	Greenhouse-Geisser	3.223	62.710	0.051				
	Huynh-Feldt	3.223	71.059	0.045				
	Lower-bound	3.223	24.000	0.134				
Valencia * AOI	Supuesto de esfericidad	0.009	5.000	0.002	0.657	0.656	0.027	3.287
	Greenhouse-Geisser	0.009	3.400	0.003	0.657	0.599	0.027	2.236
	Huynh-Feldt	0.009	4.029	0.002	0.657	0.624	0.027	2.649
	Lower-bound	0.009	1.000	0.009	0.657	0.425	0.027	0.657
Error (Valencia *AOI)	Supuesto de esfericidad	0.317	120.000	0.003				
	Greenhouse-Geisser	0.317	81.604	0.004				
	Huynh-Feldt	0.317	96.705	0.003				
	Lower-bound	0.317	24.000	0.013				

\*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

D.12: Amplitudes obtenidas para el análisis de ERPs para todos los estímulos.

Empaque de Jamón Cocido						Empaque de Pechuga de Pavo					
Positivas			Negativas			Positivas			Negativas		
P3	Pz	P4	P3	Pz	P4	P3	Pz	P4	P3	Pz	P4
-5,584	-2,478	-1,406	-8,85	-6,016	-3,621	-9,244	-6,2	-5,047	-7,525	-4,649	-4,76
-3,303	-2,388	-2,503	-3,132	-2,333	-3,704	-1,188	-1,569	-2,188	-2,31	-1,921	-3,73
6,476	7,963	4,771	1,985	3,436	2,22	3,856	4,681	1,916	3,54	5,422	3,869
1,073	1,354	1,012	-0,891	-0,337	-0,248	-1,829	-0,444	0,091	-2,031	-1,075	0,251
-2,896	-4,132	-6,685	-1,951	-3,11	-6,133	-0,51	-2,678	-6,375	-1,032	-2,634	-5,75
-4,728	-3,635	-1,978	-4,3	-2,006	-0,918	-3,714	-3,954	-1,536	-4,779	-3,569	-1,00
-2,858	-1,135	-1,418	-2,69	-0,719	-1,79	-4,53	-3,028	-2,62	-2,533	-1,426	0,315
-2,657	-2,973	-7,252	-2,966	-2,258	-5,754	-8,016	-2,386	-5,353	-2,296	-1,968	-6,05
-1,311	0,412	0,362	-1,55	0,403	0,477	-2,484	-1,443	0,283	-2,804	-1,146	-0,50
-1,89	-0,903	-0,074	-1,618	0,764	-0,337	-2,468	-1,708	-2,834	-1,9	-2,303	-2,75
-4,475	-3,314	-2,446	-3,254	-3,965	-4,432	-6,945	-4,974	-3,949	-3,649	-2,124	-2,20
-1,734	-2,677	-1,192	-1,624	-2,136	-3,696	-0,335	-1,958	-2,163	-2,079	-3,022	-2,80
-3,899	-0,607	-0,954	-3,063	-1,705	-2,424	-2,347	0,25	-0,739	-3,74	-1,958	-2,64
-1,876	-2,006	-3,517	0,894	1,299	-0,134	-5,459	-4,804	-5,738	0,346	0,07	-0,65
0,918	1,885	1,284	2,362	4,056	2,262	0,496	2,308	1,829	2,572	2,745	4,2
-3,823	-1,878	-0,934	-5,901	-3,953	-4,393	-2,393	-0,366	-1,088	-2,478	0,004	-1,51
0,643	-0,166	-3,175	-0,346	-0,565	-2,75	-0,309	-0,162	-2,279	0,788	0,455	-2,09
-2,995	0,404	-0,001	-2,646	0,044	-1,765	-2,843	0,532	0,171	-2,578	0,375	-0,62
-3,852	-3,814	-2,696	-4,018	-4,408	-5,445	-4,355	-3,586	-1,99	-4,434	-4,386	-3,54
-2,049	-2,745	0	-1,112	-0,3	-0,276	-2,031	2,384	-0,815	-0,509	1,992	-0,03
-2,774	-0,943	-1,413	-1,631	-1,907	-3,865	-1,894	-3,28	-3,5	-1,597	-1,324	-2,98
0,294	0,335	-1,585	-2,476	-1,566	-3,006	-0,253	0,056	-1,006	-0,34	-0,813	-1,11
-1,476	0,209	-1,985	-1,181	0,63	-4,324	-0,901	0,808	-3,35	-0,774	3,369	-2,87

