



Comunicar

Revista Científica de Comunicación y Educación
Media Education Research Journal

E-ISSN: 1988-3293 | ISSN: 1134-3478

PREPRINT

Recibido: 2016-12-30
Revisado: 2017-02-01
Aceptado: 2017-03-13



Código RECYT: 54722
Preprint: 2017-05-15
Publicación Final: 2017-07-01

DOI: <https://doi.org/10.3916/C52-2017-04>

El procesamiento cognitivo en una app educativa con electroencefalograma y «Eye Tracking»

The Cognitive Processing of an Educational App with EEG and «Eye Tracking»

Dr. Ubaldo Cuesta-Cambra

Catedrático de Comunicación Audiovisual y Publicidad, Director de la Cátedra de Comunicación y Salud y del Departamento CAVP II en la Universidad Complutense de Madrid (España)
(ucuestac@ucm.es) (<http://orcid.org/0000-0001-7023-7132>)

Dr. José-Ignacio Niño-González

Profesor Asociado en la Universidad Complutense de Madrid (España)
(josenino@ucm.es) (<http://orcid.org/0000-0001-6940-2399>)

Dr. José Rodríguez-Terceño

Profesor en ESERP Business School de Madrid (España) (joserodriguez@seeci.net)
(<http://orcid.org/0000-0003-2859-4181>)

Resumen

El empleo de apps en educación es cada vez más frecuente. Sin embargo, no se han estudiado suficientemente los mecanismos de atención y procesamiento de sus contenidos y sus consecuencias en el aprendizaje. El objetivo de este trabajo es analizar cómo se procesa y aprende la información y qué tipo de atención visual se le presta. También se investiga la posible existencia de diferencias de género. Sobre un total de 22 jóvenes se analizan las respuestas de «Eye Tracking» y electroencefalograma (EEG) frente a 15 estímulos de una app de educación en salud. También se analiza el recuerdo y agrado de los estímulos por parte de los sujetos. Las características de las imágenes son evaluadas por expertos. Los resultados indican que existe un patrón de actividad visual diferente entre hombres y mujeres el cual no incide sobre el recuerdo posterior. El recuerdo viene determinado por el valor emocional de la imagen y su simplicidad: las imágenes más complejas absorben más tiempo de fijación visual pero son recordadas menos. Las respuestas del EEG confirman la importancia del aspecto lúdico sobre el recuerdo. La conclusión es que la conducta frente a una app de este tipo se asemeja a la conducta de bajo compromiso propio de la publicidad.

Abstract

The use of apps in education is becoming more frequent. However, the mechanisms of attention and processing of their contents and their consequences in learning have not been sufficiently studied. The objective of this work is to analyze how information is processed and learned and how visual attention takes place. It also investigates the existence of gender differences. The responses to 15 images are analyzed using “Eye Tracking” and EEG in a sample of 22 young students. The recall and liking of the stimuli is also analyzed. The characteristics of the images are evaluated by experts. The results indicate that there is a different pattern of visual activity between men and women which does not affect subsequent recall. The recall is determined by



the emotional value of the image and its simplicity: more complex images demand more time of visual fixation but are less remembered. EEG responses confirm the importance of the playful component of the memory and low involvement processing. The conclusion is that the behavior against an app of this type resembles the low commitment behavior of advertising itself. Finally, some considerations for the app content design are proposed.

Palabras clave / Keywords

Neuromarketing, neurocomunicación, comunicación y salud, app, gamificación, eye tracking, atención.
Neuromarketing, neurocommunication, health communication, app, gamification, eye tracking, attention.

1. Introducción y estado de la cuestión

En este trabajo se pretende investigar cómo se produce el procesamiento cognitivo en una app educativa. Su objetivo es realizarlo mediante el empleo de las recientes técnicas que proporciona el Neuromarketing, concretamente el EEG (electroencefalograma) y el «Eye Tracking». De esta manera, este trabajo intenta también ayudar a sentar las bases del nuevo área de la neurocomunicación en cuanto área que surge del Neuromarketing pero posee características y objetivos propios. La neurociencia aplicada al estudio de la comunicación tiene orígenes muy recientes (Timoteo, 2007). Surge a partir de la evolución producida en el seno de la neurología, especialmente la rama aplicada a la neurobiología de la conducta, la cual intenta explicar la relación que existe entre los procesos neurológicos y sus manifestaciones conductuales. Aunque se olvida con frecuencia, los orígenes de este modelo se encuentran en la psicofisiología soviética, con los trabajos de Pavlov sobre los «reflejos condicionados» donde comienzan a establecerse las bases neuroanatómicas y funcionales que conectarán funcionalmente el cerebro y sus procesos con la conducta, tanto volitiva como automática o pre-consciente. Posteriormente, autores también soviéticos profundizaron en el descubrimiento de las bases funcionales del cerebro, proporcionando así las bases de la futura neurociencia. Destaca el discípulo de Vygotski, el neurólogo Alexander Luria autor de «El Cerebro en Acción» (1973) y «El cerebro y los procesos psíquicos» (1966). Actualmente la neurociencia es una disciplina que incorpora diferentes ciencias que tienen por objeto estudiar desde una perspectiva multidisciplinar la estructura y la organización funcional del sistema nervioso, particularmente del cerebro. A partir de la neurociencia y sus posteriores aplicaciones surge la neurociencia del consumidor y el Neuromarketing en cuanto disciplinas que combinan la psicología, la neurociencia y la economía para estudiar cómo las campañas de publicidad y marketing impactan en la mente de los potenciales consumidores (Lee, Broderick, & Chamberlain, 2007; Madan, 2010). El término Neuromarketing fue acuñado por primera vez en los años 80 por Ale Schmidts, premio Nobel y profesor del departamento de marketing de la Escuela de Administración de Rotterdam en Holanda (Ramsoy, 2015). El comportamiento humano está marcado por procesos operativos que se configuran por debajo del umbral de conciencia (Calvert & Brammer, 2012), por lo que profundizar en el plano del inconsciente y conocer qué lleva al consumidor a activar un proceso de conducta es vital para la toma de decisiones. Es evidente que la actividad del cerebro puede suministrar información que no es posible obtener a través de metodologías tradicionales de investigación como «focus groups», cuestionarios o entrevistas (Ariely & Berns, 2010). Hay que disponer de una metodología de investigación que permita alcanzar estos objetivos y entender el sistema cognitivo humano, por tanto, es necesario llegar directamente a analizar el cerebro humano (Le Doux 1996; Zaltman, 2003). El uso de metodologías que combinan simultáneamente técnicas de «Eye Tracking» con EEG se muestran pertinentes para obtener información fuera del rango de capacidades de las metodologías convencionales. La técnica biométrica «Eye Tracking» o técnica de seguimiento ocular, permite analizar los patrones de la atención visual en términos de fijaciones oculares ya que el movimiento de los ojos se identifica linealmente con la atención visual (Duchowski, 2013; Añaños-



