

# EFECTIVO Y *NEUROMARKETING*: CONCEPTO, FUNCIONES Y APLICACIÓN

2025

BANCO DE **ESPAÑA**  
Eurosistema

Documentos Opcionales  
N.º 2525

Paula Sempere y Raquel Pantoja



# **EFECTIVO Y *NEUROMARKETING*: CONCEPTO, FUNCIONES Y APLICACIÓN**

**Paula Sempere**

ESTUDIANTE DE MÁSTER EN PSICOLOGÍA GENERAL SANITARIA EN LA UNIVERSIDAD EUROPEA DE MADRID

**Raquel Pantoja**

BANCO DE ESPAÑA

Documentos Ocasionales. N.º 2525

Diciembre 2025

<https://doi.org/10.53479/42085>

La serie de Documentos Ocasionales tiene como objetivo la difusión de trabajos realizados en el Banco de España, en el ámbito de sus competencias, que se consideran de interés general.

Las opiniones y análisis que aparecen en la serie de Documentos Ocasionales son responsabilidad de los autores y, por tanto, no necesariamente coinciden con los del Banco de España o los del Eurosistema.

El Banco de España difunde sus informes más importantes y la mayoría de sus publicaciones a través de la red Internet en la dirección <http://www.bde.es>.

Se permite la reproducción para fines docentes o sin ánimo de lucro, siempre que se cite la fuente.

© BANCO DE ESPAÑA, Madrid, 2025

ISSN: 1696-2230 (edición electrónica)

## Resumen

El objetivo de este documento es exponer el concepto y alcance del *neuromarketing*, una disciplina que combina neurociencia y *marketing* con el propósito de conocer el comportamiento, las emociones y la toma de decisiones de los consumidores ante diversos estímulos de *marketing*.

Esta disciplina surge debido a la necesidad de superar las limitaciones del *marketing* tradicional, pues se había quedado obsoleto y no permitía a las empresas destacar en un mercado competitivo y globalizado. Así, el *neuromarketing* se centra no tanto en el producto, sino en las necesidades y preferencias de los consumidores para crear productos más exactos mediante la recopilación de datos a través de medidas conscientes (como cuestionarios o encuestas) e inconscientes (por ejemplo, la electroencefalografía o el eye tracking).

El *neuromarketing* puede aplicarse en diversas áreas de interés como en la publicidad o el precio del producto. En este documento nos centraremos en su aplicación al efectivo (el medio de pago más utilizado mundialmente), para conseguir series de billetes atractivas y seguras, mediante la adecuación de los elementos de diseño y seguridad de los billetes a las preferencias y necesidades del público.

**Palabras clave:** *neuromarketing*, neurociencia, *marketing*, consumidor, producto, efectivo, billetes.

**Códigos JEL:** D49, D87, E42.

## **Abstract**

The aim of this document is to present neuromarketing, a discipline that combines neuroscience and marketing for the purpose of understanding consumer behaviour, emotions and decision-making in response to various marketing stimuli.

This discipline arises from the need to overcome the limitations of traditional marketing, which had become outdated and did not allow companies to stand out in a competitive and globalised market. Thus, neuromarketing focuses not so much on the product, but on the needs and preferences of consumers to create more accurate products through the collection of data via conscious measures (i.e. questionnaires or surveys) and unconscious measures (i.e. electroencephalography or eye tracking).

Neuromarketing can be applied in various fields, such as advertising and product pricing. In this document, we will focus on its application to cash, the most widely used means of payment worldwide, to create attractive and secure series of banknotes by adapting the design and security elements of the banknotes to the preferences and needs of the public.

**Keywords:** neuromarketing, neuroscience, marketing, consumer, product, cash, banknotes.

**JEL classification:** D49, D87, E42.

## Índice

- 1 Introducción** 8
- 2 Concepto de *neuromarketing*** 9
  - 2.1 Evolución del *neuromarketing* 9
  - 2.2 Definición y objetivos del *neuromarketing* 10
  - 2.3 Ventajas y limitaciones del *neuromarketing* 11
- 3 Funciones cerebrales del *neuromarketing*** 14
- 4 Técnicas del *neuromarketing*** 16
- 5 Aplicaciones del *neuromarketing*** 18
- 6 *Neuromarketing* aplicado al efectivo** 19
  - 6.1 Estudios sobre la percepción de los billetes 19
  - 6.2 Técnicas del *neuromarketing* aplicadas a los billetes 22
    - 6.2.1 Medidas conscientes o explícitas 22
    - 6.2.2 Medidas inconscientes o implícitas 23
    - 6.2.3 Nuevas tendencias 29
  - 6.3 Avances del efectivo en el futuro 30
- 7 Conclusiones** 33

**Bibliografía** 34

## 1 Introducción

Los avances de la ciencia y la tecnología y su aplicación en diversos sectores han marcado el progreso de la sociedad. Las técnicas de *marketing* (o mercadotecnia) no han sido ajenas a estos cambios, y el *neuromarketing* es uno de sus desarrollos más recientes.

En este documento se analiza la evolución del *neuromarketing*, también llamado neurociencia del consumidor, una disciplina basada en la aplicación de técnicas de la neurociencia a la mercadotecnia para conocer el comportamiento, las emociones y la toma de decisiones de los consumidores ante diversos estímulos. En el segundo epígrafe se presentan la evolución y el estado del arte del *neuromarketing*, su definición y objetivos, y sus ventajas y limitaciones.

En el tercer capítulo se expondrá la base del *neuromarketing*, es decir, las funciones cerebrales implicadas. Sus técnicas y aplicaciones se presentarán en el cuarto y quinto epígrafes, respectivamente.

En el epígrafe sexto se presenta la aplicación del *neuromarketing* al efectivo y se mostrarán los resultados de estudios anteriores sobre percepción de los billetes, las herramientas de la neurociencia del consumidor disponibles para el análisis de la percepción del efectivo por los usuarios y, por último, la evolución del efectivo.

## 2 Concepto de *neuromarketing*

En este apartado se recopilan conceptos relacionados con la evolución del *neuromarketing* y las técnicas del *marketing* tradicional hasta llegar a la aplicación de herramientas de la neurociencia en el campo de la mercadotecnia. También, se define el concepto de *neuromarketing*, así como los objetivos de la disciplina, y finalmente se desarrollan las ventajas y limitaciones junto con las cuestiones éticas que acarrea.

### 2.1 Evolución del *neuromarketing*

El *marketing* tradicional, centrado únicamente en introducir el producto en el mercado y venderlo gracias al uso de medidas explícitas, basadas en los procesos conscientes<sup>1</sup>, se ha ido complementando y apoyando de otras disciplinas como la psicología, la economía o la antropología, hasta llegar a la aplicación de la neurociencia, disciplina que se centra en la explicación del funcionamiento de la conducta humana mediante el estudio del sistema nervioso, lo que ha dado lugar al *neuromarketing*<sup>2</sup>. Gracias a la aplicación de la neurociencia en diversas disciplinas, tales como psicología, economía o ingeniería, se ha conseguido un mayor conocimiento del funcionamiento del cerebro y del comportamiento humano en contextos variados<sup>3</sup>.

Esta evolución se debió a que las técnicas del *marketing* tradicional se habían quedado obsoletas ante el avance de las nuevas tecnologías y de un mundo globalizado, donde las empresas necesitan destacar en el mercado al competir a escala global y al facilitarse el acceso a más información, por lo que, al basarse las técnicas exclusivamente en los procesos conscientes de los usuarios, estas no generaban toda la información necesaria e incluso podían dar lugar a datos inexactos y poco fiables<sup>4</sup>. Así, nace la necesidad de una medición menos sesgada y centrada, no tanto en el producto, sino en el consumidor y sus preferencias<sup>5</sup>.

Por lo tanto, el *neuromarketing* es una disciplina que ha ido creciendo notablemente a lo largo de los años, sobre todo a partir de los años 90, la denominada «década del cerebro»<sup>6</sup>. En el año 2002, el profesor Ale Smidts introdujo este término<sup>7</sup>, y lo definió como la aplicación de técnicas de la neurociencia al *marketing*<sup>8</sup>. Aunque no fue hasta ese año cuando se acuñó el término *per se*, previamente ya se habían realizado estudios de mercadotecnia en los

<sup>1</sup> Fabián, Gibran, Plata y Miranda (2024), Khondakar et al. (2024) y Varón, Martín y Zapata (2023).

<sup>2</sup> Aroca (2023) y Muñoz (2015).

<sup>3</sup> Iloka y Onyeke (2020) y Varón, Martín y Zapata (2023).

<sup>4</sup> Alsharif, Salleh, Baharun y Hashem (2021), Olivar (2023), Orlando y Suárez (2018) o Pinzón y Viteri, (2021).

<sup>5</sup> Naranjo (2015).

<sup>6</sup> Fabián, Gibran, Plata y Miranda (2024), Olivar (2023) o Salas (2018).

<sup>7</sup> Según Cenizo (2022, p. 4) «el término Neuromarketing surgió en 2002 cuando el profesor Ale Smidts publicó su artículo *Kijken in het brein* (*Mirando en el cerebro*); sin embargo, cuando el artículo se tradujo al inglés, el título de este se adaptó a *Looking into Neuromarketing*, con lo que se introdujo el término *Neuromarketing* por primera vez en el sector. No obstante, aunque se atribuye a Smidts la acuñación del término *Neuromarketing*, el origen de la disciplina se remonta a 1999, año en el que se realizó el primer estudio fMRI (*functional magnetic resonance imaging*) con fines de *marketing* a cargo del profesor Gerry Zaltman».

<sup>8</sup> Vega (2016), Fabián, Gibran, Plata y Miranda (2024), Iloka y Onyeke (2020), Khondakar et al. (2024), y Orlando y Suárez (2018).

que se usaban técnicas de la neurociencia, por ejemplo: en los años 80, se estudiaron las partes del cerebro que se activan cuando se ve la publicidad<sup>9</sup>, y en la década de 1990 Gerald Zaltman propuso la aplicación de técnicas de imagen cerebral en el *marketing*<sup>10</sup>. En cambio, el auge de esta disciplina comienza entre los años 2000 y 2009, pues ya empiezan a surgir artículos académicos sobre estudios (como el que realizó Read Montague en 2004 para ver si los usuarios preferían Coca-Cola o Pepsi; o un estudio que se realizó en 2007, antes de las elecciones presidenciales de Estados Unidos, para ver las preferencias de los votantes ante los candidatos presidenciales) que utilizaron la resonancia magnética funcional (fMRI, por sus siglas en inglés)<sup>11</sup>. Con posterioridad, en el año 2012 se creó la Neuromarketing Business and Science Association (NMSA), con el fin de promocionar mundialmente el *neuromarketing* y establecer sus bases metodológicas y éticas<sup>12</sup>.

Con todo lo anterior, el *neuromarketing* captó la atención del mundo académico, investigador y empresarial, y aumentó por tanto el número de publicaciones y búsquedas relacionadas con el término, en Internet las búsquedas incrementaron de 800.000 en 2018 a casi millón y medio en 2021<sup>13</sup>. Por ejemplo, según Arrufat-Martin, Rubira-García y Archilla-García (2024, p. 2) «una cuarta parte de las universidades en España están investigando activamente sobre *neuromarketing*».

Desde que se acuñó el término hasta la actualidad se observa un aumento en su investigación, aunque sigue siendo necesario un mayor estudio para poder proporcionar una base científica y práctica más sólida<sup>14</sup>.

## 2.2 Definición y objetivos del *neuromarketing*

El *neuromarketing* es muy difícil de conceptualizar debido a su complejidad, a que no tiene una definición única y universal, y a que es una disciplina relativamente joven, por ende, se le ha denominado de diversas formas: un campo de investigación, un campo de neurociencia, una parte del *marketing*, una subárea de la economía, etc.<sup>15</sup>. Generalmente, se le define como una disciplina que aplica métodos de la neurociencia a la mercadotecnia para conocer el funcionamiento cerebral, el comportamiento humano y la toma de decisiones de los consumidores, es decir, permite comprender cómo los usuarios reaccionan ante estímulos de *marketing*<sup>16</sup>. El *neuromarketing* tiene un enfoque multidisciplinario ya que se apoya en diferentes disciplinas y ciencias relacionadas con investigaciones neurológicas, comportamiento humano y teoría del mercado, tales como: *marketing*, psicología, comportamiento del consumidor, ética empresarial, ingeniería, etc.<sup>17</sup>.