Empaque con Promoción						Empaque sin Promoción					
Positivo			Negativo			Positivo			Negativo		
P3	Pz	P4	P3	Pz	P4	P3	Pz	P4	P3	Pz	P4
-9,238	-7,21	-7,56	-7,259	-4,06	-3,537	-5,992	-3,93	-4,424	-5,369	-3,204	-5,34
-2,033	-1,307	-1,549	-1,305	-0,171	-1,34	-1,294	0,508	-0,736	-2,757	-2,402	-5,47
-2,033	-1,307	-1,549	-1,305	-0,171	-1,34	-1,294	0,508	-0,736	-2,757	-2,402	-5,47
3,581	4,795	3,105	6,327	8,279	7,302	6,726	8,784	7,503	2,337	3,89	3,124
-1,737	-3,184	-5,436	-2,779	-4,588	-7,32	-1,749	-3,806	-6,265	-1,581	-3,252	-5,80
-3,217	-2,552	-1,491	-4,08	-2,738	-1,771	-3,531	-1,145	-2,235	-4,985	-3,007	-1,80
-6,049	-2,857	-2,408	-1,936	-6,464	0,917	-3,674	-2,091	-1,34	-0,562	0,802	1,17
-1,428	-2,718	-7,504	-4,423	-3,444	-6,429	-0,777	-1,076	-5,561	-8,108	-3,088	-6,70
-3,669	-1,404	0,43	-1,815	1,384	0,837	-0,351	0,93	1,637	-1,177	-0,881	-1,84
-2,001	-1,47	-1,826	-1,434	-0,323	-1,172	-2,852	-1,699	-1,392	-3,64	-2,473	-3,57
-2,925	-3,234	-1,944	-5,237	-6,876	-4,586	-4,971	-4,35	-4,345	-6,297	-6,846	-5,51
0,041	0,098	-0,672	-0,725	-3,6	-3,486	-2,746	-3,468	-2,697	0,292	-0,784	-1,04
-5,236	-3,101	-3,272	-5,485	-3,862	-5,187	-5,268	-4,28	-3,086	-4,114	-2,177	-2,54
-2,392	-3,941	-3,544	-3,106	-2,888	-4,695	2,666	2,172	-0,325	-2,079	-2,92	-5,54
3,351	4,685	3,667	1,299	2,863	3,663	-0,373	-0,136	-0,051	2,161	3,206	1,19
-4,173	-1,587	-3,035	-5,385	-3,51	-5,226	-5,705	-0,981	0,252	-5,469	-3,462	-2,28
0,453	0,559	-1,031	-1,927	-2,789	-4,042	0,18	0,325	-2,91	0,424	0,18	-3,42
-4,597	-1,294	-1,908	-0,462	1,946	0,775	-3,852	-1,37	-1,91	-2,09	-0,004	-1,36
-4,005	-4,674	-4,029	-4,56	-3,847	-3,809	-2,796	-3,221	-3,198	-2,611	-2,724	-1,68
-0,561	0,577	0,341	0,141	0,67	0,323	-2,562	-1,837	-1,764	-1,441	-0,142	-1,01
0,148	0,601	0,279	-1,309	-2,604	-2,658	0,114	0,996	-1,086	2,63	2,356	0,43
-1,638	-0,487	-2,133	1,006	0,786	-1,533	1,434	2,393	0,362	0,713	1,722	-0,44
-1,986	0,791	-3,686	-3,006	-0,589	-4,588	0,661	4,327	-1,481	0,527	4,197	-1,77

D.13: Contraste multivariado para ERP de jamón y pavo para P3.

Efectos		Valor	F	GI de hipótesis	GI de error	Sig.
Valencia	Rastro de Pillai	0.034	0.767 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.391
	Lambda de Wilks	0.966	0.767 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.391
	Rastro de Hotelling	0.035	0.767 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.391
	Raíz mayor de Roy	0.035	0.767 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.391
Producto	Rastro de Pillai	0.017	0.378 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.545
	Lambda de Wilks	0.983	0.378 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.545
	Rastro de Hotelling	0.017	0.378 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.545
	Raíz mayor de Roy	0.017	0.378 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.545
Valencia * Producto	Rastro de Pillai	0.173	4.592 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.043
	Lambda de Wilks	0.827	4.592 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.043
	Rastro de Hotelling	0.209	4.592 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.043
	Raíz mayor de Roy	0.209	4.592 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.043

a. Estadístico exacto. b. Diseño dentro de sujetos: Valencia + Producto + Valencia \* Producto

D.14: Contraste multivariado para ERP de jamón y pavo para Pz.