Carrasco, 2015) y ofrece resultados sobre el impacto comunicativo respecto a las variables potencia, atracción y efectividad (Arbulú & del-Castillo, 2013). Existe sólida evidencia empírica que demuestra la relación entre los estímulos mostrados y las reacciones cerebrales medidas con EEG (Ohme & al., 2009). Todo ello permite pensar que estas metodologías, habitualmente empleadas en el área del Neuromarketing, pueden resultar de gran utilidad para el estudio de los fundamentos de la comunicación, constituyendo así el nuevo campo de la «neurocomunicación».

Por otro lado, las TIC están definiendo una nueva forma de comunicación en la que las audiencias digitales exigen contenidos interactivos capaces de adaptarse a un nuevo patrón de consumo mediático en el que el «smartphone» y las «tablets» ocupan un lugar preponderante. Estas audiencias digitales demandan contenidos que conecten con sus necesidades informativas, pero también de ocio, sociales y educativas. En este escenario, es fácil entender el auge de las apps. Según el «5º Informe Estado de las apps en España» presentado en 2014 por «The App Date», hay 23 millones activos de usuarios de apps, se descargan 3,8 millones de apps al día y hay una media de 39 apps instaladas por «smartphone» (Niño & Fernández, 2015). Uno de los sectores con más progresión es el sector de las aplicaciones para la salud. Este nuevo campo de actuación se identifica con los conceptos «eHealth» y «mHealth» y responden a la práctica de la medicina y la salud pública a través de dispositivos móviles. Las apps aplicadas en este ámbito son herramientas que permiten fomentar y desarrollar el cuidado y la prevención de la salud y su empleo en educación es cada vez más frecuente. Sin embargo, hasta el momento no se han estudiado suficientemente los mecanismos de atención y procesamiento de sus imágenes y de sus contenidos, así como la manera en la que estos procesos inciden sobre el aprendizaje.

El objetivo fundamental de este trabajo ha consistido en analizar algunos de los mecanismos cognitivos (como la atención y el recuerdo) que subyacen al procesamiento cognitivo de la comunicación. Más concretamente, se focaliza en el estudio de estos mecanismo tal y como se producen en el procesamiento de los contenidos (imágenes y textos) que se emplean habitualmente en determinadas apps, dado que, a pesar de su empleo creciente (especialmente entre los jóvenes), sus mecanismos de acción no han sido apenas estudiados experimentalmente. En esta investigación, nos hemos centrado en el estudio de las imágenes de una app de educación para la salud para jóvenes: la aplicación Viquiz. Esta aplicación emplea un procedimiento lúdico o de «gamification», en el marco de los denominados «serious games», en el contexto del modelo de la educación entretenida (edutainment). Se pretende analizar el procesamiento de imágenes y contenidos prototípicos de estas apps, empleando técnicas objetivas de investigación: el EEG y el «Eye Tracking», propias del área de la neurocomunicación. Adicionalmente se explorarán las diferencias de género en este campo, con el objetivo de conocer la posible existencia de patrones de conducta visual y cognitiva diferentes.

Como objetivo secundario, se busca aportar datos objetivos y empíricos que permitan a la comunidad académica avanzar en la construcción del área de la neurocomunicación, recuperando y adaptando técnicas y procedimientos propios del Neuromarketing a la ciencia de la comunicación y la educación. Existe un número muy limitado de trabajos de investigación que, aplicando las técnicas de la neurociencia y la psicofisiología, se plantea el estudio de los procesos cognitivos de la comunicación. En general, este tipo de trabajos se han centrado en aplicar al estudio de la eficacia de la comunicación (publicitaria, casi siempre) los resultados de las respuestas cerebrales, visuales, electrodérmicas, cardíacas, etc. De ahí sus orígenes como Neuromarketing. Sin embargo, en este trabajo, planteamos un enfoque diferente, en el cual el principal objetivo consiste en conocer los mecanismos que regulan las respuestas cognitivas frente a determinados estímulos. Además, estamos especialmente interesados en desarrollar este campo en el ámbito de la comunicación y la educación, más que en el ámbito de la publicidad y el marketing. Todo ello, además, en el contexto de las TIC, de especial importancia en los jóvenes, y más específicamente, de las apps de educación mediante gamificación. El empleo de las técnicas de neurocomunicación permitirá estudiar, con medidas objetivas, determinadas diferencias de género actualmente discutidas. Existe evidencia empírica que indica que las mujeres prestan, en general, más atención a la información sobre salud



que los hombres y también más interés por las TIC de salud (Cuesta & al., 2016), pero nunca se han tomado medidas objetivas de atención visual ni de diferencias en EEG en este sentido. En este contexto, las hipótesis planteadas en esta investigación han sido las siguientes:

- Hipótesis 1: Las mujeres mostrarán mayores puntuaciones en los índices de atención, agrado y recuerdo. Por otro lado, considerando los trabajos existentes sobre atención y percepción (Goldstein, 2005; Pinillos, 1975), a partir de los cuales se plantea que las figuras complejas requieren más tiempo para extraer el significado («prise of signification») se hipotetiza que:
- Hipótesis 2: Las imágenes de mayor complejidad requerirán mayor tiempo de análisis, lo que se traducirá en mayores tiempos de observación de la imagen (tiempo de fijación visual en msg).
- Finalmente, dado que se trata de una actividad lúdica propia del «edutainment», los sujetos se encontrarán en situación de «bajo compromiso cognitivo» lo que inducirá a un procesamiento de la información de tipo periférico (Petty & Cacioppo, 1983; Cuesta, 2006). El procesamiento periférico se caracteriza por extraer significados mediante rutas muy simples del procesamiento, mediante «atajos heurísticos». Por lo tanto, se hipotetiza que:
- Hipótesis 3: El recuerdo no estará vinculado a la complejidad del estímulo, sino a su capacidad de «appealing», es decir, de atracción más emocional que racional.

2. Material y métodos

Como estímulo se presentaron imágenes de la app Viquiz, que es una aplicación móvil para fomentar hábitos saludables a través de la ludificación o gamificación desarrollada por Wake App Health y ha contado con el apoyo y financiación de FECYT, la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, adscrita al Ministerio de Economía y Competitividad. Se trata de una aplicación estándar, de contrastada usabilidad, validada por el Ministerio. Está disponible en Google Play para dispositivos móviles con sistema operativo Android. Se puede descargar de forma gratuita a través del siguiente link: <http://bit.ly/1sX1db1>. Para la selección de las imágenes se empleó el siguiente criterio: la elección de todas las imágenes de «cabecera» o entrada en cada sección del juego.

Un total de 15 imágenes que permiten realizar un estudio del interés generado por cada pantalla, lo cual permite la comparación entre los diferentes tipos de imágenes. Entre estas 15 imágenes la primera de ellas se considera la imagen de entrada al juego (imagen «entra») y presenta la ventaja de ofrecer, dentro de la misma imagen, diferentes «áreas de interés» muy adecuadas para someterse al estudio mediante el empleo de la tecnología «Eye Tracking». Son un total de 9 «áreas de interés» (entra 1, entra 2, entra 3,...). Esta imagen con sus 9 áreas de interés (AI) puede verse en la Figura 1 (además en la figura se presentan los valores medios obtenidos por el «Eye Tracking»). Las imágenes de entrada fueron clasificadas por 2 jueces expertos en apps de «edutainment» con el fin de clasificarlas en función de 2 variables:

- Variable «complejidad de la imagen», en una escala tipo Likert de 0 a 7, siendo 0=nada compleja y 7=muy compleja, en función de la complejidad de lectura semionarrativa. Se realizó siguiendo el procedimiento de «acuerdo inter-jueces» habitual (Dubé, 2008). El coeficiente Cronbach de acuerdo fue del 100%.

- Variable «tipo de imagen», con valores dicotómicos en función de que en la imagen predominara una figura emotiva o un texto, siendo los valores 1=figura emotiva, 0=texto.

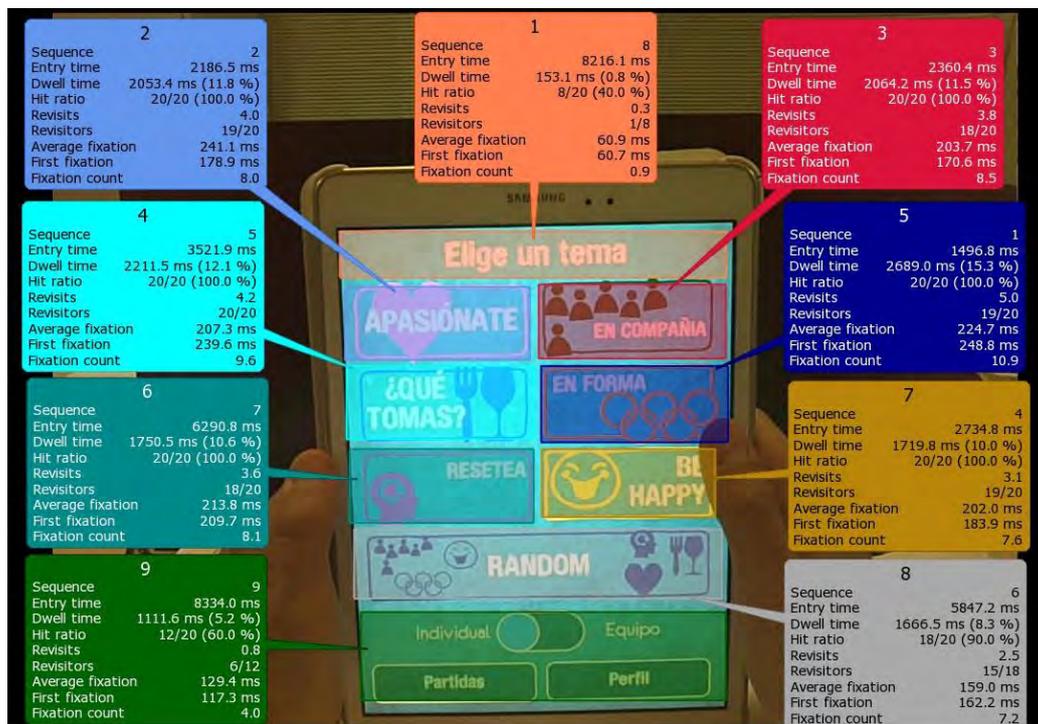


Figura 1. Imagen «entra» donde aparecen las 9 AI y los valores de «Eye Tracking» globales.

Como instrumento de medida se empleó el «Eye Tracker» modelo Tobii X60 (www.tobii.com). Para la depuración de datos y limpieza de ruidos se empleó el software utilizado por Fusión Comunicación basado en la metodología y software de SMIVision (www.smivision.com). Sobre esta tecnología, Blascheck, Kurzhals, Raschke, Burch, Weiskopf y Ertl (2014) realizaron una revisión del estado de la cuestión sobre su empleo y el análisis de datos con el «Eye Tracking». Tras la calibración inicial de cada sujeto se consigue un mínimo del 95% de los registros visuales. Para la monitorización del EEG se empleó la unidad «Emotiv EPOC». Se trata de una unidad de alta resolución para la monitorización y procesamiento de la señal eléctrica neuronal que monitoriza 14 canales de EEG. Los electrodos se distribuyen en la posición que se señala en la Figura 2 de acuerdo con las normas del «sistema internacional de colocación de electrodos» (Cacioppo, Tassinari, & Berntson, 2000). El registro de la señal se obtuvo de las regiones prefrontal, frontal, temporal, parietal y occipital. La señal de EEG fue registrada y grabada de manera continua durante la presentación de las imágenes en la pantalla.

El estudio se dividió en dos fases diferentes en cuanto al procedimiento. En la fase I se monitorizó con EEG y «Eye Tracking» a 22 sujetos, 11 hombres y 11 mujeres alumnos de la Facultad de Ciencias de la Información de Madrid (edad 19-21 años). Se empleó esta muestra considerando que la app analizada fue diseñada para un target juvenil con nivel socio-cultural medio-alto. Todos los sujetos acudieron voluntariamente y sin recibir créditos adicionales. Se les informó brevemente y de forma individual de la actividad a realizar, explicándoles que consistiría en visionar las imágenes de una app de salud que plantea un juego de competición pero que ellos no competirían, únicamente visionarían las pantallas. Como criterio de selección se marca que no conocieran la app previamente. Todos los sujetos son sometidos a idéntica situación experimental y visionan los mismos estímulos señalados anteriormente mientras son monitorizados. Se realiza así un estudio exploratorio con un diseño intra-sujetos y asignación de forma aleatoria a los distintos niveles de tratamiento experimental (secuencias de imagen). Los estímulos se presentaron de forma aleatoria y la aparición de cada uno de ellos se rotó también de forma aleatoria. Al finalizar la monitorización,



todos los sujetos cumplimentaron un cuestionario donde se les preguntó por las secciones o imágenes más interesantes para ellos (pregunta abierta) con el fin de medir la «saliencia» de las imágenes y detectar aquellas de especial impacto.

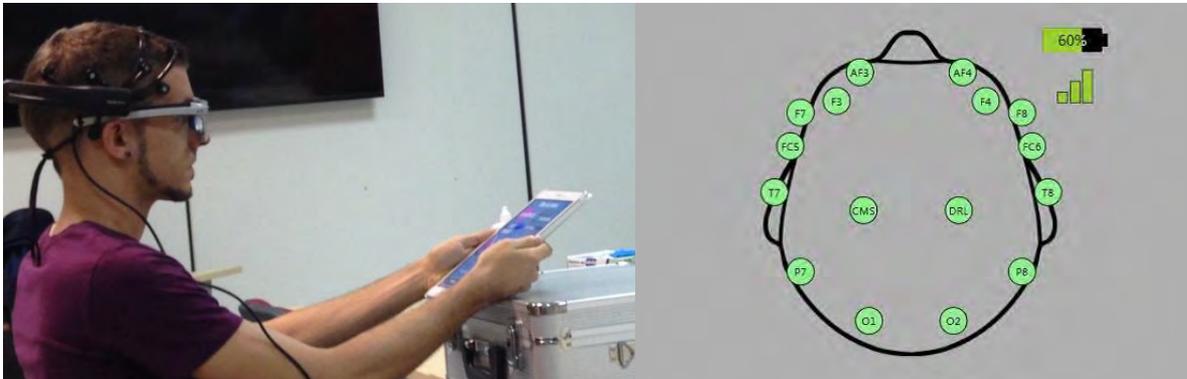


Figura 2. Monitorización simultánea con el EEG y el «Eye Tracking» y posición de los sensores del EEG.

Durante la fase II del estudio se presenta a los mismos sujetos un cuestionario de recuerdo una semana después de la fase I. Este intervalo de tiempo es suficiente para producir una «curva de olvido» que permita discriminar el recuerdo (Cuesta, 2006) aunque algunos autores han llegado a proponer hasta 3 semanas (Allende, 2010). Este cuestionario evalúa dos variables: a) Recuerdo: los sujetos describen las imágenes que recuerdan (se calcula así el porcentaje de recuerdo); b) Agrado: los sujetos deben valorar en una escala de 0 a 10 (escala tipo «liking») el agrado de la imagen.

Las variables dependientes fueron las siguientes: 1) Nivel de atención prestada a las imágenes evaluado a partir del «Eye Tracking» mediante los dos parámetros más comúnmente empleados en este tipo de investigaciones (Añaños, 2015): a) Duración de la fijación ocular (en msg); b) Número de fijaciones oculares; 2) Actividad cognitiva provocada por las imágenes según el EEG: a) Atención: dividida en corto plazo (instantánea) y largo plazo (minutos); b) Nivel de compromiso: concentración con el contenido de la imagen. Implicación: grado de esfuerzo cognitivo dedicado a la imagen; c) Agrado: nivel de emoción positiva que provoca la imagen; d) Recuerdo y agrado de las imágenes siete días después de la exposición a las mismas.

Como variable independiente actuaron: a) Las imágenes descritas; b) El género (hombre, mujer); c) Las Características de la imagen según la evaluación de los expertos: Complejidad de la imagen (escala Likert 0-7) y Tipo de imagen (1=emotiva, 0=texto).

3. Análisis y resultados

Como puede observarse en la Figura 3 de los mapas de calor (heat map), las fijaciones oculares se concentran en aquellos puntos de mayor interés para los sujetos. El análisis de estos puntos de fijación ocular constituye una medida objetiva de las áreas de interés perceptual de los sujetos. Sin embargo, la evidencia empírica disponible no es consistente respecto a qué indica exactamente esta atención prestada al estímulo (Ohme, Reykowska, Wiener, & Choromanska, 2009). Los mapas de calor resultan muy útiles cuando se desarrollan en el campo del Neuromarketing aplicado, con el objeto de detectar áreas de interés global por parte del consumidor. Por ejemplo, para detectar los puntos de fijación en un lineal de productos en una gran superficie. Sin embargo, se trata de una información cualitativa que no permite analizar con rigor empírico los procesos cognitivos (atención, activación, recuerdo, etc.) que subyacen a esa conducta.



Figura 3. «Heat map» del estímulo «entra».

Para analizar cualitativamente esta conducta cognitivo-perceptual, se definen las áreas de interés (AI) mediante el «Eye Tracking» tal y como se definió en el apartado método y se expuso en la figura 1. El registro de comportamiento visual (tiempo medio de fijación y número de fijaciones oculares) y el registro EEG se realizan simultáneamente sobre estas AI. Los datos cuantitativos obtenidos en ambos casos, junto con los datos obtenidos por los cuestionarios, son procesados con el programa SPSS S22.

Los resultados del «Eye Tracking» respecto a la hipótesis 1 (Las mujeres mostrarán mayores puntuaciones en los índices de atención, agrado y recuerdo) no confirman la hipótesis. La Tabla 1 muestra unos resultados contrarios a los esperados: las mujeres presentan una conducta ocular caracterizada por un mayor número de fijaciones (2.056 frente a 1.720 de los hombres), lo cual implica una mayor frecuencia de fijaciones por segundo (2,34 frente a 1,96 de los hombres) y unas fijaciones más rápidas (368 mgs frente a 459). Es decir, la conducta visual de las mujeres muestra un patrón más rápido de movimientos. Se trata de una conducta más «sacádica» visualmente que la de los hombres. Los movimientos sacádicos son los saltos rápidos e intermitentes en la posición del ojo para fijar un objeto en la visión foveal.



Tabla 1. Test de Kruskal Wallis (*p<.01)

Análisis de las fijaciones oculares y su duración en función del género	Hombres	Mujeres
Nº total de fijaciones	1.720	2056*
Frecuencia fijaciones por sg	1,96	2,34*
Tiempo total fijaciones (msg)	791.729	758.062*
Promedio de duración de cada fijación (msg)	459	368*

Es muy posible que estos resultados se deban a un patrón de conducta visual propio de las mujeres, con independencia del tipo de tarea al que se enfrentan. Aunque la conducta visual no ha sido apenas estudiada desde el punto de vista de las diferencias de género desde la óptica psicofisiológica, existen evidencias que apuntan hacia un comportamiento diferencial entre hombres y mujeres en este campo (Stemmler, 2005). Los resultados del EEG (Tabla 2) muestran que las mujeres arrojan mayores puntuaciones en la variable «agrado» respecto a los hombres, sin arrojar diferencias en el resto de las variables del EEG: atención (largo plazo y corto plazo), nivel de compromiso e implicación ($p < .055$). Sin embargo, este resultado se encontró únicamente en aquella imagen que demostró un recuerdo espontáneo en el cuestionario final (cuestionario de «saliencia» o impacto estimular) del 100% (valor medio de recuerdo espontáneo para total imágenes 37%) lo que permite suponer que se trataba de una imagen de especial impacto entre los sujetos, dado su alto valor respecto al valor medio de recuerdo y que fue la única con un 100% de recuerdo (imagen 14 de la cabecera de «conducta sexual», la imagen reflejaba un condón). Este resultado podría indicar que, frente a una imagen de elevado impacto (alta capacidad de impacto, en términos de Neuromarketing o publicitarios) el EEG arroja valores más elevados en la variable agrado especialmente entre el grupo de mujeres. La Tabla 2 muestra este resultado mediante un ANOVA realizado para las cinco variables dependientes del EEG (atención CP y LP, agrado, compromiso e implicación).

Tabla 2. ANOVA de la imagen «cabecera 14»

Variables: EEG (Atención CP y LA, Agrado, Compromiso e Implicación) y Género (Hombres, Mujeres)		Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	Sig.
I4_ATEN_LP	Entre grupos	12,525	1	12,525	1,073	,313
	Intragrupos	233,453	20	11,673		
	Total	245,978	21			
I4_AGRADO	Entre grupos	80,512	1	80,512	4,252	,055
	Intragrupos	321,925	17	18,937		
	Total	402,437	18			
I4_COMPROMISO	Entre grupos	,495	1	,495	,155	,698
	Intragrupos	63,980	20	3,199		
	Total	64,475	21			
I4_ATEN_CP	Entre grupos	28,865	1	28,865	2,064	,166
	Intragrupos	279,705	20	13,985		
	Total	308,571	21			
I4_IMPLICA	Entre grupos	,409	1	,409	,571	,459
	Intragrupos	14,325	20	,716		
	Total	14,735	21			

Un nuevo análisis de varianza realizado posteriormente del EEG de esta imagen de alto impacto (imagen 4-I4) frente a otra imagen de impacto medio (imagen 7-I7) indicó el siguiente patrón: Las variables del EEG compromiso, atención (LP y CP) e implicación muestran valores superiores ($p < .000$) frente a la variable agrado para la imagen de impacto medio mientras que el patrón se invierte para la imagen de alto nivel de impacto. Estos datos sugirieron la existencia de un posible



patrón de respuesta del EEG en este tipo de diseño experimental, lo cual nos llevó a realizar un análisis de la estructura factorial de las respuestas del EEG a la totalidad de los estímulos presentados. Se realizó un análisis factorial de componentes principales empleando una rotación Varimax. Los resultados se presentan en la Tabla 3.

Variables del EEG	Componente		
	1	2	3
COMPROMISO	,974	,126	,069
ATENCIÓN LP	,197	,944	,216
ATENCIÓN CP	,091	,956	,237
AGRADO	,114	,318	,941
IMPLICACIÓN	,969	,139	,101

Estos datos indican la aparición de tres factores en las respuestas del EEG:

- En el primer factor saturan las variables «compromiso» e «implicación». Podría representar un factor de «esfuerzo cognitivo», dado que tanto el compromiso como la implicación son variables tradicionalmente asociadas al esfuerzo que el sujeto está dispuesto a realizar a la hora de procesar una información.
- En el segundo factor saturan las variables «atención», tanto a corto como a largo plazo. Representaría el grado de «focalización o atención global» prestado por el sujeto.
- El tercer factor satura en la variable «agrado» y representa el valor de atracción del estímulo para los sujetos.

El análisis factorial del EEG parece indicar que la actividad cognitiva en este tipo de tareas de aprendizaje lúdico mediante app, se agrupan en tres áreas: a) esfuerzo cognitivo; b) atención; c) agrado. Los factores esfuerzo cognitivo y agrado no son totalmente ortogonales lo que permite proponer la siguiente idea: el EEG discrimina entre los sujetos básicamente dos actividades cognitivas: una vinculada al esfuerzo y atención y otra vinculada al agrado. La hipótesis 2 (las imágenes de mayor complejidad requerirán mayor tiempo de análisis, lo que se traducirá en mayores tiempos de observación de la imagen), fue analizada de forma conjunta con la hipótesis 3 (el recuerdo no estará vinculado a la complejidad del estímulo, sino a su capacidad de «appealing», es decir, de atracción, de tipo emocional más que racional) mediante una correlación de Pearson realizada entre todas las variables incluidas en las hipótesis: tiempo de visualización (fijación en msg de las áreas de interés), recuerdo y agrado (evaluado con cuestionario) y emotividad y complejidad de la imagen (definido por evaluadores externos con acuerdo inter-jueces). El análisis se realizó sobre las 9 áreas de interés (AE) de la figura «entra». Los resultados aparecen en la Tabla 4.



Tabla 4: Correlación de Pearson entre las variables de las hipótesis 2 y 3

Correlaciones		Tiempo	Recuerdo	Visitas	Agrado	Complejidad	Emotividad imagen
TIEMPO	Correlación de Pearson	1	-,744*	-,033	-,491	,775*	-,717
	Sig. (2-colas)		,090	,951	,323	,070	,108
RECUERDO	Correlación de Pearson	-,744*	1	-,227	,313	-,870**	,931***
	Sig. (2-colas)	,090		,665	,546	,024	,007
AGRADO	Correlación de Pearson	-,491	,313	-,638	1	-,527	,620
	Sig. (2-colas)	,323	,546	,173		,283	,189
COMPLEJIDAD DE LA IMAGEN	Correlación de Pearson	,775*	-,870**	,232	-,527	1	-,892**
	Sig. (2-colas)	,070	,024	,659	,283		,017
EMOTIVIDAD DE LA IMAGEN	Correlación de Pearson	-,717*	,931***	-,472	,620	-,892**	1
	Sig. (2-colas)	,091	,007	,344	,189	,017	

** La correlación es significativa al nivel 0.10 (2-colas).

** La correlación es significativa al nivel 0.05 (2-colas).

*** La correlación es significativa al nivel 0.01 (2-colas).

Estos resultados indican lo siguiente: a) Existe una correlación negativa estadísticamente significativa ($p < .024$) entre la variable recuerdo y complejidad de la imagen; b) Una correlación positiva entre recuerdo y emotividad de la imagen ($p < .007$); c) Una correlación negativa entre emotividad y complejidad ($p < .017$).

Por lo tanto la hipótesis 2 se confirma, pero, de forma marginal, apareciendo una tendencia en la dirección propuesta en la hipótesis pero su grado de significación es marginal ($p < .070$). En síntesis: las imágenes más complejas requieren más tiempo de fijación visual (marginamente significativo) pero son menos recordadas, mientras que las más emotivas lo son más. Quizá esto podría deberse al efecto «edutainment» o juego lúdico: la situación contextual lúdica provoca un estado de «bajo compromiso», propio del procesamiento periférico o procesamiento débil. De esta manera podría ocurrir que las imágenes más complejas se recuerden porque el sujeto no realiza el esfuerzo necesario para su almacenamiento mnésico. Esto también encajaría con el patrón de EEG encontrado en el análisis factorial: las imágenes con mayor impacto (saliencia) provocan mayor agrado según el EEG lo cual se vincularía a mayor recuerdo en esta situación de bajo compromiso. Algo similar ocurre con la hipótesis 3 que se confirma solo parcialmente: el recuerdo sí parece estar vinculado a la emotividad de la imagen ($p < .007$), pero no a su grado de «appealing» o impacto (medido con la escala de agrado que cumplimentan los sujetos). Sin embargo este resultado puede resultar muy congruente con la bibliografía actual sobre Neuromarketing (Ariely & Berns, 2010); es muy frecuente que estos autores citen como motivo de empleo de las medidas psicofísicas (como el EEG) en las investigaciones motivacionales de publicidad el hecho de que a veces no coinciden las respuestas verbalizadas por los sujetos con las emociones que realmente sienten (Khushaba & al., 2013).

4. Discusión y conclusiones

Los datos parecen avalar la existencia de una conducta visual que muestra un «modelo» diferente en mujeres frente a hombres: la conducta visual de las mujeres en este tipo de tareas parece caracterizarse por un patrón más «sacádico» que los hombres. Es decir, «viajan» a lo largo de las imágenes más rápidamente que los hombres realizando también más parpadeos y más breves que estos. Sin embargo, este patrón de conducta visual no deriva en un mayor aprendizaje (recuerdo) del estímulo, dado que no se encuentran diferencias estadísticamente significativas entre hombres



y mujeres en la variable de recuerdo. A través del análisis factorial del EEG se ha detectado un patrón de respuestas de tres factores: agrado, atención e involucración. En este patrón se vincularía la variable recuerdo con la variable impacto (saliencia del estímulo). En cambio, la complejidad del estímulo estaría más vinculada con la atención y con el grado de involucración con el estímulo dentro del patrón EEG: posiblemente aquellos estímulos más complejos exijan mayor atención por parte de los sujetos, lo que les obliga a involucrarse más en su análisis visual. Sin embargo, el hecho de que se involucren más y le dediquen más tiempo de visualización no hace que lo recuerden más seguramente debido a la situación de «bajo compromiso» (low involvement) que comporta un procesamiento periférico (Petty & Cacioppo, 1983). En este tipo de procesamiento son los estímulos más fáciles de percibir los que se memorizan mejor aunque, según el modelo de Elaboración Probable (ELM) también el aprendizaje sea más débil y se olvide antes (Petty & Cacioppo, 1981; Petty & Cacioppo, 1986). En la presente investigación se empleó únicamente una semana como intervalo de olvido, lo que no permite analizar la curva de olvido en relación con este punto.

En síntesis, los resultados de esta investigación pueden ser interpretados en el siguiente sentido: las mujeres muestran un patrón visual diferente al de los hombres (los cuales son menos «sacádicos»), pero este patrón diferencial no afecta al recuerdo posterior de los estímulos visualizados. El recuerdo inmediato (impacto) aparece vinculado a las variables del estímulo emotividad ($p < .007$) y no-complejidad ($p < .024$), dado que el recuerdo correlaciona negativamente con complejidad del estímulo. Coherente con esta idea, los datos arrojan una correlación entre el tiempo dedicado al estímulo y su complejidad ($p < .070$) y negativa entre tiempo y recuerdo ($p < .090$). Es decir: dedican más tiempo a visualizar elementos más complejos para extraer el sentido pero no los memorizan mejor, porque la memorización depende de la emotividad del estímulo. También coherentemente con este resultado, el EEG muestra que son el patrón de ondas cerebrales clasificadas como agrado (por el análisis factorial) las que mejor predicen el recuerdo. El fenómeno es similar al que aparece en la recepción publicitaria: la publicidad más eficaz es la más simple y la que moviliza los aspectos afectivos/valorativos del espectador (de la audiencia o el target), no la más racional. En 1965, Krugman llamó a este fenómeno «aprendizaje sin atención» al hablar de las audiencias pasivas o de bajo compromiso (low involvement). Posteriormente, Krugman (1971; 1980) intentó validar su teoría mediante el análisis del EEG durante el visionado de la publicidad en TV, convirtiéndose así en pionero de las actuales técnicas del Neuromarketing.

Los datos son lo suficientemente significativos como para recomendar a los desarrolladores que en este tipo de apps los diseños de los contenidos sean emotivos y de baja complejidad. Para conseguir mayor aprendizaje, es necesario que los contenidos incidan en el aspecto lúdico de la actividad evitando contenidos complejos que a pesar de captar la atención de los sujetos son posteriormente peor recordados. Por otro lado, los datos expuestos indican la necesidad de ser prudentes con la aplicación de las técnicas de neurocomunicación a la investigación académica. Los datos indican que el hecho de que los sujetos centren su visión en determinadas áreas de interés no implica que haya mayor atención activa que conduzca a un mayor recuerdo. Estos resultados concuerdan con otras investigaciones realizadas con «Eye Tracking» sobre la usabilidad en herramientas 2.0 en la cual se comprobó que las medidas de atención mediante «Eye Tracking» y de recuerdo autoinformado diferían en sí.

En la famosa «Hipótesis fuerte ojo-mente» de Just y Carpenter (1976a; 1976b) se especificaba que no se producía un retraso apreciable entre lo que una persona fija en su mirada y lo que se procesa, así que cuando una persona mira una palabra o un objeto, también procesa cognitivamente esa palabra u objeto durante exactamente el tiempo que la fijación ocular permanece. Esta hipótesis supuso un importante impulso a los estudios de «Eye Tracking». Previamente ya algunos autores habían postulado la relación entre la atención y la fijación ocular, especificando que la dirección de la mirada estaba vinculada al foco de atención, proporcionando así un mecanismo para filtrar la información recibida por un organismo (Deutsch & Deutsch, 1963; Posner & Peterson, 1990; Treisman, 1964). Sin embargo, esta hipótesis ha sido puesta en duda con cierta frecuencia dado que la



investigación moderna ha demostrado sistemáticamente que los cambios de atención sin movimiento ocular ocurren con cierta frecuencia (Posner, 1980) y tan pronto como la atención se mueve a una nueva posición los ojos pueden realizar diferentes tipos de fijaciones, no siempre vinculados al estímulo que ha captado la atención inicialmente (Hoffman, 1998).

Las preguntas que surgen son evidentes: ¿qué características evocan cambios de atención a estímulos específicos?, ¿cuál es la naturaleza de los procesos emocionales y motivacionales que subyacen a la atención visual?

Las limitaciones de este estudio hacen referencia al tamaño de la muestra así como a su composición. Otra limitación ha sido el empleo de imágenes específicas de la app Viquiz. En futuras investigaciones será necesario ampliar la muestra para analizar el comportamiento de sujetos adultos y mayores. Ello permitirá conocer si los resultados encontrados dependen del aprendizaje o se trata más bien de principios cognitivos básicos. Los sujetos jóvenes (19-21 años) demuestran una conducta particular cuando se enfrentan a tareas de gamificación empleando apps. Parece ser que estos nativos digitales han desarrollado patrones específicos de conducta en estos entornos audiovisuales (Payne, 2014). También podría ocurrir, como ha demostrado Añaños (2015), que los mayores no modifiquen sus procesos de atención pero sí los de procesamiento de la información, por lo que su conducta en este tipo de apps podría ser diferente. Sería necesario ampliar la muestra de estímulo a emplear, dentro del ámbito de las apps de «juego serio» pero ampliando la composición de los estímulos. También deberá estudiarse la conducta en situaciones de alto/bajo compromiso de los sujetos (manipulando el compromiso mediante instrucciones, por ejemplo) y también ampliando el intervalo de olvido más allá de una semana.

Apoys

Investigación parcialmente financiada por la Cátedra de Comunicación y Salud de la UCM (CyS-UCM) (INV 11/2016).

Referencias

- Allende, V.S. (2010). La publicidad emocional e informativa y su relación con el recuerdo en la población de adolescentes. Universidad Siglo 21, Repositorio Institucional. (<https://goo.gl/vjxuJD>) (2016-09-22).
- Añaños-Carrasco, E. (2015). La tecnología del «Eyetracker» en adultos mayores: cómo se atienden y procesan los contenidos integrados de televisión. [Eyetracker Technology in Elderly People: How Integrated Television Content is Paid Attention to and Processed]. *Comunicar*, 45(XXIII), 75-83. <https://doi.org/10.3916/C45-2015-08>
- Arbulú, M.F., & Del-Castillo, A. (2013). Potenciando el alcance del análisis publicitario con la técnica del eye-tracking: desarrollo de un software para la evaluación del impacto publicitario. *Redmarka*, 11(2), 125-136. (<https://goo.gl/aPGnRb>) (2016-09-28).
- Ariely, D., & Berns, G.S. (2010). Neuromarketing: The Hope and Hype of Neuroimaging in Business. *Nature Reviews Neuroscience*, 11, 284-292. <https://doi.org/10.1038/nrn2795>.
- Cacioppo, J., Tassinary, L.G., & Berntson, G.G. (2000). *Handbook of Psychophysiology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Calvert, G.A., & Brammer, M.J. (2012). Predicting Consumer Behavior: Using Novel Mind-reading Approaches. *IEEE Pulse*, 3(3), 38-41. <https://doi.org/10.1109/MPUL.2012.2189167>
- Cuesta, U. (2006). *Psicología social de la comunicación*. Madrid: Cátedra.
- Cuesta, U., & al. (2016). *Comunicación y Salud*. Madrid: Dextra.
- Deutsch, J.A., & Deutsch, D. (1963). Attention: Some Theoretical Considerations. *Psychological Review*, 70, 80-90. <https://doi.org/10.1037/h0039515>
- Dubé, J.E. (2008). Evaluación del acuerdo interjueces en investigación clínica. Breve introducción a la confiabilidad interjueces. *Revista Argentina de Clínica Psicológica*, XVII(1), 75-80. (<https://goo.gl/XyCNZD>) (2016-10-6).
- Duchowski, A. (2013). *Eye Tracking Methodology: Theory and Practice*. London: Springer-Verlag.
- Goldstein, E.B. (2005). *Sensation and Perception*. Belmont: Wadsworth & Cengage.



- Hoffman, J.E. (1998). Visual Attention and Eye Movements. In Pashler, H. (Ed.). *Attention* (pp. 119-154). Philadelphia: Taylor & Francis Press.
- Just, M.A., & Carpenter, P.A. (1976b). The Role of Eye-Fixation Research in Cognitive Psychology. *Behavior Research Methods and Instrumentation*, 8, 139-43. <https://doi.org/10.3758/BF03201761>.
- Just, M.A., & Carpenter, P.A. (1976a). Eye Fixations and Cognitive Processes. *Cognitive Psychology*, 8, 441-80. (<https://goo.gl/ONjT9U>) (2016-10-9).
- Khushaba, R.N., Wise, C., Kodagoda, S., Louviere, J., Kahn, B.E., & Townsend, C. (2013). Consumer Neuroscience: Assessing the Brain Response to Marketing Stimuli Using Electroencephalogram (EEG) and Eye Tracking. *Expert Systems with Applications*, 40(9), 3803-3812. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.12.095>
- Krugman, H.E. (1965). The Impact of Television Advertising: Learning without Involvement. *Public Opinion Quarterly*, 30, 349-356. <https://doi.org/10.1086/267335>
- Krugman, H.E. (1971). Brain Wave Measures of Media Involvement. *Journal of Advertising Research*, 11(1), 3-9. (<https://goo.gl/t9KUKd>) (2016-10-25).
- Krugman, H.E. (1980). Sustained Viewing of Television. *Journal of Advertising Research*, 20(3), 65-68. (<https://goo.gl/t9KUKd>) (2016-11-7).
- LeDoux, J.E. (1996). *The Emotional Brain*. Nueva York: Simon & Schuster.
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2006.03.007>
- Luria, A.R. (1966). *Human Brain and Psychological Processes*. Nueva York: Harper & Row.
- Luria, A.R. (1973). *The Working Brain*. Nueva York: Basic Books.
- Madan, C.R. (2010). Neuromarketing: The Next Step in Market Research? *Eureka*, 1(1), 34-42. (<https://goo.gl/pba81H>) (2016-11-14).
- Niño, J.I., & Fernández, B. (2015). Comunicación, Salud y Tecnología: mHealth. *Revista de Comunicación y Salud*, 5, 144-153. (<https://goo.gl/o9L7U9>) (2016-11-17).
- Ohme, R., Reykowska, D., Wiener, D., & Choromanska, A. (2009). Analysis of Neurophysiological Reactions to Advertising Stimuli by Means of EEG and Galvanic Skin Response Measures. *Journal of Neuroscience, Psychology and Economics*, 2(1), 21-31. <https://doi.org/10.1037/a0015462>
- Payne, R. (2014). Eye Tracking to Establish a Hierarchy of Attention with an Online Fashion Video. Shapeshifting Conference. Conference by Auckland University of Technology. Nueva Zelanda.
- Petty, R., & Cacioppo, J. (1981). *Attitudes and persuasion. Classic and Contemporary Approaches*. Dubuque: Wm. C. Brown.
- Petty, R., & Cacioppo, J. (1986). The Elaboration Likelihood Model of Persuasion. In L. Berkowitz (Ed.), *Advances in Experimental Social Psychology*, 19, 123-205. Nueva York: Academic Press.
- Petty, R. Cacioppo, J., & Schumann, D. (1983). Central and Peripheral Routes to Advertising Effectiveness: The Moderating Role of Involvement. *Journal of Consumer Research*, 10(2), 135-146. (<https://goo.gl/WIUdCb>) (2016-11-29).
- Pinillos, J.L. (1975). *Principios de Psicología*. Madrid: Alianza.
- Posner, M.I., & Petersen, S.E. (1990). The Attention System of the Human Brain. *Annual Review of Neuroscience*, 13, 25-42. <https://doi.org/10.1146/annurev.ne.13.030190.000325>
- Posner, M.I. (1980). Orienting of Attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32, 3-25. <https://doi.org/10.1080/0033558008248231>
- Ramsøy, T.Z. (2015). *Introduction to Neuromarketing & Consumer Neuroscience*. Copenhagen: Neurons Inc.
- Stemmler, G. (2005). *Differential Psychophysiology: Person in Situations*. New York: Springer-Verlag.
- Timoteo, J. (2007). Neurocomunicación. Propuesta para una revisión de los fundamentos teóricos de la comunicación y sus aplicaciones industriales y sociales. *Mediaciones Sociales*, 1, 355-386. (<https://goo.gl/NSMD8Q>) (2016-12-13).
- Treisman, A. (1964). Selective Attention in Man. *British Medical Bulletin*, 20, 12-16. (<https://goo.gl/z3JsnO>).
- Zaltman, G. (2003). *How Consumers Think*. Boston: Harvard Business School Press.