9 Orlando y Suárez (2018).

10 Varón, Martín y Zapata (2023).

11 Cenizo (2022), Olivar (2023) y Vega (2016).

12 Cenizo (2022) y Olivar (2023).

13 Cenizo (2022).

14 Andreu-Sánchez, Contreras-Gracia y Martín-Pascual (2014), Cenizo (2022) y Olivar (2023).

15 Cenizo (2022), Fortunato, Giraldi y Caldeira (2014), y Olivar (2023).

16 Fabián, Gibran, Plata y Miranda (2024); Olivar (2023).

17 Khondakar et al. (2024) y Varón, Martín y Zapata (2023).

Se trata de una disciplina avanzada que, mediante la medición de los procesos conscientes e inconscientes teniendo en cuenta la atención, emoción y memoria, estudia y explica cómo los consumidores se comportan y toman decisiones<sup>18</sup>.

El *neuromarketing* tiene múltiples funciones, entre ellas: sirve para establecer y desarrollar mejores estrategias para las empresas atendiendo a las necesidades de los consumidores, puede identificar las causas de las decisiones de compra, ayuda a las estrategias de posicionamiento de marca y a detectar los elementos que tienen un enganche emocional, permite definir las estrategias correctas y crear una publicidad más atractiva, predice el comportamiento de los consumidores, permite llegar a cada tipo de consumidor, y analiza las emociones que se activan en los usuarios<sup>19</sup>. Por tanto, esta disciplina va a beneficiar la eficiencia de las empresas, ya que se obtienen datos más precisos, objetivos y confiables sobre las preferencias de los consumidores<sup>20</sup>.

Los objetivos de esta disciplina son, principalmente, comprender cómo funciona el proceso de toma de decisiones de los consumidores cuando se les presentan estímulos de *marketing*, para así, establecer una relación entre estos estímulos, las áreas del cerebro implicadas y las consecuencias psicológicas<sup>21</sup>. Además, busca mejorar las estrategias de la mercadotecnia y diseñar un producto que se adapte perfectamente a las necesidades de los usuarios, no trata de reemplazar al *marketing* tradicional, sino complementarlo para comprender y predecir el comportamiento de los consumidores<sup>22</sup>.

En conclusión, y como indican Orlando y Suárez (2018, p. 3), «el neuromarketing es un tema con gran potencial, capaz de generar soluciones alternas a los problemas de *marketing* actuales, combinando ciencia y tecnología».

### 2.3 Ventajas y limitaciones del *neuromarketing*

El *neuromarketing* tiene múltiples ventajas en comparación con las técnicas del *marketing* tradicional, entre otras:

- Facilita inferir la información inconsciente o implícita de los consumidores y, así, superar tanto la dificultad de los usuarios para autoevaluarse como el efecto de deseabilidad social, un fenómeno psicológico que aparece ante medidas conscientes, como cuestionarios o entrevistas, donde los sujetos responden según lo que creen que tienen que responder, y no lo que realmente piensan, para ser percibidos de forma favorable por los demás<sup>23</sup>.

18 Alsharif, Salleh y Baharun (2021), Fabián, Gibran, Plata y Miranda (2024) y Vega (2016).

19 Arrufat-Martin, Rubira-García y Archilla-García (2024), Fortunato, Giraldi y Caldeira (2014), Khondakar et al. (2024), y Orlando y Suárez (2018).

20 Olivar (2023), Pinzón y Viteri (2021).

21 Fortunato, Giraldi y Caldeira (2014), y Iloka y Onyeke (2020).

22 Duque-Hurtado, Samboni-Rodríguez, Castro-García, Montoya-Restrepo y Montoya-Restrepo (2020), Ríos (2020).

23 Aroca (2023), Fortunato, Giraldi y Caldeira (2014), y Muñoz (2015).

- Permite comprender el aspecto psicoemocional que genera el estímulo de *marketing* y recoger información relacionada con emociones, actitudes y percepciones de los consumidores<sup>24</sup>.
- A largo plazo es una alternativa más económica y eficiente para las empresas ya que permite diseñar productos más adaptados a las necesidades y preferencias de los consumidores, por lo que disminuyen los costos en empleados, la probabilidad de error y el riesgo empresarial<sup>25</sup>.
- Sus herramientas recogen la información con mayor rapidez y simultaneidad, ya que miden las respuestas de los usuarios a la vez que están expuestos al estímulo<sup>26</sup>.
- Se centra en los consumidores, en sus necesidades, gustos y preferencias, en cómo entiende el sujeto el mensaje para diseñar estrategias de *marketing* y productos más eficaces y personalizados<sup>27</sup>.

A pesar de sus beneficios, como todas las disciplinas, también presenta diversas limitaciones, que se desarrollan a continuación:

- Aunque a largo plazo sea una alternativa más económica, las herramientas neurométricas utilizadas en el *neuromarketing* son muy costosas y se necesitan profesionales capacitados tanto para usarlas como para interpretar los datos obtenidos<sup>28</sup>.
- Precisa una muestra de la población grande para que sea representativa, pero cuantos más sujetos conformen el estudio, más costos va a suponer<sup>29</sup>.
- Los datos recogidos pueden presentar sesgos porque los propios requerimientos de sus herramientas dificultan que el escenario de estudios tenga el realismo necesario<sup>30</sup>. Esto se puede superar gracias al uso de la inteligencia artificial (IA) y la realidad virtual (RV), como se desarrollará en el epígrafe sobre las nuevas tendencias. Además, algunos investigadores señalan que al utilizar técnicas invasivas se manipula el proceso de toma de decisiones de los usuarios<sup>31</sup>.
- La falta de investigación y de publicaciones relacionadas con el *neuromarketing*, al ser una disciplina joven que no cuenta con evidencias suficientes<sup>32</sup>.

<sup>24</sup> Fabián, Gibran, Plata y Miranda (2024) y Olivar (2023).

<sup>25</sup> Fabián, Gibran, Plata y Miranda (2024) y Orlando y Suárez (2018).

<sup>26</sup> Fortunato, Giraldi y Caldeira (2014),

<sup>27</sup> Pinzón y Viteri (2021).

<sup>28</sup> Fortunato, Giraldi y Caldeira (2014), Olivar (2023), Orlando y Suárez (2018).

<sup>29</sup> Cenizo (20212), Olivar (2023).

<sup>30</sup> Khondakar et al. (2024).

<sup>31</sup> Orlando y Suárez (2018).

<sup>32</sup> Fortunato, Giraldi y Caldeira (2014) y Orlando y Suárez (2018).

- Por último, muchas organizaciones consideran que las técnicas pueden utilizarse para fines poco éticos, mayoritariamente referentes al condicionamiento, manipulación y limitación de la libertad en la toma de decisiones de los consumidores, por lo que es necesario un código de ética para proteger la autonomía de los usuarios<sup>33</sup>. Para resolver este problema, la Neuromarketing Science and Business Association (NMSBA) propone unos códigos éticos con el fin de generar confianza en la credibilidad de las empresas que utilicen técnicas de *neuromarketing*, y proteger la privacidad de los sujetos y a los consumidores<sup>34</sup>. Por ende, las empresas deberían hacer públicos los resultados de las investigaciones, garantizar el consentimiento informado de los usuarios, dar importancia a la población vulnerable y evitar que un uso inadecuado del *neuromarketing* les cause los denominados «trastornos del consumo», como son las conductas compulsivas, adictivas o de compra irracional<sup>35</sup>.

Por lo tanto, aunque el *neuromarketing* tiene la capacidad de superar los problemas del *marketing* tradicional, se necesita combinar las técnicas de ambas disciplinas para garantizar conocimientos más valiosos y completos, y es importante seguir investigando acerca del *neuromarketing*.

---

33 Andreu-Sánchez, Contreras-Gracia y Martín-Pascual (2014), Iloka y Onyeke (2020), Olivar (2023), Salas (2018).

34 Mansor y Isa (2020).

35 Fortunato, Giraldi y Caldeira (2014).

### 3 Funciones cerebrales del *neuromarketing*

El *neuromarketing* trata de comprender las áreas del cerebro implicadas en la toma de decisiones y el comportamiento del consumidor, por lo que es necesario conocer las principales funciones cerebrales implicadas, pues son la base de esta disciplina:

- **Cerebro:** se activa durante los procesos mentales conscientes e inconscientes, y es el encargado de guiar el comportamiento de los consumidores<sup>36</sup>. Puede dividirse, según la teoría del cerebro triuno, en reptiliano o instintivo, límbico o emocional, y neocórtex o pensante, que se muestran en el cuadro 1; para el *neuromarketing* es importante conocer esta división ya que, al diseñar estrategias de *marketing*, es fundamental que se identifiquen, comprendan y satisfagan las necesidades y preferencias de los consumidores<sup>37, 38</sup>.
- **Sentidos:** son de gran importancia en la neurociencia del consumidor ya que influyen directamente en cómo los consumidores perciben los estímulos de *marketing* y se comportan ante estos (Fabián, Gibran, Plata y Miranda, 2024; Olivar, 2023). Una de las áreas de esta disciplina trata sobre el *neuromarketing* sensorial, que se basa en el estudio de los cinco sentidos. Se muestra en el cuadro 2.

Cuadro 1

#### División del cerebro según la teoría del cerebro triuno

Reptiliano o instintivo	Límbico o emocional	Neocórtex o pensante
Es el más primitivo y el responsable de la supervivencia, la satisfacción de necesidades básicas, y de las creencias y hábitos.	Regula los estados de ánimo, las emociones y las motivaciones. Además, media la memoria, la inteligencia y la personalidad.	Es el responsable de la autoconciencia y de analizar el entorno y la información que llega de los sentidos. Interviene en la razón y el aprendizaje.

FUENTE: Elaboración propia a partir de Olivar (2023) y Salas (2018).

Cuadro 2

#### Neuromarketing sensorial

Visual	Olfativa	Auditiva	Táctil	Gustativa
Dedicada a los colores, formas, distancia y tamaño del producto. La que más impacto logra en el consumidor.	Los olores pueden ayudar a cambiar el estado de ánimo de los consumidores.	Distintos tipos de sonidos, como la música, son capaces de condicionar a los consumidores.	Hace que la relación consumidor-producto sea más estrecha, lo que favorece la compra.	Ayuda a despertar a los demás sentidos para crear una imagen del producto.

FUENTE: Elaboración propia a partir de Fabián, Gibran, Plata y Miranda (2024), Salas (2018) y Vásquez-Patiño y Rueda-Barrios (2019).

36 Salas (2018).

37 Olivar (2023).

38 Según Olivar (2023, p. 19) «de esta manera, por ejemplo, cuando se trata de satisfacer necesidades primarias como la alimentación, salud, descanso, seguridad o vivienda (restaurantes, hoteles, centros médicos), interviene el cerebro reptiliano. Cuando se busca satisfacer necesidades relacionadas con emociones, afectos, reconocimiento, éxito (regalos, cosméticos, autos de gama alta), interviene el cerebro límbico. Y, cuando la satisfacción de dichas necesidades requiere el procesamiento de la información de una manera más analítica, es decir, de autorregulación o del desarrollo del potencial personal (precios, características específicas, compra de un inmueble, inversión en un posgrado), interviene el cerebro neocortext».

Cuadro 3

**Procesos psicoemocionales del neuromarketing**

Sensación	Percepción	Atención	Memoria
Proceso que, a través de los sentidos, permite recibir, procesar y asignar significados a los estímulos.	Fenómeno mediante el cual los usuarios eligen, organizan e interpretan los estímulos. Los consumidores basan sus decisiones según lo que perciben.	Proceso que enfoca la actividad y conciencia en un objetivo específico. Es selectiva.	Proceso que almacena información codificada, que puede ser recuperada consciente o inconscientemente.
Asociaciones	Emociones	Comunicación	Toma de decisiones
Conexiones entre estímulos y sus significados que simplifican el procesamiento de información.	Mecanismos que causan diferentes estados de excitación en los usuarios. Guian las motivaciones y decisiones de compra.	Fenómeno esencial que se utiliza a diario en interacciones conscientes e inconscientes.	Muy influida por el sistema emocional. El 80% de las decisiones se toman de forma inconsciente.

FUENTE: Elaboración propia a partir de Fabián, Gibran, Plata y Miranda (2024), Olivar (2023) y Salas (2018).

- **Procesos psicoemocionales:** son aquellos procesos cerebrales que van a establecer el comportamiento de los consumidores e influyen en cómo estos buscan estímulos positivos y evitan los negativos. Los más importantes para el *neuromarketing* son los que se muestran en el cuadro 3<sup>39</sup>.

En conclusión, en el *neuromarketing* es fundamental conocer las funciones cerebrales implicadas para, así, diseñar estrategias efectivas que capturen la atención, generen emociones positivas y motiven las decisiones de compra. También para identificar y satisfacer las necesidades de los consumidores, conocer cómo los usuarios perciben y reaccionan ante los estímulos, y predecir el comportamiento de los consumidores.

39 Olivar (2023).

#### 4 Técnicas del *neuromarketing*

A lo largo de este capítulo se hará una breve introducción a las técnicas usadas en el *neuromarketing*, y más adelante, en el epígrafe 6.2. se explicarán detalladamente cada una de ellas.

Las herramientas que utiliza el *neuromarketing* son heterogéneas y flexibles, la mayoría proceden de la neurociencia para analizar los procesos mentales inconscientes, aunque también se usan medidas relacionadas con procesos conscientes o explícitos, que son en las que se basa la mercadotecnia tradicional<sup>40</sup>. Para obtener datos válidos, completos y detallados, es necesario que se combinen medidas conscientes e inconscientes para así lograr una visión integral del comportamiento de los consumidores y diseñar unas mejores estrategias de *marketing*<sup>41</sup>. En el cuadro 4 se observa la división de las técnicas de la neurociencia del consumidor.

Por un lado, las medidas conscientes se basan en la respuesta voluntaria o explícita que da el sujeto y, aunque estas presentan limitaciones como la falta de validez debido a la deseabilidad social o a la dificultad de los usuarios para autoevaluarse, sirven como técnicas complementarias para ampliar la información obtenida y contrastarla con las medidas implícitas. Las que se usan mayoritariamente son: cuestionarios y encuestas, entrevista final, análisis de decisiones y lenguaje explícito<sup>42</sup>.

En cuanto a las medidas implícitas, se utilizan técnicas de neurociencia que buscan comprender el comportamiento, las emociones y la toma de decisiones de los consumidores gracias a sus respuestas inconscientes y permiten identificar y analizar todas las reacciones que ocurren en su cerebro, lo que proporciona una imagen de las preferencias y aversiones de estos<sup>43</sup>. Estas herramientas son complejas, costosas y necesitan de expertos especializados.

Cuadro 4  
División de las técnicas de *neuromarketing*

Medidas conscientes	Medidas inconscientes		Nuevas tendencias
	Registran actividad dentro del cerebro	Registran actividad fuera del cerebro	
Cuestionarios y encuestas	Resonancia magnética funcional (fMRI)	Eye tracking (ET)	Estudio de la voz
Entrevista final	Electroencefalografía (EEG)	Electromiografía facial (EMG)	Realidad virtual (RV)
Ánalisis de decisiones	Tomografía por emisión de positrones (PET)	Ritmo cardíaco (RC)	Inteligencia artificial (IA)
Lenguaje explícito	Magnetoencefalografía (MEG)	Respuesta galvánica de la piel (GSR)	
	Tomografía axial computarizada (TAC)	Human behaviour tracking (HBT)	
	Estimulación magnética transcraneal (TMS)		

FUENTE: Elaboración propia a partir de Aroca (2023), Cenizo (2022), Olivar (2023) y Ortúñoz, Sánchez, Álvarez, López y León (2020).

40 Fabián, Gibran, Plata y Miranda (2024).

41 Aroca (2023) y Fortunato, Giraldi y Caldeira (2014).

42 Aroca (2023), Ortúñoz, Sánchez, Álvarez, López y León (2020).

43 Arrufat-Martin, Rubira-García y Archilla-García (2024); Fortunato, Giraldi y Caldeira (2014); Rawnaque et al. (2020), Salas (2018).

Pueden dividirse en dos grupos: las que registran la actividad dentro del cerebro y las que registran la actividad fuera del cerebro<sup>44</sup>. Las más utilizadas, según diversos estudios, son la EEG, la MEG, la PET y la fMRI, que suelen combinarse con ET o seguimiento ocular<sup>45</sup>. Cada herramienta cuenta con sus ventajas y limitaciones, por lo que hay que tener en cuenta los parámetros que se quieren evaluar e investigar, para escoger la más adecuada<sup>46</sup>.

Por último, el *neuromarketing* se encuentra en continuo desarrollo, por lo que han surgido nuevas tendencias gracias al uso de programas informáticos especializados relacionados con la IA, dirigidos principalmente al reconocimiento de la voz, la tactilidad y la RV<sup>47</sup>.

En definitiva, el *neuromarketing* combina técnicas de neurociencia y tradicionales, junto con el empleo de programas informáticos especializados, para una comprensión precisa del comportamiento del consumidor y el diseño de estrategias de *marketing* más efectivas y personalizadas.

---

<sup>44</sup> Cenizo (2022).

<sup>45</sup> Andreu-Sánchez, Contreras-Gracia y Martín-Pascual (2014), Mansor y Isa (2020), Vásquez-Patiño y Rueda-Barrios (2019) y Vega (2016).

<sup>46</sup> Mansor y Isa (2020).

<sup>47</sup> Aroca (2023), Olivar (2023).

## 5 Aplicaciones del *neuromarketing*

El *neuromarketing* se aplica en numerosas áreas del *marketing* y la publicidad con el objetivo de mejorar sus estrategias. Algunas de estas aplicaciones sirven para: incrementar la influencia de la televisión y la publicidad, potenciar las estrategias relacionadas con el producto, el precio, su emplazamiento o distribución y promoción, mejorar la influencia del papel y de la reputación de la marca o *branding*, el diseño de sitios web, redes sociales y programas, etc.<sup>48</sup>.

Según Muñoz (2015), el *neuromarketing*, generalmente, se aplica en:

- **La publicidad:** con el fin de hacer anuncios más atractivos y memorables para influir y motivar en las decisiones de compra de los consumidores.
- **La determinación del precio:** ayuda a establecer cuánto están dispuestos a pagar los usuarios por un determinado producto.
- **El desarrollo de nuevos productos:** que conecten más con los gustos y necesidades de los usuarios, para que el producto «se venda solo».
- **La distribución del producto:** tiene el objetivo de conocer cómo influye en la decisión de compra la ubicación de los productos en el punto de venta.
- **El desarrollo de la marca:** para crear una marca que genere emociones intensas, y que los consumidores sean leales a ella.

En resumen, el *neuromarketing* es una disciplina que puede ser aplicada en diversas actividades del *marketing* para crear estrategias más efectivas y conectar mejor con los consumidores. Además, tiene aplicaciones en la publicidad comercial, social y política<sup>49</sup>.

48 Olivar (2023), Orlando y Suárez (2018).

49 Rawnaque et al. (2020).

## 6 Neuromarketing aplicado al efectivo

A lo largo de este capítulo se hará una propuesta sobre el *neuromarketing* aplicado al efectivo. Comenzaremos explicando una serie de estudios relacionados con la percepción de billetes para saber qué resultados han obtenido, continuaremos con las técnicas de neurociencia del consumidor que podrían aplicarse al estudio del billete, donde se explicarán detalladamente cada una de ellas, y finalizaremos con los avances del efectivo que se esperan en el futuro.

El *neuromarketing* tiene el objetivo de que los productos que se quieren vender cumplan las necesidades y preferencias de los consumidores con base en la información obtenida a través de las técnicas explícitas e implícitas. En este caso nuestro producto es el efectivo, por tanto, ¿cómo se consigue un billete más eficiente?

### 6.1 Estudios sobre la percepción de los billetes

Los estudios sobre percepción de billetes tienen los objetivos de conocer la respuesta consciente e inconsciente de los usuarios al percibir y manipular un billete, y de crear, basándose en esos datos, un efectivo que sea seguro, fácil de usar, que genere confianza y adaptado a toda la población<sup>50</sup>. Durante este punto se abordarán una serie de estudios que han investigado la percepción de los usuarios sobre los billetes, su diseño y sus elementos de seguridad.

El Banco de México realizó dos estudios de neurociencia aplicada al billete: uno relacionado con sus elementos de seguridad, y otro sobre la percepción háptica y visual de estos.

- **Banco de México. (2015). Estudio de neurociencia. Elementos de seguridad en los billetes:** en este estudio, se halló que los usuarios no revisan detalladamente los billetes; los elementos de seguridad que los usuarios prefieren son el hilo de seguridad, el hilo de tres dimensiones (3D) y la marca de agua (en los billetes de algodón), y la ventana transparente y los elementos que cambian de color (en los billetes de polímero); los diseños naturales/orgánicos generan mayor atención, memoria y una emoción positiva; los elementos de seguridad que presentan efectos 3D llaman mucho la atención y activan diferentes áreas del cerebro de los usuarios; los sujetos prefieren elementos familiares o intuitivos, y que los rostros humanos generan mayor atención y alta emocionalidad positiva.
- **Banco de México. (2015). Estudio de neurociencia. Percepción háptica y visual de los billetes:** este estudio tiene el objetivo de comprender el proceso de reconocimiento y autenticación de los billetes a través de una estimación del impacto neurofisiológico en el usuario. Los resultados encontrados fueron

---

50 Aroca (2023).

que, para reconocer y autenticar los billetes, los usuarios sobre todo fijaban la atención en el color, el motivo principal, la posición del valor facial del billete (cuanto más grande y claro sea el número, mayor confianza generaba), la diferencia del tamaño de los billetes en función de su valor, el tacto del papel y el relieve de sus tintas.

Asimismo, el Banco de España junto con el Laboratorio de Neurotecnologías Inmersivas (LENI) del Instituto de Investigación e Innovación en Bioingeniería de la Universitat Politècnica de València han desarrollado Neurocash®, una nueva tecnología que combina el neurodiseño, la RV y la IA. Esta aplica el método neurocientífico al desarrollo del efectivo para que sea más atractivo, intuitivo, seguro, medioambientalmente sostenible y con bajos costos<sup>51</sup>. Se llevó a cabo un estudio sobre neurociencia aplicada al diseño del billete y sus elementos de seguridad con el objetivo de conocer aquellos elementos de seguridad que captan la atención y generan mayor confianza y seguridad en los usuarios. Se dividió en dos fases, en la primera se les presentaba a los usuarios una imagen del billete y en la segunda, el billete físicamente. Se utilizó la técnica de ET o seguimiento ocular para obtener mapas de calor, que se presentan en las imágenes 1 y 2. Los resultados obtenidos en la primera fase mostraron que el motivo principal (en el anverso y reverso) y el holograma eran los elementos que más captaban la atención de los usuarios, a diferencia de la ventana transparente o el nombre de la divisa, que no generaron tanto interés en los participantes. En la segunda fase, los elementos de seguridad más destacados fueron las tintas especiales, la marca de agua y el hilo de seguridad. Por tanto, se concluyó que al presentar el billete de forma digital, los usuarios se interesaban más por los elementos de diseño del billete, en cambio, al presentarlo físicamente, fijaban más la atención en los elementos de seguridad<sup>52</sup>.

Otros estudios relevantes sobre billetes han sido los siguientes:

- **Giuliani, Felice, Valerio Manippa, Alfredo Brancucci, Riccardo Palumbo, Luca Tommasi y Davide Pietroni. (2021). “How emotional is a banknote? The affective basis of money perception”.** El objetivo del estudio fue investigar si los billetes desencadenan diferentes emociones en función de su valor. Los resultados obtenidos mostraron que los billetes tienen propiedades afectivas y aquellos con un valor económico más pequeño se perciben como menos excitantes y neutrales.
- **Manippa, Valerio, Felice Giuliani, Alfredo Brancucci, Luca Tommasi, Riccardo Palumbo y Davide Pietroni. (2021). “Affective perception of euro banknotes: Cognitive factors and interindividual differences”.** El estudio tiene el fin de evaluar las diferencias de valencia, excitación y familiaridad de imágenes de los billetes. Los hallazgos exponen que, a medida que el valor nominal de los billetes aumentaba, la valencia y la excitación era mayor, pero la familiaridad menor.

---

51 Banco de España y LabLENI (2022).

52 Ortúñoz, Sánchez, Álvarez, López y León (2020).

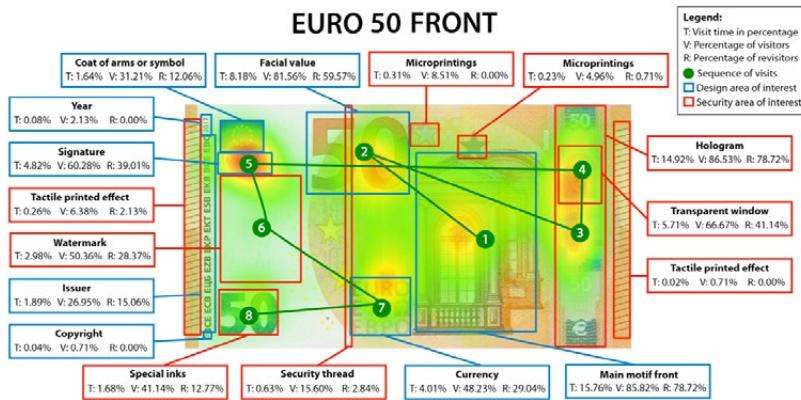


Imagen 1. Mapas de calor obtenidos en la primera fase mediante ET. Fuente: Ortúño, Sánchez, Álvarez, López y León (2020).

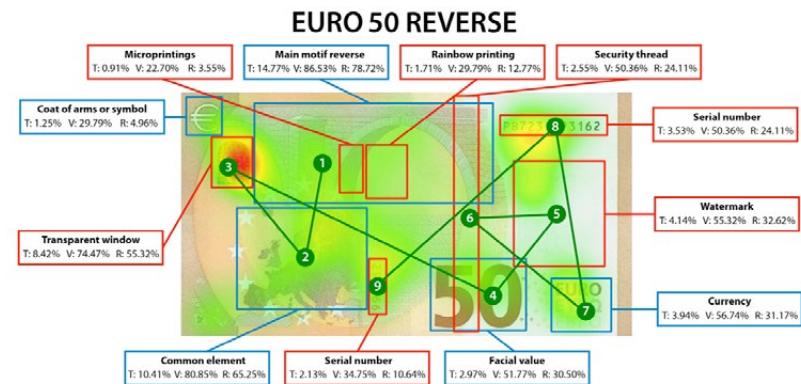
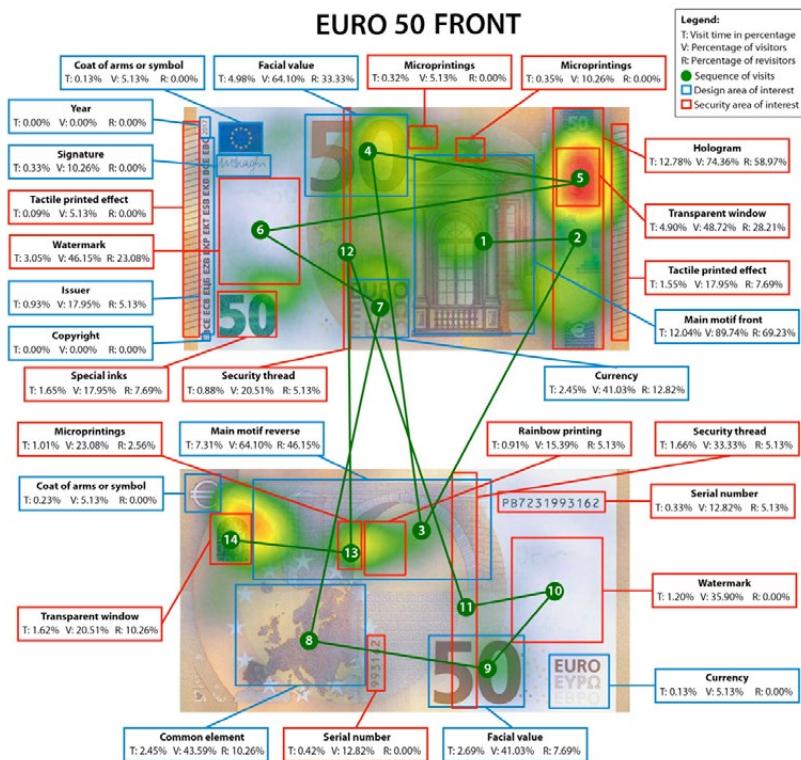


Imagen 2. Mapas de calor obtenidos en la segunda fase mediante ET. Fuente: Ortúño, Sánchez, Álvarez, López y León (2020).



**EURO 50 REVERSE**

- **Dodgson, Daniel B., y Jane E. Raymond. (2022). “Banknote authenticity is signalled by rapid neural responses”.** Su objetivo es investigar si los procesos neurales rápidos están detrás de la detección de falsificaciones de billetes. Los resultados confirmaron que la autenticación de billetes es posible en un

segundo de visualización, que comienza con un análisis sensorial muy rápido seguido de un procesamiento superior en una etapa de decisión.

- **Ojedo, Fernando, y Pedro Macizo. (2023). “The value of banknotes: relevance of size, colour and design”.** En este estudio se examinó la relevancia de tres características de los billetes (tamaño, color y diseño), y se concluyó que la característica más relevante para diferenciar el billete es el tamaño, seguido del color, a diferencia del diseño que dificultó la realización de la tarea.

En conclusión, estos estudios han revelado que, aunque la autenticación de billetes pueda realizarse rápidamente, los usuarios no examinan los billetes de forma minuciosa, por lo que sería necesario incorporar elementos de seguridad y diseño que permitan una rápida inspección y reconocimiento. Además, los sujetos prefieren aquellos elementos de seguridad que son sencillos de identificar, como el hilo de seguridad o la marca de agua, también tienen preferencia por los diseños naturales/orgánicos. Por último, los billetes con mayor valor nominal generan más excitación y valencia, pero menos familiaridad.

## 6.2 Técnicas del *neuromarketing* aplicadas a los billetes

Como se ha visto en el epígrafe 4, el *neuromarketing* utiliza herramientas diversas y flexibles, aplica tanto medidas conscientes como inconscientes para obtener una visión completa del consumidor y generar mejores estrategias de *marketing*<sup>53</sup>. Por lo tanto, a lo largo de este punto nos basaremos en la división del cuadro 4 para exponer las herramientas del *neuromarketing* utilizadas en el estudio del billete.

### 6.2.1 Medidas conscientes o explícitas

Las medidas conscientes, como ya se ha mencionado, se centran en la respuesta voluntaria del usuario. Estas medidas tienen limitaciones, pues los sujetos presentan dificultades para autoevaluarse y expresar e identificar los elementos subjetivos como sus emociones o sentimientos<sup>54</sup>. También está el efecto de deseabilidad social referido a la necesidad de aprobación y aceptación del usuario, de dar las respuestas que se espera que dé, sobre todo en investigaciones experimentales<sup>55</sup>.

Aunque sus datos puedan presentar sesgos, es necesario que se complementen con las medidas inconscientes para obtener una visión integral<sup>56</sup>.

Las medidas conscientes escogidas se fundamentan en las publicaciones de Aroca (2023) y Ortúño, Sánchez, Álvarez, López y León (2020), y son las siguientes:

<sup>53</sup> Aroca (2023), Fabián, Gibran, Plata y Miranda (2024) y Fortunato, Giraldi y Caldeira (2014).

<sup>54</sup> Fortunato, Giraldi y Caldeira (2014).

<sup>55</sup> Khondakar et al. (2024).

<sup>56</sup> Aroca (2023), Fortunato, Giraldi y Caldeira (2014).

- **Cuestionarios y encuestas.** Son una serie de preguntas cerradas que tienen el objetivo de obtener información relacionada con la percepción, opinión y comportamiento de los usuarios. Tienen la capacidad también de dar a conocer y explicar la personalidad y los estados mentales de los sujetos. Se aplican tras cada etapa de evaluación. Por ejemplo, se podrían hacer algunas preguntas como: «¿Fue fácil identificar la marca de agua?» o «¿Le costó mucho determinar la autenticidad del billete?».
- **Entrevista final.** Suele presentarse después de los cuestionarios y encuestas, mediante preguntas abiertas, como «¿Algún elemento de seguridad o de diseño le resultó confuso? ¿Por qué?», con el fin de profundizar más en la opinión del usuario conforme a las respuestas que ha dado en las preguntas cerradas, para así tener un marco más general de la opinión del sujeto y aclarar dudas.
- **Análisis de decisiones.** Realizado mediante la evaluación y revisión de las opciones que ha ido seleccionando el usuario a lo largo del estudio, y los criterios y resultados que ha ido utilizando para esa selección. Esto ayuda a comprender cómo y por qué los sujetos eligen ciertas opciones.
- **Lenguaje explícito.** Es «pensar en alto»; tiene la capacidad de conocer e interpretar los comentarios que hace el usuario cuando está analizando el billete.

#### 6.2.2 Medidas inconscientes o implícitas

Estas medidas tienen el objetivo de entender el comportamiento, emociones y toma de decisiones de los usuarios a través de sus respuestas cerebrales cuando están expuestos al estímulo, en este caso, el billete. A diferencia de las medidas conscientes, estas captan la respuesta involuntaria del usuario. Pueden estar divididas en dos grupos: aquellas que miden la actividad dentro del cerebro y las que la miden fuera de él. Además, podemos encontrar dos tipos: las que miden la respuesta fisiológica (como la fMRI, EEG, PET, RC, etc.) y las que miden el comportamiento humano (como el ET o HBT).

En cuanto a las medidas que registran la actividad dentro del cerebro, que se resumen en el cuadro 5, encontramos las siguientes:

- **fMRI.** Mide pequeñas y profundas estructuras del cerebro ateniéndose a los cambios del nivel de oxígeno en sangre<sup>57</sup>. Por lo que, a mayor oxígeno en sangre, más actividad cerebral habrá<sup>58</sup>. Esto lo hace mediante una máquina en forma de tubo donde se tumbará el usuario, ahí se le presenta el estímulo y gracias a una serie de imanes, se recogen cuatro imágenes por segundo del cerebro<sup>59</sup>. También, tiene la capacidad de detectar las áreas encargadas de la cognición,

<sup>57</sup> Fortunato, Giraldi y Caldeira (2014); Naranjo (2015).

<sup>58</sup> Fabián, Gibran, Plata y Miranda (2024).

<sup>59</sup> Muñoz (2015) y Olivar (2023).

Cuadro 5

## Medidas inconscientes que registran la actividad dentro del cerebro

Medidas inconscientes	¿Qué mide?	Ventajas	Desventajas
fMRI	Cambios en la cantidad de oxígeno en sangre.	Alta resolución. Identifica el orden de actividades en el cerebro.	Alto coste. No puede transportarse. Sensibilidad al movimiento. Incomodidad del sujeto.
EEG	Actividad eléctrica neuronal y ondas cerebrales.	Bajo coste. Alta resolución temporal y espacial. Menos invasivo.	Incapacidad de captar señales eléctricas más allá de la corteza cerebral.
PET	Dispersión espacial de un positrón administrado al sujeto.	Permite medir el metabolismo cerebral.	Alto coste. Muy invasiva.
MEG	Actividad cerebral del campo magnético creado a través de corrientes eléctricas neuronales.	Alta resolución temporal.	Alto coste.
TAC	Procesos cerebrales que se activan. Mediante cortes transversales milimétricos usando rayos X.	Alta resolución temporal. No invasiva.	Alto coste. Sensibilidad al movimiento. Incomodidad del sujeto. Radiación rayos X.
TMS	Interferir la actividad cerebral mediante la estimulación del tejido nervioso.	No invasiva.	Alto coste. Efectos secundarios.

FUENTE: Elaboración propia.

motricidad, percepción y emoción<sup>60</sup>. Entre sus ventajas están su alta resolución y la habilidad de identificar el orden de actividades en el cerebro<sup>61</sup>. Las desventajas serían el alto coste, que no puede transportarse, la sensibilidad al movimiento y que el sujeto se encuentre incómodo<sup>62</sup>. Por lo que, a pesar de ser una de las técnicas de neurociencia más usadas, aplicarla al billete resulta muy complicado, ya que este estudio requiere que el usuario esté tocando y moviendo el billete.

- **EEG.** Se trata de la colocación de una serie de electrodos en el cuero cabelludo del usuario con el objetivo de medir las ondas cerebrales en tiempo real<sup>63</sup> (véase imagen 3). Tiene la capacidad de calcular la actividad eléctrica neuronal y su frecuencia para saber las áreas del cerebro involucradas en la toma de decisiones, también detecta las regiones cerebrales con mayor actividad para conocer el estado emocional de la persona<sup>64</sup>. Sus ventajas son el bajo coste en comparación con la fMRI, su alta resolución temporal y espacial, y que es menos invasivo, por lo que es más cómodo para el usuario y permite mayor

60 Pinzón y Viteri (2021), Varón, Martín y Zapata (2023).

61 Muñoz (2015) y Vega (2016).

62 Muñoz (2015) y Vásquez-Patiño y Rueda-Barrios (2019).

63 Aroca (2023), Varón, Martín y Zapata (2023).

64 Fabián, Gibran, Plata y Miranda (2024) y Varón, Martín y Zapata (2023).

movilidad<sup>65</sup>. En cuanto a las desventajas, la más destacable es la incapacidad de captar señales eléctricas más allá de la corteza cerebral<sup>66</sup>.

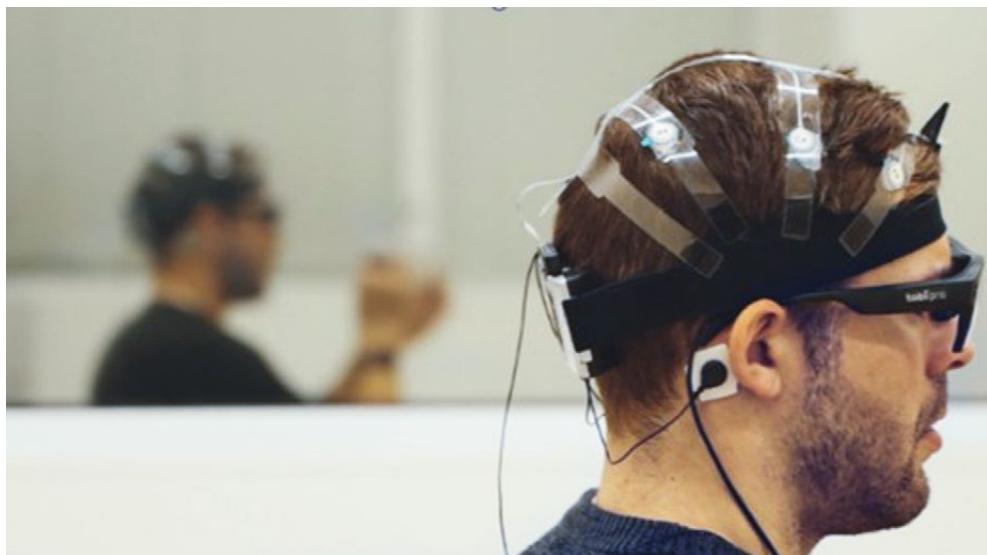


Imagen 3. Electrodos del EEG. Fuente: Banco de España.

- **PET.** Se trata de una máquina similar a la de fMRI, pero precisa que se inyecte por vía intravenosa un radiofármaco de vida ultracorta (Vega, 2016). En esta técnica, los positrones, que son partículas radiactivas, pasan a través del sujeto para la recolección de datos relacionados con el metabolismo del cerebro<sup>67</sup>. Su mayor desventaja es que es muy invasiva, lo que dificulta su aplicación en el *neuromarketing*, además de ser muy costosa<sup>68</sup>.
- **MEG.** Se basa en una serie de sensores hipersensibles sin contacto con el cuero cabelludo que miden la actividad cerebral del campo magnético que se crea a través de corrientes eléctricas neuronales (Fabián, Gibran, Plata y Miranda, 2024; Muñoz, 2015; Pinzón y Viteri, 2021). Su coste es mayor en comparación al EEG, pero tiene una muy buena resolución temporal ya que permite el análisis de la actividad cerebral casi en tiempo real<sup>69</sup>.
- **TAC.** Este equipo, a través de cortes transversales milimétricos usando rayos X, permite observar el interior del cerebro e identificar los procesos cerebrales que se activan<sup>70</sup>. Tiene alta resolución temporal y no es invasiva, aunque la maquinaria es similar a la de fMRI por lo que también se presenta el inconveniente de la sensibilidad al movimiento y la posible incomodidad del

65 Fortunato, Giraldi y Caldeira (2014); Khondakar et al. (2024).

66 Vásquez-Patiño y Rueda-Barrios (2019).

67 Fabián, Gibran, Plata y Miranda (2024) y Pinzón y Viteri (2021).

68 Fortunato, Giraldi y Caldeira (2014).

69 Fortunato, Giraldi y Caldeira (2014); Vega (2016).

70 Olivar (2023).

Cuadro 6

## Medidas inconscientes que registran la actividad fuera del cerebro

Medidas inconscientes	¿Qué mide?	Ventajas	Desventajas
ET	Recorrido y rotación ocular. Atención selectiva y focalizada.	No intrusiva. Alta precisión. Alta resolución.	Coste medio.
EMG	Micro expresiones faciales ligadas a las emociones.	Alta resolución temporal.	Possible incomodidad del sujeto, dependiendo de la técnica utilizada.
RC	Parámetros cardiovasculares para inferir estados atencionales y emocionales.	Alta resolución.	Dificultad para generalizar los datos. Influencia de factores externos.
GSR	Nivel de excitación del sujeto ante un estímulo y su relación con la sudoración.	Alta resolución. Alta precisión.	No registra la valencia emocional. Influencia de factores externos.
HBT	Comportamiento y gestos del usuario.	No invasiva. Bajo coste.	Difícil interpretación.

FUENTE: Elaboración propia.

usuario. Además, someter al sujeto constantemente a radiación de rayos X puede tener efectos adversos.

- **TMS.** Trata de interferir la actividad cerebral mediante la estimulación del tejido nervioso, aplicando campos magnéticos a regiones cerebrales<sup>71</sup>. En el *neuromarketing* sirve para observar las respuestas emocionales y cognitivas ante diferentes estímulos. No es invasiva, pero su inconveniente es el alto costo y los posibles efectos secundarios. En el caso del efectivo, el objetivo es inferir la actividad cerebral, no interferir, por lo que esta técnica tendría difícil aplicación.

Por otro lado, acerca de las medidas que registran la actividad fuera del cerebro, resumidas en el cuadro 6, encontramos:

- **ET.** Se obtienen mapas de calor, como los de las imágenes 1 y 2, mediante el uso de unas lentes con microcámaras de alta velocidad (véase imagen 4), que permiten identificar la rotación y recorrido ocular<sup>72</sup>. Tiene la capacidad de medir la atención selectiva y focalizada de los usuarios, el número de fijaciones, la dilatación de la pupila, la concentración, los lugares donde se detiene más la mirada o los que directamente no se miran, y el recorrido que hace el ojo, entre otras<sup>73</sup>. No es intrusiva y es una técnica con mucha precisión y resolución<sup>74</sup>.

<sup>71</sup> Vega (2016).

<sup>72</sup> Aroca (2023), Fabián, Gibran, Plata y Miranda (2024) y Olivar (2023).

<sup>73</sup> Fortunato, Giraldi y Caldeira (2014); Ortuño, Sánchez, Álvarez, López y León (2020), y Varón, Martín y Zapata (2023).

<sup>74</sup> Salas (2018).

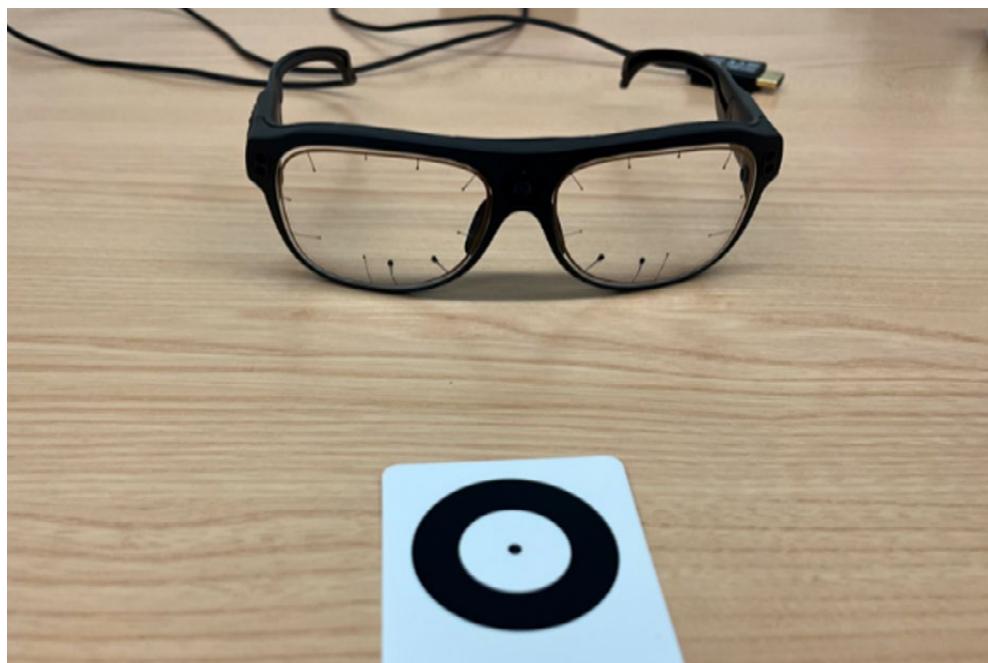


Imagen 4. Lentes del ET. Fuente: Banco de España.

- **EMG.** También denominada reconocimiento facial o *facial expression analysis* (FEA). Trata de medir las microexpresiones faciales relacionadas con las emociones de los usuarios mediante electrodos de bajo voltaje colocados en la cara para identificar la motivación y coherencia de su comportamiento<sup>75</sup>. También puede realizarse de forma no intrusiva mediante una cámara colocada frente al sujeto<sup>76</sup> (imagen 5). Tiene alta resolución temporal, aunque si se utilizan los electrodos, puede resultar incómodo para los sujetos.

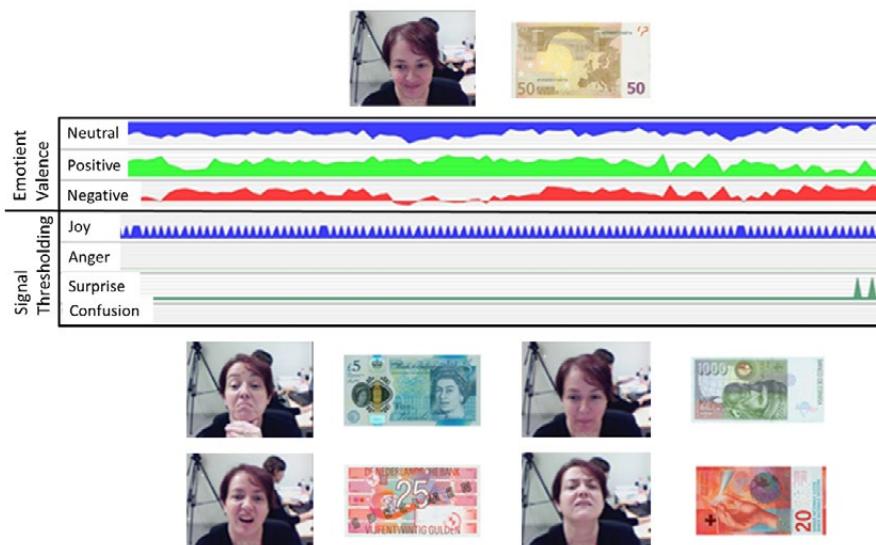


Imagen 5. Cámara del EMG. Fuente: Ortuño, Sánchez, Álvarez, López y León (2020).

75 Fabián, Gibran, Plata y Miranda (2024) y Fortunato, Giraldi y Caldeira (2014); Muñoz (2015) y Pinzón y Viteri (2021).

76 Aroca (2023).

- **RC.** Trata de medir los parámetros cardiovasculares, es decir, la frecuencia y variabilidad cardiaca, la presión sanguínea, los suspiros y la profundidad de la respiración, entre otras, mediante sensores de electrocardiograma y ópticos, para inferir estados atencionales y emocionales de los usuarios<sup>77</sup>. Por lo que, a mayor atención, menor velocidad en la respiración y en los latidos del corazón; a diferencia de la excitación emocional, cuyo aumento está ligado a una mayor frecuencia cardiaca<sup>78</sup>. Tiene una muy buena resolución, aunque presenta algunas limitaciones, como la dificultad para generalizar los datos, ya que hay mucha variabilidad individual del RC, y la posible influencia de factores externos del entorno (por ejemplo, el estrés del sujeto o la temperatura del entorno).
- **GSR.** Mide el nivel de excitación, estrés y relajación del sujeto ante un estímulo<sup>79</sup>. Trata de relacionar la excitación con la sudoración a través de un sensor que mide la conductividad eléctrica de la piel. Por tanto, a mayor excitación, mayor actividad de la glándula sudorípara y mayor conductancia de la piel<sup>80</sup>. Permite registrar la intensidad emocional, pero no su valencia<sup>81</sup>. Tiene una alta resolución y precisión, aunque al igual que en el RC, los factores externos pueden influir.

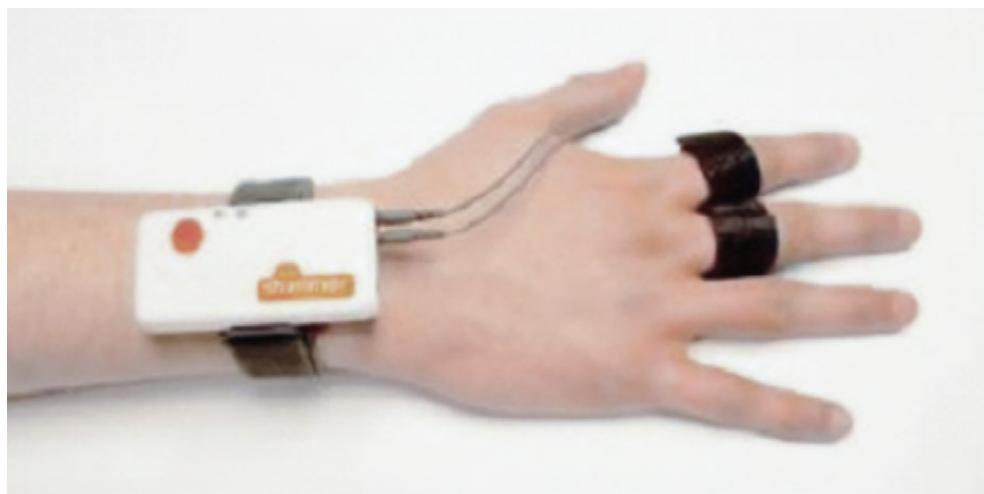


Imagen 6. Sensor de RC/GSR. Fuente: Ortuño, Sánchez, Álvarez, López y León (2020).

- **HBT.** Trata de identificar y analizar el comportamiento y gestos del usuario mediante marcas digitales en la observación de grabaciones de vídeo<sup>82</sup>. No es invasiva y no es costosa, pero su interpretación requiere de profesionales y/o de un programa informático específico que analice los datos de grabaciones de forma automática.

77 Aroca (2023), Fortunato, Giraldi y Caldeira (2014); Vásquez-Patiño y Rueda-Barrios (2019).

78 Fabián, Gibran, Plata y Miranda (2024) y Pinzón y Viteri (2021).

79 Aroca (2023), Fortunato, Giraldi y Caldeira (2014).

80 Fabián, Gibran, Plata y Miranda (2024) y Olivar (2023).

81 Vega (2016).

82 Aroca (2023).

### 6.2.3 Nuevas tendencias

Como hemos visto, las ciencias y tecnologías se encuentran en continuo desarrollo, la neurociencia está consiguiendo muchos progresos y van surgiendo nuevas tendencias, gracias también a la ayuda de programas informáticos especializados y al surgimiento de la industria 4.0<sup>83</sup>. Estas tendencias son:

- **Estudio de la voz.** Se trata de un análisis de la prosodia y semántica de la voz mediante los comentarios y el lenguaje explícito de los usuarios, para identificar sus emociones y opiniones<sup>84</sup>.
- **Realidad virtual.** Los estímulos que se presentan a los usuarios en las técnicas neurométricas pueden mostrarse en entornos virtuales 3D, emulando situaciones realistas de interacción con el efectivo. Se hace a través de unas gafas de RV, véase la imagen 7. El uso de estas herramientas presenta diversas ventajas, como la reducción de costes y de tiempo de preparación, mayor variabilidad, estudios más dinámicos, mejor recopilación de datos y mejor análisis de la atención visual, entre otras<sup>85</sup>.



Imagen 7. Gafas de RV. Fuente: Banco de España.

- **IA.** Se define como la capacidad de las máquinas para imitar las funciones cognitivas humanas mediante la aplicación de algoritmos inteligentes. Dentro de ella destacan los términos *machine learning* (referido a la capacidad de aprendizaje de las máquinas), redes neuronales artificiales (son los modelos computacionales que simulan el cerebro humano), *deep learning* (se basa en el aprendizaje profundo para resolver problemas complejos) y *big data* (son grandes cantidades de datos digitales que requieren de sistemas específicos

<sup>83</sup> Aroca (2023), López (2023); Olivar (2023).

<sup>84</sup> Aroca (2023), Olivar (2023).

<sup>85</sup> Aroca (2023).

para su tratamiento). La IA se aplica a las técnicas de la neurociencia con el fin de definir modelos predictivos del comportamiento y las emociones de los usuarios<sup>86</sup>.

### 6.3 Avances del efectivo en el futuro

El efectivo, a pesar del avance de las tecnologías, se trata del medio de pago más utilizado por las personas, independientemente de su edad, género o clase social<sup>87</sup>. Tiene características únicas que otros métodos de pago electrónicos no poseen y, además, forma parte de la identidad de un país al representar aspectos de su cultura, tradición, actividades económicas, etc.

Por todo ello se debe preservar que el billete sea un instrumento de pago atractivo y útil, que se adapte constantemente a la evolución de la sociedad, como la digitalización o la sostenibilidad, y que garantice su autonomía, privacidad y seguridad. El efectivo se encuentra en constante cambio e innovación, y aparecen nuevos elementos de seguridad y diseño, como la mejora del sustrato para aumentar su ciclo de vida y su sostenibilidad<sup>88</sup>.

Se están proponiendo una serie de desarrollos futuros para el efectivo, con el objetivo de que tenga un diseño innovador y atractivo, sea cercano e inclusivo, seguro, sostenible y respetuoso con el medio ambiente<sup>89</sup>.

Para salvaguardar la integridad y la seguridad de los billetes, y que sigan siendo accesibles e inclusivos, se desarrollan elementos de seguridad innovadores, fáciles de reconocer y en los que el público puede confiar. Se trabaja continuamente con el objetivo de mejorar estos elementos y desarrollar otros nuevos para futuros billetes. Por ello, algunos bancos centrales financian y coordinan una amplia variedad de proyectos de investigación y desarrollo. En estos proyectos se promueve la investigación de elementos de seguridad de los billetes, tecnologías de procesamiento, producción y tratamiento de billetes, tecnologías que mejoran la huella medioambiental del ciclo del efectivo y ciencias de la percepción y la cognición<sup>90</sup>.

El *neuromarketing* puede ser utilizado para desarrollar mejores estrategias en el diseño del efectivo, atendiendo a las necesidades de los usuarios e identificando qué elementos tienen mayor enganche emocional, para crear un efectivo más útil y atractivo.

Esta disciplina proporciona una visión profunda del comportamiento del consumidor, facilita a las compañías ofrecer experiencias más atractivas y evitar estrategias de *marketing* incorrectas. Las técnicas utilizadas permiten una mayor efectividad en la investigación

---

<sup>86</sup> Aroca (2023), López (2023).

<sup>87</sup> Aroca (2023)..

<sup>88</sup> Lepecq y Lillberg (2023).

<sup>89</sup> Banco Central Europeo (s. f.).

<sup>90</sup> Banco Central Europeo (s. f.).

de mercados al proporcionar una comprensión más profunda del comportamiento del consumidor<sup>91</sup>.

Los principales avances tecnológicos del efectivo en 2024 se reúnen en el informe *Banknote Technology Report 10*, publicado por Banknote Industry News en 2024. En cuanto a las características del efectivo, las empresas han desarrollado diversos elementos de seguridad y de diseño avanzados con el fin de evitar la falsificación, facilitar la autenticación y aumentar el ciclo de vida y la sostenibilidad de los billetes, a la vez que proporcionan un efectivo atractivo para el público. Por un lado, se han creado elementos de diseño brillantemente visibles bajo cualquier ángulo de visión e iluminación, los elementos de seguridad metalizados con aluminio 100 % reciclado, y billetes con características metálicas basadas en efectos nanofotónicos. Otros avances consiguen efectos de movimiento multicolor apoyados en nanoestructuras, hilos de seguridad que combinan efectos fluorescentes cambiantes con características holográficas y chips con tecnología NFC (Near Field Communication) que permiten el acceso a una amplia gama de servicios de pago digital<sup>92</sup>.

Respecto a la producción, las empresas tratan de reducir su impacto en el medio ambiente y mejorar el rendimiento general con propuestas como el reciclaje de los residuos de producción de polímeros, o la inteligencia empresarial que permite recopilar, extraer y visualizar automáticamente datos de producción para una interpretación rápida<sup>93</sup>.

Otros desarrollos destacables serían el uso de tintas libres de aceite mineral, barnices antivirales, antibacterianos y antifúngicos<sup>94</sup>, así como fibrillas de seguridad basadas en celulosa, que proporcionan mayor sostenibilidad y pueden personalizarse según las demandas de los clientes<sup>95</sup>.

En cuanto a la sostenibilidad, existe un mayor compromiso en el reciclaje de los billetes una vez finalizado su ciclo de vida. Por ejemplo, los billetes de polímero se pueden reciclar para producir contenedores de compost o recipientes. En definitiva, hay una preocupación por aumentar la durabilidad de los billetes y desarrollar alternativas para su reciclaje, así como de reducir sus emisiones<sup>96</sup>. En el caso de los billetes de papel, se está llevando a cabo un importante trabajo en investigación y desarrollo para lograr que los futuros billetes sean más respetuosos con el medio ambiente en todo su ciclo de vida. Se están estudiando métodos alternativos para eliminar residuos de billetes, como el reciclaje, la reutilización de los materiales de desecho y posibles mejoras del material y los componentes utilizados en el proceso de impresión<sup>97</sup>.

---

91 Fortunato, Giraldi y Caldeira (2014); Khondakar et al. (2024) y Salas (2018).

92 Banknote Industry News (2024, pp. 14-78).

93 Banknote Industry News (2024, pp. 82-104).

94 Banknote Industry News (2024, pp. 118-137).

95 Banknote Industry News (2024, pp. 142-155).

96 Banknote Industry News (2024, pp. 158-187).

97 Banco Central Europeo (s. f.).

Por último, acerca de nuevo equipamiento y proyectos destacan la tecnología *peel-off* para la aplicación de elementos de seguridad avanzados mediante transferencia térmica, y la herramienta de escaneo de microestructuras en 3D para verificar rápidamente la autenticidad del billete<sup>98</sup>.

En definitiva, es necesario que el efectivo se adapte al futuro con el fin de reforzar sus funciones y ejercer otras nuevas. Por ello, se buscan una serie de avances garantizando su disponibilidad, accesibilidad y aceptación, y promoviendo su seguridad, eficiencia y sostenibilidad. Disciplinas como el *neuromarketing* pueden ser utilizadas para tomar decisiones de manera más eficiente.

---

<sup>98</sup> Banknote Industry News (2024, pp. 192-229).

## 7 Conclusiones

A lo largo de este documento se ha hablado sobre el *neuromarketing*, una disciplina relativamente joven que aplica técnicas de la neurociencia a los estímulos de *marketing* para comprender cómo los usuarios reaccionan ante estos. La neurociencia del consumidor surge debido a la necesidad de las empresas de profundizar más en el comportamiento, emociones y toma de decisiones de los consumidores, ya que las técnicas de la mercadotecnia tradicional no generaban todas las respuestas necesarias. Así, se comienza a investigar sobre esta disciplina y se introducen técnicas de la neurociencia al *marketing*, con lo que se obtienen datos menos sesgados y que ofrecen información sobre la respuesta involuntaria del sujeto. Aun así, el *neuromarketing* no trata de sustituir al *marketing* tradicional, sino complementarlo para tener una visión más completa del consumidor y generar mejores estrategias de mercadotecnia. Además, esta disciplina recoge varias funciones cerebrales como la atención y memoria, que son necesarias para su estudio, y su aplicación se extiende a diversas áreas como el diseño, distribución y precio de un producto.

En la actualidad, el efectivo continúa siendo uno de los medios de pago más utilizados por la población. No obstante, resulta fundamental incorporar enfoques innovadores que permitan su evolución y adaptación al entorno digital en el que vivimos. Para mantenerse vigente, el efectivo debe ser atractivo para el usuario, contar con altos estándares de seguridad que prevengan la falsificación, y ofrecer funcionalidades versátiles que respondan a las diversas necesidades del público, lo que incluye su uso en dispositivos automáticos. El objetivo es lograr que la ciudadanía perciba el efectivo como una opción más intuitiva, útil y moderna, al tiempo que se refuerzan su seguridad, eficiencia y sostenibilidad.

En este proceso de modernización del efectivo, disciplinas emergentes como el *neuromarketing* están desempeñando un papel clave. A través de la aplicación de técnicas neurocientíficas que miden tanto respuestas conscientes como inconscientes, es posible analizar la percepción que los usuarios tienen del efectivo. Esto permite identificar qué elementos de seguridad y diseño generan un mayor impacto visual y emocional, para facilitar así el desarrollo de una nueva familia de billetes más atractiva y funcional. Gracias a estas metodologías, se pueden inferir las preferencias y necesidades del público, y adaptar el diseño del efectivo a partir de datos empíricos coherentes con los objetivos estratégicos de innovación. El auge del *neuromarketing* y su integración en este ámbito permiten aplicar enfoques basados en evidencia para crear un efectivo más intuitivo, seguro y en consonancia con las expectativas de los usuarios.

## Bibliografía

- Alsharif, Ahmed H., Nor Zafir Md. Salleh y Rohaizat Baharun. (2021). "Neuromarketing: The popularity of the brain-imaging and physiological tools". *Neuroscience Research Notes*, 3(5), pp. 13-22. <https://doi.org/10.31117/neuroscirn.v3i5.80>
- Alsharif, Ahmed H., Nor Zafir Md. Salleh, Rohaizat Baharun y Alharthi Rami Hashem E. (2021). "Neuromarketing research in the last five years: a bibliometric analysis". *Cogent Business and Management*, 8(1). <https://doi.org/10.1080/23311975.2021.1978620>
- Álvarez Fabián, Víctor-José, Axel Gibran Franco Almaraz, Jonathan Plata y Rosa María Miranda. (2024). "3 - Revisión teórica del neuromarketing: herramientas del neuromarketing aplicadas al comportamiento del consumidor". En María Elena Pérez-Terrón, Ramón Almazo y Emigdio Larios-Gómez (eds.), *Investigaciones Multidisciplinarias en las Ciencias Administrativas*. Entelequia Editores, pp. 41-56. [https://www.researchgate.net/profile/Emigdio-Larios-Gomez/publication/383413288\\_INVESTIGACIONES\\_MULTIDISCIPLINARIAS\\_EN\\_LAS\\_CIENCIAS\\_ADMINISTRATIVAS\\_JOVENES\\_INVESTIGADORES\\_MEXICO-COLOMBIA/links/66cbf360920e05672e504df6/INVESTIGACIONES-MULTIDISCIPLINARIAS-EN-LAS-CIENCIAS-ADMINISTRATIVAS-JOVENES-INVESTIGADORES-MEXICO-COLOMBIA.pdf#page=62](https://www.researchgate.net/profile/Emigdio-Larios-Gomez/publication/383413288_INVESTIGACIONES_MULTIDISCIPLINARIAS_EN_LAS_CIENCIAS_ADMINISTRATIVAS_JOVENES_INVESTIGADORES_MEXICO-COLOMBIA/links/66cbf360920e05672e504df6/INVESTIGACIONES-MULTIDISCIPLINARIAS-EN-LAS-CIENCIAS-ADMINISTRATIVAS-JOVENES-INVESTIGADORES-MEXICO-COLOMBIA.pdf#page=62)
- Andreu-Sánchez, Celia, Aroa Contreras-Gracia y Miguel Ángel Martín-Pascual. (2014). "Situación del neuromarketing en España". *Profesional de la información*, 23(2), pp. 151-157. <https://doi.org/10.3145/epi.2014.mar.07>
- Aroca, Belén. (2023). "Conceptos, fundamentos y herramientas de neurociencia y su aplicación al billete". *Documentos Ocasionales*, 2304, Banco de España. <https://doi.org/10.53479/29749>
- Arrufat-Martin, Sandro, Rainer Rubira-García y Paulino Archilla-García. (2024). "Marketing y neuromarketing aplicados al sector empresarial como objeto del campo académico de la comunicación en España: una aproximación a su estudio desde los libros como fuentes bibliográficas". *Revista de Ciencias de la Comunicación e Información*, 29, pp. 1-13. <https://doi.org/10.35742/rcci.2024.29.e291>
- Banco Central Europeo. (s. f.). *La estrategia de efectivo del Eurosistema*. [https://www.ecb.europa.eu/euro/cash\\_strategy/html/index.es.html](https://www.ecb.europa.eu/euro/cash_strategy/html/index.es.html)
- Banco Central Europeo. (s. f.). *Billetes: investigación y desarrollo*. <https://www.ecb.europa.eu/euro/banknotes/research/html/index.es.html>
- Banco Central Europeo. (2023). *El BCE publica un estudio sobre el impacto ambiental de los billetes en euros*. <https://www.ecb.europa.eu/press/pr/date/2023/html/ecb.pr231211-b630c711d2.es.html>
- Banco de España y LabLENI. (2022). *Neurocash, a new way of designing cash*. <https://www.bde.es/wbe/es/areas-actuacion/billetes-monedas/billetes-euros/contenido/investigacion-desarrollo/neurocash/neurocash--una-nueva-forma-de-disenar-el-efectivo.html>
- Banco de México. (2015a). *Estudio de neurociencia. Elementos de seguridad en los billetes*. <https://www.banxico.org.mx/billetes-y-monedas/d/%7B56F58040-22FF-6A53-0F59-9BBF366AD845%7D.pdf>
- Banco de México. (2015b). *Estudio de neurociencia. Percepción haptica y visual de los billetes*. <https://www.banxico.org.mx/billetes-y-monedas/d/%7B8A499D67-BC16-FCF5-1EE0-165D68B5312B%7D.pdf>
- Banknote Industry News. (2024). *Banknote Technology Report #10*. <https://www.banknote-industry-news.com/btr>
- Cenizo, Coral. (2022). "Neuromarketing: concepto, evolución histórica y retos". *Icono 14, Revista de comunicación y tecnologías emergentes*, 20(1). <https://doi.org/10.7195/ri14.v20i1.1784>
- Dodgson, Daniel B., y Jane E. Raymond. (2022). "Banknote authenticity is signalled by rapid neural responses". *Scientific reports*, 12(2076). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-05972-8>
- Duque-Hurtado, Pedro, Veronica Samboni-Rodriguez, Mariana Castro-Garcia, Luz-Alexandra Montoya-Restrepo y Ivan-Alonso Montoya-Restrepo. (2020). "Neuromarketing: Its current status and research perspectives". *Estudios Gerenciales*, 36(157), pp. 525-539. <https://doi.org/10.18046/j.estger.2020.157.3890>
- Fortunato, Vítor-Costa, Janaina de Moura Engracia Giraldi y Jorge-Henrique Caldeira. (2014). "A review of studies on Neuromarketing: Practical results, techniques, contributions and limitations". *Journal of Management Research*, 6(2), pp. 201-220. <https://doi.org/10.5296/jmr.v6i2.5446>
- Georgiadis, Kostas, Fotis P. Kalaganis, Vangelis P. Oikonomou, Spiros Nikolopoulos, Nikos A. Laskaris y Ioannis Kompatsiaris. (2022). "NeuMark: A Riemannian EEG analysis framework for Neuromarketing". *Brain Informatics*, 9(22). <https://doi.org/10.1186/s40708-022-00171-7>
- Giuliani, Felice, Valerio Manippa, Alfredo Brancucci, Riccardo Palumbo, Luca Tommasi y Davide Pietroni. (2021). "How emotional is a banknote? The affective basis of money perception". *Psychological Research*, 85(8), pp. 3010-3025. <https://doi.org/10.1007/s00426-020-01457-3>

- Iloka, Benneth-Chiemelie, y Kenechi-John Onyeke. (2020). "Neuromarketing: a historical review". *Neuroscience Research Notes*, 3(3), pp. 27-35. <https://doi.org/10.31117/neuroscirn.v3i3.54>
- Khondakar, Md. Fazlul, Md. Hasib Sarowar, Mehdi Hasan Chowdhury, Sumit Majumder, Md. Azad Hossain, M. Ali Akber Dewan y Quazi Delwar Hossain. (2024). "A systematic review on EEG-based Neuromarketing: recent trends and analyzing techniques". *Brain Informatics*, 11(17). <https://doi.org/10.1186/s40708-024-00229-8>
- Lepecq, Guillaume, y Petteri Lillberg. (2021). "El futuro del efectivo". *CashEssentials*. [https://cashessentials.org/app/uploads/2021/02/210303-FutureOfCash\\_Paper\\_Low-res\\_ESES.pdf](https://cashessentials.org/app/uploads/2021/02/210303-FutureOfCash_Paper_Low-res_ESES.pdf)
- Lepecq, Guillaume, y Petteri Lillberg. (2023). "The Role of Cash in the Future Monetary Landscape". *CashEssentials*. <https://cashessentials.org/app/uploads/2023/02/CE-Future-Monetary-Landscape-report-2023-VF.pdf>
- López, Adrián. (2023). "Inteligencia artificial aplicada al control de calidad en la producción de billetes". Documentos Ocasionales, 2303, Banco de España. <https://www.bde.es/f/webbde/SES/Secciones/Publicaciones/PublicacionesSeriadas/DocumentosOcasionales/23/Fich/do2303.pdf>
- López, Mikel. (2015). "Neuromarketing: La revolución de las emociones". *Investigación y marketing*, 129, pp. 24-27. [https://www.clustercomunicacion.gal/download/marketing/Neuromarketing\\_a\\_revolucion\\_das\\_emocions.pdf](https://www.clustercomunicacion.gal/download/marketing/Neuromarketing_a_revolucion_das_emocions.pdf)
- Manippa, Valerio, Felice Giuliani, Alfredo Brancucci, Luca Tommasi, Riccardo Palumbo y Davide Pietroni. (2021). "Affective perception of Euro banknotes: cognitive factors and interindividual differences". *Psychological Research*, 85(1), pp. 121-132. <https://doi.org/10.1007/s00426-019-01240-z>
- Mansor, Aida, y Salmi Isa. (2020). "Fundamentals of neuromarketing: What is it all about?". *Neuroscience Research Notes*, 3(4), pp. 22-28. <https://doi.org/10.31117/neuroscirn.v3i4.58>
- Muñoz, Mauricio. (2015). "Conceptualización del neuromarketing: su relación con el mix de marketing y el comportamiento del consumidor". *RAN: Revista Academia y Negocios*, 1(2), pp. 91-104. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/oaiaart?codigo=6599122>
- Naranjo, Pablo. (2015). "Introducción al Neuromarketing". *ACADEMO Revista de investigación en ciencias sociales y humanidades*, 2(2). <https://revistacientifica.uamericana.edu.py/index.php/academo/article/view/24>
- Ojedo, Fernando, y Pedro Macizo. (2023). "The value of banknotes: relevance of size, colour and design". *Psychological research*, 87(6), pp. 1944-1952. <https://doi.org/10.1007/s00426-022-01764-x>
- Olivar, Neiro. (2023). "El Neuromarketing: fundamentos, técnicas, ventajas y limitaciones". *RAN: Revista Academia y Negocios*, 9(1), pp. 13-28. <https://doi.org/10.29393/RAN9-2NFNO10002>
- Orlando, Sergio, y Karem-Tatiana Suárez. (2018). "Tendencias de investigación en Neuromarketing". *Cuadernos Latinoamericanos de Administración*, 14(27). <https://doi.org/10.18270/cuaderlam.v14i27.2654>
- Ortuño, Rubén, José M. Sánchez, Diego Álvarez, Miguel López y Fernando León. (2020). "Neurometrics applied to banknote and security features design". Documentos Ocasionales, 2008, Banco de España. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3584274>
- Pinzón, Luis-Enrique, y Layla-Yasmina Viteri. (2021). "El Neuromarketing en la actualidad, ventajas e influencia en los consumidores". *E-IDEA Journal of Business Sciences*, 3(12), pp. 50-66. <https://doi.org/10.53734/eidea.vol3.id104>
- Rawnaque, Ferdousi-Sabera, Khandoker Mahmudur Rahman, Syed Ferhat Anwar, Ravi Vaidyanathan, Tom Chau, Farhana Sarker y Khondaker Abdullah Al Mamun. (2020). "Technological advancements and opportunities in Neuromarketing: a systematic review". *Brain Informatics*, 7, pp. 1-19. <https://doi.org/10.1186/s40708-020-00109-x>
- Ríos, Luz-Daniela. (2020). "Del marketing al neuromarketing". *Soy Comunidad Campo Y Ciudad*, 7(12), pp. 43-46. <https://dicyt.uajms.edu.bo/revistas/index.php/soycomunidad/article/view/1>
- Salas, Hugo J. (2018). "Neuromarketing: Explorando la mente del consumidor". *Revista Científica de la UCSA*, 5(2), pp. 36-44. [https://doi.org/10.18004/ucsa/2409-8752/2018.005\(02\)036-044](https://doi.org/10.18004/ucsa/2409-8752/2018.005(02)036-044)
- Varón, Alexander, Pedro-Juan Martín y Lizeth-Carolina Zapata. (2023). "Neuromarketing: entre la emoción y la razón". *Revista Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión*, 31(2), pp. 9-20. <https://doi.org/10.18359/rfce.5785>
- Vásquez-Patiño, Leydi-Fernanda, y Gladys-Elena Rueda-Barrios. (2019). "El neuromarketing como estrategia de persuasión del consumidor: evolución teórica". *Revista Espacios*, 40(01). <https://www.revistaespacios.com/a19v40n01/19400125.html>
- Vega, Oscar. (2016). "Neuromarketing y la ética en la investigación de mercados". *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias*, V(16), pp. 69-82. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=215048805006>

## PUBLICACIONES DEL BANCO DE ESPAÑA

### DOCUMENTOS OCASIONALES

- 2411 JOSÉ MANUEL CARBÓ, HOSSEIN JAHANSHAHLOO y JOSÉ CARLOS PIQUERAS: Análisis de fuentes de datos para seguir la evolución de Bitcoin.
- 2412 IVÁN KATARYNIUK, RAQUEL LORENZO ALONSO, ENRIQUE MARTÍNEZ CASILLAS y JACOPO TIMINI: An extended Debt Sustainability Analysis framework for Latin American economies.
- 2413 ENCUESTA FINANCIERA DE LAS FAMILIAS (EFF) 2022: métodos, resultados y cambios desde 2020.
- 2414 ÁNGEL ESTRADA, CARLOS PÉREZ MONTES, JORGE ABAD, CARMEN BROTO, ESTHER CÁCERES, ALEJANDRO FERRER, JORGE GALÁN, GERGELY GANICS, JAVIER GARCÍA VILLASUR, SAMUEL HURTADO, NADIA LAVÍN, JOËL MARBET, ENRIC MARTORELL, DAVID MARTÍNEZ-MIERA, ANA MOLINA, IRENE PABLOS y GABRIEL PÉREZ-QUIRÓS: Análisis de los riesgos sistémicos cíclicos en España y de su mitigación mediante requerimientos de capital bancario contracíclicos. (Existe una versión en inglés con el mismo número).
- 2415 CONCEPCIÓN FERNÁNDEZ ZAMANILLO y LUNA AZAHARA ROMO GONZÁLEZ: Facilitadores de la innovación 2.0: impulsando la innovación financiera en la era fintech.
- 2416 JAMES COSTAIN y ANTON NAKOV: Models of price setting and inflation dynamics.
- 2417 ARTURO PABLO MACÍAS FERNÁNDEZ E IGNACIO DE LA PEÑA LEAL: Sensibilidad a los tipos de interés soberanos de la cartera de colateral elegible para los préstamos de política monetaria.
- 2418 ANTONIO F. AMORES, HENRIQUE BASSO, JOHANNES SIMEON BISCHL, PAOLA DE AGOSTINI, SILVIA DE POLI, EMANUELE DICARLO, MARÍA FLEVOTOMOU, MAXIMILIAN FREIER, SOFÍA MAIER, ESTEBAN GARCÍA-MIRALLES, MYROSLAV PIDKUYKO, MATTIA RICCI and SARA RISCADO: Inflation, fiscal policy and inequality. The distributional impact of fiscal measures to compensate for consumer inflation.
- 2419 LUIS ÁNGEL MAZA: Una reflexión sobre los umbrales cuantitativos en los modelos de depósito de las cuentas anuales y su posible impacto en el tamaño empresarial en España.
- 2420 MARIO ALLOZA, JORGE MARTÍNEZ, JUAN ROJAS y IACOPO VAROTTO: La dinámica de la deuda pública: una perspectiva estocástica aplicada al caso español. (Existe una versión en inglés con el mismo número).
- 2421 NOEMÍ LÓPEZ CHAMORRO: El camino hacia la supremacía cuántica: oportunidades y desafíos en el ámbito financiero, la nueva generación de criptografía resiliente.
- 2422 SOFÍA BALLADARES y ESTEBAN GARCÍA-MIRALLES: progresividad en frío: el impacto heterogéneo de la inflación sobre la recaudación por IRPF. (Existe una versión en inglés con el mismo número).
- 2423 JULIO ORTEGA CARRILLO y ROBERTO RAMOS: Estimaciones paramétricas del impuesto sobre la renta en 2019. (Existe una versión en inglés con el mismo número).
- 2424 PILAR L'HOTELLERIE-FALLOIS, MARTA MANRIQUE y DANilo BIANCO: Las políticas de la UE para la transición verde, 2019-2024. (Existe una versión en inglés con el mismo número).
- 2425 CATERINA CARVALHO-MACHADO, SABINA DE LA CAL, LAURA HOSPIDO, SARA IZQUIERDO, MARGARITA MACHELETT, MYROSLAV PIDKUYKO y ERNESTO VILLANUEVA: The Survey of Financial Competences: description and methods of the 2021 wave.
- 2426 MARINA DIAKONOVA, CORINNA GHIRELLI y JUAN QUIÑÓNEZ: Economic Policy Uncertainty in Central America and the Dominican Republic.
- 2427 CONCEPCIÓN FERNÁNDEZ ZAMANILLO y CAROLINA TOLOBA GÓMEZ: Sandbox regulatorio español: impacto en los promotores de los proyectos monitorizados por el Banco de España.
- 2428 ANDRES ALONSO-ROBISCO, JOSE MANUEL CARBO, EMILY KORMANYOS y ELENA TRIEBSKORN: Houston, we have a problem: can satellite information bridge the climate-related data gap?
- 2429 ALEJANDRO FERNÁNDEZ CEREZO, BORJA FERNÁNDEZ-ROSILLO SAN ISIDRO y NATIVIDAD PÉREZ MARTÍN: La perspectiva regional de la Central de Balances del Banco de España. (Existe una versión en inglés con el mismo número).
- 2430 JOSE GONZÁLEZ MÍNGUEZ: El informe Letta: un conjunto de recetas para dinamizar la economía europea.
- 2431 MARIYA MELNYCHUK y JAVIER MENCÍA: A taxonomy of macro-financial risks and policies to address them.
- 2432 DMITRY KHMETSHIN, DAVID LÓPEZ RODRÍGUEZ y LUIS PÉREZ GARCÍA: El mercado del alquiler de vivienda residencial en España: evolución reciente, determinantes e indicadores de esfuerzo.
- 2433 ANDRÉS LAJER BARON, DAVID LÓPEZ RODRÍGUEZ y LUCIO SAN JUAN: El mercado de la vivienda residencial en España: evolución reciente y comparación internacional.
- 2434 CARLOS GONZÁLEZ PEDRAZ, ADRIAN VAN RIXTEL y ROBERTO PASCUAL GONZÁLEZ: Navigating the boom and bust of global SPACs.

- 2435 PATROCINIO TELLO-CASAS: El papel de China como acreedor financiero internacional.
- 2436 JOSÉ RAMÓN MARTÍNEZ RESANO: CBDCs, banknotes and bank deposits: the financial stability nexus.
- 2501 PEDRO DEL RÍO, PAULA SÁNCHEZ, MARÍA MÉNDEZ, ANTONIO MILLARUELO, SUSANA MORENO, MANUEL ROJO, JACOPO TIMINI y FRANCESCA VIANI: La ampliación de la Unión Europea hacia el este: situación e implicaciones para la economía española y la Unión Europea.
- 2502 BANCO DE ESPAÑA: La accesibilidad presencial a los servicios bancarios en España: informe de seguimiento 2024. (Existe una versión en inglés con el mismo número).
- 2503 ANDRÁS BORSOS, ADRIAN CARRO, ALDO GLIELMO, MARC HINTERSCHWEIGER, JAGODA KASZOWSKA-MOJSA and ARZU ULLUC: Agent-based modeling at central banks: recent developments and new challenges.
- 2504 ANDRES ALONSO-ROBISCO, ANDRES AZQUETA-GAVALDON, JOSE MANUEL CARBO, JOSE LUIS GONZALEZ, ANA ISABEL HERNAEZ, JOSE LUIS HERRERA, JORGE QUINTANA y JAVIER TARANCON: Empowering financial supervision: a SupTech experiment using machine learning in an early warning system.
- 2505 JÉSSICA GUEDES, DIEGO TORRES, PAULINO SÁNCHEZ-ESCRIBANO y JOSÉ BOYANO: Incertidumbre en el mercado de bonos: una propuesta para identificar sus narrativas con GDELT.
- 2506 LAURA JIMENA GONZÁLEZ GÓMEZ, FERNANDO LEÓN, JAIME GUIXERES PROVINCIALE, JOSÉ M. SÁNCHEZ y MARIANO ALCAÑIZ: Evolución de la investigación neurocientífica del efectivo: revisión y perspectivas actuales.
- 2507 LUIS FERNÁNDEZ LAFUERZA, IRENE ROIBÁS y RAQUEL VEGAS SÁNCHEZ: Indicadores de desequilibrios de precios del mercado inmobiliario comercial.
- 2508 PANA ALVES y OLIVIER HUBERT: ¿Influye la eficiencia energética en el precio de la vivienda en España?
- 2509 ALEJANDRO FERRER y ANA MOLINA: Interacción entre riesgo de liquidez y solvencia bancaria a través de los mecanismos de monetización de activos. (Existe una versión en inglés con el mismo número).
- 2510 ISABEL ALCALDE y PATRICIA STUPARIU: La educación financiera en edades tempranas. (Existe una versión en inglés con el mismo número).
- 2511 ALEJANDRO GONZÁLEZ FRAGA, AITOR LACUESTA GABARAIN, JOSÉ MARÍA LABEAGA AZCONA, MARÍA DE LOS LLANOS MATEA ROSA, SOLEDAD ROBLES ROMERO, MARÍA VALKOV LORENZO y SERGIO VELA ORTIZ: Estructura del mercado de electrolineras.
- 2512 FERNANDO ARRANZ GOZALO, CLARA I. GONZÁLEZ MARTÍNEZ y MERCEDES DE LUIS LÓPEZ: Activos soberanos e inversión sostenible y responsable: la importancia de las métricas climáticas. (Existe una versión en inglés con el mismo número).
- 2513 IRMA ALONSO-ÁLVAREZ y DANIEL SANTABÁRBARA: Decoding Structural Shocks in the Global Oil Market.
- 2514 JOSÉ MANUEL CARBÓ, CLAUDIA TOLEDO y ÁNGEL IVÁN MORENO: Hacia un diccionario panhispánico de sentimiento de la estabilidad financiera.
- 2515 IGNACIO FÉLEZ DE TORRES, CLARA I. GONZÁLEZ MARTÍNEZ y ELENA TRIEBSKORN: The puzzle of forward-looking climate transition risk metrics.
- 2516 MIGUEL GARCÍA-POSADA: Un análisis de los efectos de la introducción del procedimiento especial de insolvencias para microempresas sobre la propensión a concursar.
- 2517 ADRIAN VAN RIXTEL: Whatever it takes? Economic policymaking in China in the context of a possible deflationary spiral.
- 2518 PATRICIA STUPARIU y JUAN RAFAEL RUIZ: Suma de beneficios: educación, competencias matemáticas y competencias financieras. (Existe una versión en inglés con el mismo número).
- 2519 DAVID CUBERES, AITOR LACUESTA, MARÍA DE LOS LLANOS MATEA y DANIEL OTO-PERALÁS: El efecto de la regulación sobre el tamaño de las plantas fotovoltaicas.
- 2520 MARINA GARCÍA GIL y DMITRY KHMETSHIN: Ayudas directas de la línea COVID-19: los determinantes de la asignación y el efecto sobre el crédito bancario.
- 2521 LUCÍA CUADRO-SÁEZ, CORINNA GHIRELLI, MAXIMILIANO MORENO-LÓPEZ y JAVIER J. PÉREZ: Monitoring and forecasting food prices in the euro area.
- 2522 LAURA HOSPIDO, JÚLIA MARTÍ LLOBET y CARLOS SANZ: ¿Qué políticas son efectivas para reducir la exclusión social? Evaluación de cinco proyectos piloto de inclusión social a través de ensayos aleatorizados.
- 2523 MARIO ALLOZA, MARÍA ELENA CRISTÓBAL RODRÍGUEZ, JULIA GARCÍA-ROYO DÍAZ, BEATRIZ GONZÁLEZ, ALBERTO MARTÍN DEL CAMPO SOLA, ANE MARTÍN UGARTE, ENRIQUE MORAL-BENITO e IRENE PINILLA MELGAREJO: Diagnóstico y consecuencias económicas del grado de competencia en las licitaciones públicas.
- 2524 ADRIÁN CARRO, JORGE E. GALÁN, ENRIC MARTORELL y RAQUEL VEGAS: A literature review on ex-ante and ex-post analysis of the implications of borrower-based macroprudential measures.
- 2525 PAULA SEMPERE y RAQUEL PANTOJA: Efectivo y *neuromarketing*: Concepto, funciones y aplicación.