Efectos		Valor	F	GI de hipótesis	GI de error	Sig.
Valencia	Rastro de Pillai	0.019	0.432 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.518
	Lambda de Wilks	0.981	0.432 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.518
	Rastro de Hotelling	0.020	0.432 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.518
	Raíz mayor de Roy	0.020	0.432 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.518
Producto	Rastro de Pillai	0.001	0.013 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.911
	Lambda de Wilks	0.999	0.013 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.911
	Rastro de Hotelling	0.001	0.013 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.911
	Raíz mayor de Roy	0.001	0.013 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.911
Valencia * Producto	Rastro de Pillai	0.086	2.062 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.165
	Lambda de Wilks	0.914	2.062 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.165
	Rastro de Hotelling	0.094	2.062 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.165
	Raíz mayor de Roy	0.094	2.062 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.165

a. Estadístico exacto. b. Diseño dentro de sujetos: Valencia + Producto + Valencia \* Producto

D.15: Contraste multivariado para ERP de jamón y pavo para P4.

Efectos		Valor	F	GI de hipótesis	GI de error	Sig.
Valencia	Rastro de Pillai	0.030	0.670 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.422
	Lambda de Wilks	0.970	0.670 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.422
	Rastro de Hotelling	0.030	0.670 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.422
	Raíz mayor de Roy	0.030	0.670 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.422
Producto	Rastro de Pillai	0.000	0.003 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.959
	Lambda de Wilks	1.000	0.003 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.959
	Rastro de Hotelling	0.000	0.003 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.959
	Raíz mayor de Roy	0.000	0.003 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.959
Valencia * Producto	Rastro de Pillai	0.382	13.572 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.001
	Lambda de Wilks	0.618	13.572 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.001
	Rastro de Hotelling	0.617	13.572 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.001
	Raíz mayor de Roy	0.617	13.572 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.001

a. Estadístico exacto. b. Diseño dentro de sujetos: Valencia + Producto + Valencia \* Producto

D.16: Contraste multivariado para ERP de paquetes con promoción y sin promoción para P3.

Efectos		Valor	F	GI de hipótesis	GI de error	Sig.
Valencia	Rastro de Pillai	0.005	0.100 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.754
	Lambda de Wilks	0.995	0.100 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.754
	Rastro de Hotelling	0.005	0.100 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.754
	Raíz mayor de Roy	0.005	0.100 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.754
Producto	Rastro de Pillai	0.049	1.137 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.298
	Lambda de Wilks	0.951	1.137 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.298
	Rastro de Hotelling	0.052	1.137 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.298
	Raíz mayor de Roy	0.052	1.137 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.298
Valencia * Producto	Rastro de Pillai	0.025	0.570 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.458
	Lambda de Wilks	0.975	0.570 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.458
	Rastro de Hotelling	0.026	0.570 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.458
	Raíz mayor de Roy	0.026	0.570 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.458

a. Estadístico exacto. b. Diseño dentro de sujetos: Valencia + Producto + Valencia \* Producto

D.17: Contraste multivariado para ERP de paquetes con promoción y sin promoción para Pz.

Efectos		Valor	F	GI de hipótesis	GI de error	Sig.
Valencia	Rastro de Pillai	0.082	1.955 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.176
	Lambda de Wilks	0.918	1.955 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.176
	Rastro de Hotelling	0.089	1.955 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.176
	Raíz mayor de Roy	0.089	1.955 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.176
Producto	Rastro de Pillai	0.142	3.630 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.070
	Lambda de Wilks	0.858	3.630 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.070
	Rastro de Hotelling	0.165	3.630 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.070
	Raíz mayor de Roy	0.165	3.630 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.070
Valencia * Producto	Rastro de Pillai	0.003	0.059 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.810
	Lambda de Wilks	0.997	0.059 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.810
	Rastro de Hotelling	0.003	0.059 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.810
	Raíz mayor de Roy	0.003	0.059 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.810

a. Estadístico exacto. b. Diseño dentro de sujetos: Valencia + Producto + Valencia \* Producto

D.18: Contraste multivariado para ERP de empaques con promoción y sin promoción para P4.

Efectos		Valor	F	GI de hipótesis	GI de error	Sig.
Valencia	Rastro de Pillai	0.110	2.725 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.113
	Lambda de Wilks	0.890	2.725 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.113
	Rastro de Hotelling	0.124	2.725 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.113
	Raíz mayor de Roy	0.124	2.725 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.113
Producto	Rastro de Pillai	0.002	0.045 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.833
	Lambda de Wilks	0.998	0.045 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.833
	Rastro de Hotelling	0.002	0.045 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.833
	Raíz mayor de Roy	0.002	0.045 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.833
Valencia * Producto	Rastro de Pillai	0.058	1.367 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.255
	Lambda de Wilks	0.942	1.367 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.255
	Rastro de Hotelling	0.062	1.367 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.255
	Raíz mayor de Roy	0.062	1.367 <sup>a</sup>	1.000	22.000	0.255

a. Estadístico exacto. b. Diseño dentro de sujetos: Valencia + Producto + Valencia \* Producto



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA