METHODOLOGIE FOR ASSESSING THE PERCEPTION OF A PRODUCT FROM ITS PRESENTATION THROUGH DIFFERENT DISPLAY DEVICES

Felip, Francisco; Mulet, Elena; Galán, Julia; Royo, Marta
Universitat Jaume I

Product presentation from different devices is an important stage in all industrial design processes. On the one hand, it is a way to bring and publicize the benefits of the finished product to the consumer, either in person or remotely, as in the case of e-retailing. On the other hand, in the intermediate stages of conceptualization and formal definition it helps the designer to verify that the product in development meets the expectations of the user. Knowing the impressions and feelings that this first contact with the product causes on the user, even when it is not yet in production, it is vital for redirecting the design process and avoid prematurely falling into the wrong approach.
This paper describes all the conditions and factors to conduct a comparative study of suitability between two display technologies for presenting a product to the user: TFT display and autostereoscopic display, considering two presentation formats: static images and animations, and considering two different user roles: passive or active, to establish some kind of interaction with content.

Keywords: Product presentation; autostereoscopic display; TFT display; user

METODOLOGÍA PARA EVALUAR LA PERCEPCIÓN DE UN PRODUCTO DESDE SU PRESENTACIÓN A TRAVÉS DE DIFERENTES DISPOSITIVOS DE VISUALIZACIÓN

La presentación de productos desde diferentes dispositivos es una etapa importante en todo proceso de diseño industrial. Por un lado, es una forma de acercar y dar a conocer las prestaciones del producto ya terminado al consumidor, ya sea presencialmente o a distancia, como en el caso del e-retailing. Por otro, en las etapas intermedias de conceptualización y definición formal ayuda al diseñador a comprobar que el producto en proceso de desarrollo cumple con las expectativas que el usuario espera. Conocer las impresiones y sensaciones que causa en el usuario este primer contacto con el producto, aún cuando no está en fase de producción, resulta de vital importancia para redirigir el proceso de diseño y evitar de forma prematura caer en un enfoque erróneo.
El presente artículo describe todos aquellos factores y condiciones a tener en cuenta para realizar un estudio comparativo de idoneidad entre dos tecnologías de visualización para presentar un producto al usuario: pantalla TFT y pantalla autoestereoscópica, teniendo en cuenta dos formas de presentación: imágenes estáticas y animaciones, y considerando dos roles diferentes en el usuario: pasivo o activo, al establecer algún tipo de interacción con el contenido.

Palabras clave: Presentación de productos; pantalla autoestereoscópica; pantalla TFT; usuario

Correspondencia: Francisco Felip - ffelip@esid.uji.es

Agradecimientos: Este trabajo se ha realizado con la ayuda de los proyectos “El arte y el diseño en la nueva sociedad digital”, con código P1-1B2015-30, financiado por la Universitat Jaume I y “Avances en contenido digital para juegos serios” TIN2013-47276-C6-6-R, financiado por el MINECO.

1. Introducción

Vivimos en una realidad en la que la naturaleza de la comunicación ha adquirido un fuerte carácter visual en prácticamente todos los ámbitos. La democratización de nuevos dispositivos electrónicos de visualización en espacios tanto públicos (marquesinas interactivas, pantallas de gran formato, instalaciones media-façade) como privados (teléfonos móviles inteligentes, tablets, PDAs) ha expandido el universo gráfico propiciando la aparición de nuevos lenguajes visuales, al tiempo que ha transformado la naturaleza y carácter de los mensajes que antes llegaban por canales mucho más limitados en opciones, tales como los soportes impresos o la TV doméstica convencional. Todo ello ha ido cambiando paulatinamente la forma que tiene el usuario de percibir la información e interactuar con ella. En consecuencia, conocer el funcionamiento y las posibilidades de visualización de los nuevos dispositivos resulta de gran ayuda en la elaboración de contenidos, con el fin de presentar productos comunicando más eficazmente sus cualidades y obteniendo un feedback por parte del usuario potencial.

1.1 La presentación visual de productos

En el ámbito del diseño y desarrollo de productos, al igual que en muchas otras ramas de la ingeniería y arquitectura, saber presentar un producto de forma efectiva resulta fundamental. Por un lado, es una forma de acercar y dar a conocer las prestaciones del producto ya terminado al consumidor, ya sea presencialmente a través de una imagen o maqueta física, o a distancia, a través de internet y de una pantalla. Por otro, en las etapas intermedias de conceptualización y definición formal ayuda al diseñador a comprobar hasta qué punto el producto en proceso de desarrollo cumple o no con las expectativas que el usuario espera. Conocer las impresiones y sensaciones que causa en el usuario este primer contacto con el producto, aun cuando no está en fase de producción, resulta de vital importancia para redirigir el proceso de diseño y evitar de forma prematura caer en un enfoque erróneo.

Para llevar a cabo una correcta presentación del producto es necesario conocer el público al cual nos dirigimos, así como saber elegir aquél canal que se ajuste más a la naturaleza del contenido que queremos transmitir y preparar el mensaje de forma que sea entendido lo mejor posible. Para todo ello es necesario entender el lenguaje a utilizar en cada momento y en cada canal, dado que las particularidades de uno u otro hacen necesario adaptar el mensaje al medio para garantizar una adecuada transmisión de su contenido. Son sustancialmente diferentes las impresiones que se producen en el usuario al entrar en contacto con un producto a través de una fotografía en una revista, un spot de televisión, un prototipo físico o un vídeo promocional de demostración presentado en tres dimensiones.

Existe un amplio campo de estudio en torno a cómo los productos son percibidos por el consumidor. En algunos se analiza la influencia que tiene en la opinión del consumidor su conocimiento previo de las intenciones del diseñador que hay detrás del producto (Da Silva, Crilly y Hekkert, 2015), en otros se identifican los tres atributos que el consumidor valora como positivos en la apariencia de todo producto: modernidad, simplicidad y capacidad de dar juego (Blijlevens, Creusen y Schoormans, 2009), que deberían ser distinguibles aun cuando el producto se presente desde una imagen en lugar de físicamente. Otros estudios se centran en aspectos más formales del producto, estudiando la influencia de la forma en la percepción de los objetos (Chang y Wu, 2007), cómo la geometría visual del producto influye en la percepción de su calidad (Forslund, Karlsson y Söderberg, 2013), cómo la sensación de novedad transmitida por la forma de un producto influye en la preferencia del consumidor sobre el mismo (Hung y Chen, 2012) o incluso la idoneidad de las imágenes estáticas frente a las animaciones en la presentación de ideas iniciales (Buskermolen Ozcelik et al., 2015).

La preocupación por investigar sobre la eficacia de nuevos métodos de visualización del producto ha llevado a la realización de estudios sobre el uso de la Realidad Aumentada en el punto de venta (Spreer y Kallweit, 2014), pero también ha impulsado a entender el potencial de la imagen como argumento de venta en el e-retailing o venta en línea (Verhagen et al., 2014; Jeong et al., 2009; Jiang y Benbasat, 2007; Yoo y Kim, 2014).

1.2 La importancia de la imagen del producto

En el panorama actual asistimos a un paulatino equilibrio entre los volúmenes de negocio que se realizan en tiendas físicas y los que se llevan a cabo desde plataformas en línea. Vencida la desconfianza inicial de los usuarios, cada vez son más los que encuentran ventajas en este modelo de negocio caracterizado por acortar distancias, permitiendo acceder de forma rápida a un abanico de productos no disponibles en el entorno físico cercano del consumidor.

El e-retailing permite practicarse desde todo tipo de pantallas, en especial las LCD con transistores TFT que son las más extendidas, comúnmente disponibles en soportes domésticos cotidianos tales como teléfonos móviles, ordenadores portátiles o tablets. Por otro lado, el auge de showrooms y espacios de demostración de productos dentro de las grandes superficies comerciales plantea nuevos soportes publicitarios en otro tipo de pantallas de gran formato y de diferente tecnología. El paulatino aumento en el mercado de la oferta de pantallas autoestereoscópicas denota un existente interés social en los modos alternativos de visualización, movido en parte por la popularización de la tecnología de proyección 3D tras su llegada a los cines y el uso dada vez más extendido de otros tipos de visualización de imágenes, como las que proporcionan las aplicaciones de Realidad Aumentada en los dispositivos móviles. No obstante, el uso de las pantallas autoestereoscópicas ha sido hasta el momento muy limitado y experimental, no teniendo una presencia significativa en el entorno doméstico debido en parte a la falta de una oferta suficiente de contenidos, y en parte a que esta tecnología aún se halla en proceso de perfeccionamiento.

Las diferentes tecnologías de visualización han buscado desde un principio transmitir una imagen lo más fiel posible de una realidad conocida o familiar al espectador, a fin de proporcionar una ilusión de presencia que sustituya a la imposibilidad de presentar un producto, una información o un entorno de forma física. En un escenario cada vez más interconectado, donde muchas de las acciones cotidianas se realizan a través de pantallas, constatamos que la imagen del producto se reviste en la actualidad de gran importancia y es foco de diferentes investigaciones que buscan profundizar en el conocimiento de cómo adaptarla de forma adecuada a los distintos soportes visuales, a fin de que resulte efectiva según su propósito.

1.2. Pantallas TFT 2D y pantallas autoestereoscópicas 3D

Comprobar la eficacia de las imágenes visualizadas a través de estas dos tecnologías ha sido desde hace tiempo motivo de investigación en el campo de la interactividad. En unos casos esas imágenes sirven como referencias visuales de apoyo en la realización de sencillas tareas cotidianas, y en otros guían al usuario en la realización de tareas complejas y especializadas, sustituyendo los entornos reales de trabajo por otros simulados. Algunos estudios han ayudado al diseño de interfaces para la visualización de modelos virtuales durante procesos CAD en pantallas de diferentes tecnologías (Opiyo, 2010). Otros más recientes han profundizado en la interacción con pantallas autoestereoscópicas táctiles, estudiando si el efecto puede o no aportar cualidades positivas a la interactividad con el contenido (Sunnari, 2012; Sassi et al., 2014)

En este sentido, algunos estudios han planteado una comparativa de la eficacia del uso de gafas de obturación y televisores estereoscópicos frente a los autoesterescópicos, que no requieren gafas (Alpaslan et al., 2005; Alpaslan et al., 2006), o han comparado la percepción de profundidad entre televisores 2D y autoestereoscópicos y cómo ésta afecta a la eficacia de las tareas propuestas en un escenario simulado, comprobando en el usuario el comportamiento motor en general (Yeh et al., 2008) o aplicado a tareas específicas de una profesión concreta, como la cirugía (Baer et al., 2014).

Por otro lado, muchos estudios se han centrado exclusivamente en el apartado técnico de estos sistemas, llevando a cabo numerosos estudios para mejorar la calidad de la experiencia y el confort visual al utilizar tecnologías autoestereoscópicas (Ropinski et al., 2007; Jurk y Barre, 2011; Hanhart, Nolfo y Ebrahimi, 2015), en especial aquellos destinados a cuantificar el efecto de la diafonía visual inherente a tecnologías de este tipo (Duckstein, 2015; Kim et al. 2015) o a analizar cómo las distintas formas de comprimir las imágenes 3D afectan a la calidad percibida (Roger y Mårten, 2010). En este sentido, otros estudios intentan comprender los requerimientos psicológicos del sistema visual humano para aplicarlos a las especificaciones técnicas del dispositivo autoestereoscópico, con el fin de lograr imágenes que puedan ser percibidas de forma más realista (Stern y Yitzhaky, 2014).

Algunos estudios han realizado experimentaciones con distintas escalas de profundidad, representándolas en papel y en una tableta digital con interfaz en 3D (Arhippainen et al, 2013). En este estudio participaron 40 sujetos entre los 23 y los 52 años que escogieron el nivel de profundidad con el que se sentían más cómodos, con y sin ausencia de objetos y comparaban también interfaz 2D con 3D. Este estudio utilizó iconos geométricos como elementos a visualizar.

No obstante, más allá de los condicionantes técnicos relacionados con la mejora de la eficacia de la tarea simulada o de incrementar la sensación de naturalidad que se percibe al observar una imagen a través de estas tecnologías, sigue siendo necesario profundizar en dar respuesta a cómo evaluar la percepción de un producto cuando éste es presentado a través de estas tecnologías de visualización, con el fin de determinar cuál de las dos más extendidas (TFT y autoestereoscópica) es la que garantizaría una mejor impresión de dicho producto por parte del observador. Esta inquietud es la que nos lleva a plantear el presente trabajo.

2. Objetivos e hipótesis

El objetivo del presente artículo es describir todos aquellos factores y condiciones a tener en cuenta para realizar un estudio comparativo de idoneidad entre varias tecnologías de visualización para presentar un producto al usuario. Concretamente, se definirá el marco metodológico para la preparación de un experimento que ayude a recoger y analizar la respuesta del usuario ante imágenes visualizadas desde una pantalla TFT convencional y desde una pantalla autoestereoscópica, teniendo en cuenta dos formas distintas de presentación de contenidos: imágenes estáticas y animaciones, y considerando dos roles diferentes en el usuario: pasivo o activo, al establecer algún tipo de interacción con el contenido.

Dicho experimento ayudará a determinar qué formato de presentación es el más adecuado para un contenido, y ayudará a conocer el potencial de estas tecnologías de visualización para su uso en presentaciones in situ de productos en público (showrooms y centros comerciales) o en privado (acceso desde un dispositivo doméstico).

En este estudio establecemos una hipótesis general de partida:

Hipótesis A: "Cuanto mayor es la sensación de profundidad que ofrece un dispositivo de visualización mejor es la opinión de un usuario sobre un producto"

Para analizar esta hipótesis general es necesario recurrir a un análisis pormenorizado de los factores que concurren en ella, en especial aquellos que tienen influencia sobre la formación de una opinión final del usuario acerca el producto presentado. A tal fin, descomponemos la hipótesis general en otras tres más simples pero muy relacionadas.

La primera considera la sensación visual de profundidad como uno de los factores que afectan notablemente a la percepción de un objeto tridimensional simulado en un espacio, acentuando la credibilidad de la imagen final:

- *Hipótesis A1: "Cuanto mayor es la sensación de profundidad que ofrece un dispositivo de visualización mejor es la opinión de un usuario sobre un producto en una imagen estática".*

La segunda considera el potencial de las animaciones, y plantea que el hecho de presentar un producto en movimiento dentro de un espacio tridimensional simulado puede mejorar su percepción al mostrar más información por unidad de tiempo, y por tanto facilita entender mejor sus características formales y/o funcionales:

- *Hipótesis A2: "La simulación de movimiento mejora la percepción del usuario frente a una imagen estática".*

La tercera hipótesis considera el carácter interactivo de la presentación como un factor relevante a la hora de potenciar el valor semántico del producto, haciendo que se entienda mejor:

- *Hipótesis A3: "La respuesta de la imagen ante una acción voluntaria del usuario mejora el entendimiento del producto"*.

Estas tres hipótesis permiten conocer la influencia que la profundidad, el movimiento y la interactividad de las imágenes de síntesis pueden tener en la formación de una opinión sobre el producto presentado, al visualizarlo por separado desde las dos tecnologías de pantalla analizadas.

3. Descripción de la propuesta experimental

3.1 Variables del experimento

Se procurará tener control de todas aquellas variables relevantes que puedan influir de manera significativa en el experimento:

Muestra: hay que garantizar una muestra lo más homogénea posible. Para ello se procurará la participación de personas de una edad y experiencia previa similares. La familiarización previa de la muestra con la observación de imágenes en televisores de estas tecnologías ha de ser similar en todos los sujetos, a fin de que la sensación de novedad al experimentar la tecnología (TFT y/o autoestereoscópica) no sea un factor contaminante en algunos casos y no en otros. De igual forma, ha de procurarse una distribución por sexos equitativa, procurando que haya el mismo número de hombres que de mujeres. Teniendo en cuenta estas condiciones, se opta por construir la muestra con alumnos y alumnas universitarios de un rango de edad similar.

Variables ambientales: tanto la luz de la sala como la distancia de la muestra a la pantalla se mantendrán constantes, el tipo de silla utilizado sea el mismo y permitirá la autorregulación en altura o inclinación, a fin de garantizar un confort equivalente entre los sujetos.

Tiempo: hay que considerar un mismo tiempo de exposición a las imágenes, con el fin de que la duración del estímulo sea igual en todos los sujetos.

Tipo de relación con el contenido: se consideran tanto la observación pasiva como la observación interactiva, en la que los sujetos deben interactuar de forma sencilla con las imágenes.

3.2 Selección de tecnologías

Para realizar este experimento se han considerado dos dispositivos de resolución y tamaño de pantalla idénticos, a fin de que no suponga un factor de influencia en la muestra, centrando así la atención únicamente en las imágenes mostradas:

- Una pantalla LCD TFT, en concreto el modelo UE46F6510SSXZG, de Samsung. El dispositivo tiene 46 pulgadas y presenta una resolución nativa de 1920x1080 píxeles Full HD.
- Una pantalla autoestereoscópica de 8 vistas, concretamente el modelo XYZ-46ZR1, de XYZ Solutions Ltd. Este dispositivo tiene 46 pulgadas y cuenta con paralaje horizontal, proporcionando también una resolución nativa de 1920x1080 píxeles Full HD.

3.3 Elaboración de los contenidos a mostrar

Se han elaborado dos tipos distintos de imágenes: estáticas y dinámicas.

Selección de parámetros que influyen en la percepción de profundidad de imágenes estáticas:

La sensación de profundidad de una imagen estática depende de muchos factores, tales como el tipo de perspectiva, el punto de vista, la composición de elementos en los distintos planos de la imagen, el contraste de colores, etc.

Dado que el objetivo es analizar si la sensación de profundidad que ofrece un dispositivo de visualización provoca una mejor percepción del usuario, se definirá una imagen en la que todos los parámetros serán constantes, salvo tres: brillo, saturación y enfoque. Para probar el efecto de estos niveles en la percepción de profundidad de un ambiente, se analiza el rango de valores habitualmente utilizado en imágenes de catálogos comerciales y se escogen dos valores situados en dicho rango.

Intensidad de brillo o luminosidad: se define por la claridad o luz que refleja un cuerpo cuando se ubica en un espacio. A la hora de representar un espacio tridimensional a través de una imagen plana, suelen utilizarse diferentes niveles de luminosidad para ayudar al observador a percibir de forma diferenciada los diferentes planos de profundidad. Los niveles de intensidad de brillo que se proponen son los siguientes:

- Nivel bajo: Las zonas alejadas de la posición del observador se representan con un nivel de luminosidad decreciente en función de la distancia, hasta llegar a un nivel que suponga un punto intermedio entre la luminosidad máxima del primer plano y una oscuridad teórica que impidiera al observador distinguir ningún detalle.
- Nivel alto: Para todas las distancias representadas en la imagen se ha considerado un mismo nivel de luminosidad (máximo), de forma que al observador le resulte fácil distinguir cualquier detalle del espacio representado, independientemente de su distancia.

Saturación: se define como la intensidad o pureza que presenta un color. La observación directa de la realidad por el ojo humano ha demostrado que los colores de los objetos pueden percibirse menos saturados cuando más alejados se encuentran, debido en parte al efecto de la luz incidiendo en las impurezas presentes en la atmósfera que se halla entre el

observador y el objeto, hasta llegar a parecer grises. Esto es particularmente evidente cuando se observan montañas lejanas. Para objetos cercanos es muy difícil apreciar una variación significativa de la saturación, por ello para este experimento se forzarán los valores para acentuar el efecto de profundidad. Los niveles de saturación que se proponen son los siguientes:

- Nivel bajo: La saturación cromática de los diferentes planos que definen el espacio representado está en función de su distancia al observador, siendo del 100% en los planos más cercanos y del 50% en los más alejados.
- Nivel alto: La saturación cromática es del 100% en todos los planos del espacio representado, independientemente de su distancia al observador.

Enfoque: es el ajuste de un mecanismo óptico para garantizar que una imagen pueda verse con nitidez. Debido a la propia naturaleza del ojo humano percibimos la realidad enfocándola a diferentes distancias, requiriendo por lo general distintos esfuerzos para enfocar los objetos cercanos y los lejanos. Para la representación de un volumen o un espacio utilizando una imagen bidimensional, se suelen utilizar efectos fotográficos para enfocar o desenfocar diferentes zonas, creando diversos efectos de profundidad. Los niveles de enfoque que se proponen son los siguientes:

- Nivel bajo: Las zonas alejadas de la posición del observador se representan con un nivel de enfoque decreciente en función de la distancia, hasta llegar a un nivel que suponga un punto intermedio entre el enfoque máximo del primer plano y un desenfoque teórico que impidiera al observador distinguir ningún detalle de una superficie.
- Nivel alto: Para todas las distancias representadas en la imagen se ha considerado un mismo nivel de enfoque (máximo), de forma que al observador le resulte fácil distinguir cualquier detalle del espacio representado, independientemente de su distancia.

Imágenes estáticas: la imagen estática representa el interior de una habitación familiar a las personas de la muestra, en este caso un cuarto de baño. El espacio es representado desde un punto de vista natural al que tendría una persona de estatura media. Las paredes y el suelo presentan un revestimiento cerámico, y el espacio se termina de definir con la inclusión de elementos comunes habituales a estos espacios: espejo, luces, lavamanos, toallero y bañera.

Figura 1: Dos de las imágenes mostradas con diferentes niveles de brillo, saturación y enfoque

Animaciones: se utilizarán dos tipos de animaciones. Una está preprogramada y el usuario sólo podrá observar: simulará un recorrido lineal de la cámara durante 10 segundos por la estancia, recorriéndola lentamente de derecha a izquierda, cambiando el punto de vista del espacio a cada momento. La otra utilizará la misma estancia, pero el usuario puede dirigir el

movimiento de la cámara en cualquier dirección del espacio, activando una parte de la animación o la otra, según crea conveniente, de forma que pueda explorar el espacio a voluntad.

3.4 Organización del experimento

La secuenciación de las pruebas seguiría este esquema:

Para la hipótesis A1, las cuatro variables a modificar en la presentación de la primera imagen estática son:

A. Tipo de dispositivo: pantalla TFT/pantalla autoestereoscópica
B. Luminosidad del ambiente: nivel bajo y nivel alto
C. Saturación: nivel bajo y nivel alto
D. Enfoque: nivel bajo y nivel alto

En el diseño clásico del experimento habría 16 combinaciones. Para optimizarlo se propone reducir el número de ejecuciones del experimento mediante un diseño fraccionado del mismo en el que sólo se evaluarían 10 combinaciones, 5 combinaciones para cada tipo de dispositivo. Estas cinco combinaciones se corresponden con: imagen con todos los parámetros a nivel bajo, con todos a nivel alto, con el brillo alto, con la saturación alta y con el enfoque alto.

Tabla 1. Diseño del experimento de percepción de profundidad en imagen estática

A (dispositivo)	B (brillo)	C (saturación)	D (enfoque)
TFT	0	0	0
TFT	1	0	0
TFT	0	1	0
TFT	0	0	1
TFT	1	1	1
Autoestereoscópica	0	0	0
Autoestereoscópica	1	0	0
Autoestereoscópica	0	1	0
Autoestereoscópica	0	0	1
Autoestereoscópica	1	1	1

Se considera además que para capturar adecuadamente la sensación que perciban los sujetos del experimento es necesario tener en cuenta también lo siguiente:

- La imagen estática que visualizará cada sujeto en cada dispositivo será la misma, es decir, con una misma combinación de brillo, saturación y enfoque
- El orden de visualización en cada tipo de dispositivo se alternará por si éste influye en los resultados

Para las hipótesis A2 y A3, se establecerá una trayectoria de movimiento en el espacio representado y un tipo de interacción con la imagen y se compararán con la visualización de una imagen estática del espacio con cada tipo de dispositivo de visualización. Nuevamente, el orden de visualización de cada imagen se alternará para evitar que influya en los resultados. Es decir, algunos participantes verán primero la imagen estática, después la animación preprogramada, y por último hará alguna interacción, mientras que otros las

visualizarán en otro orden. Los parámetros de brillo, saturación y enfoque serán constantes. Así, las variables de este experimento serían:

A. Tipo de dispositivo: pantalla TFT/pantalla autoestereoscópica
B. Imagen: estática/en movimiento/interacción

El orden de visualización de cada formato (estático, en movimiento e interactivo) se alternará entre los participantes. El tamaño de muestra a partir del cual se pueden verificar estadísticamente los datos recogidos es de 30. En este caso se plantea que el experimento se realice con unas 60 personas para poder analizar el efecto de las interacciones entre los factores.

3.5 Evaluación de los resultados

Para medir la percepción del usuario la imagen estática, en movimiento y mediantes interacción al percibirla a través de una pantalla convencional o a través de una pantalla autoestereoscópica se pueden emplear varias técnicas. La más extendida, por no requerir de grandes medios, es la de los cuestionarios de opinión. En este caso se utilizarían técnicas de escala semántica o preguntas de tipo Likert. Además, se pueden utilizar técnicas de neurociencia, tales como las técnicas de eye-tracking, que analizan la mirada del usuario y la electroencefalografía (ERP), que registra la actividad bioeléctrica cerebral. Estas técnicas han sido aplicadas con éxito para evaluar las emociones y preferencias del usuario ante distintas presentaciones de productos (Rojas et al, 2015a y 2015b)

El cuestionario basado en escala Likert propuesto para evaluar la percepción de la imagen se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1. Cuestionario de evaluación de la percepción de imágenes estáticas

Para cada una de estas afirmaciones aplicadas a cada imagen, indique hasta qué punto está de acuerdo o en desacuerdo con ellas:							
	Totalmente en desacuerdo			Ni de acuerdo ni en desacuerdo			Totalmente de acuerdo
El ambiente es realista							
Se nota mucho la profundidad del espacio							
Todas las zonas de la habitación se ven bien							
Me siento dentro de la habitación							
Me gusta esta visualización							

Combinando la evaluación mediante este cuestionario con la técnica de seguimiento de la mirada, se podrán extraer relaciones entre la percepción subjetiva manifestada a través de la escala y los parámetros de seguimiento de la mirada recogidos.

4. Discusión y conclusiones

En el presente artículo se ha expuesto un marco de consideraciones para analizar la respuesta del usuario ante determinados estímulos visuales, presentados desde dos tecnologías distintas de visualización. El tamaño de muestra es similar al de otros estudios y permite obtener conclusiones estadísticas. Los dispositivos propuestos permitirán comparar

los resultados con los de otros estudios donde se compara la interacción 2D con la 3D (Sunnari et al, 2012).

Dadas las múltiples influencias y factores externos no controlados que pueden alterar la percepción de los usuarios que se han a someter al experimento, se han tenido en cuenta varias cuestiones para minimizar su posible impacto durante la toma de datos:

- El carácter de la muestra ha de resultar homogéneo, por lo que los sujetos del experimento deberían tener una edad y formación similar que garantizaría que todos ellos tuviesen una experiencia previa con las tecnologías de visualización equiparable. Las condiciones ambientales durante todo el experimento deberían ser igualmente lo más homogéneas posible en términos de nivel acústico y de iluminación, distancia a la pantalla, tipo de asiento y tiempo de exposición.
- A fin de minimizar el impacto que pudiera tener realizar la prueba en un momento determinado del día u otro, se opta por que todo el experimento se desarrolle exclusivamente en horario de mañana, en el que se presupone que los sujetos están más descansados y su nivel de percepción se ve menos afectado.

Se propone probar si la percepción varía en cada tipo de dispositivo cuando en una misma imagen estática se producen variaciones de la luminosidad, saturación y enfoque de la imagen dentro de los rangos de variación habitualmente empleados. De esta manera se conocerá si la influencia del dispositivo es más o menos relevante que la de estos parámetros.

El próximo paso es poner en práctica la metodología propuesta para verificar o rechazar las hipótesis planteadas.

Futuros trabajos pretenden tener en cuenta otros factores externos que pueden afectar a la percepción de estímulos visuales. Entre las cuestiones a considerar de posible influencia se hallarían un tiempo de exposición a las imágenes más elevado; la alteración de la percepción introduciendo en la sala cambios ambientales como el movimiento cercano de personas, música o ruido; o el agotamiento físico y/o mental de la muestra previo al experimento, por someterse a la prueba tras pasar por una experiencia física intensa o una larga jornada de trabajo. Otras cuestiones para un estudio posterior incluirían también el análisis de la influencia del propio dispositivo de visualización, pudiendo establecer una comparativa entre los resultados de la visualización de imágenes llevado a cabo en este experimento con pantallas autoestereoscópicas de 8 vistas, y los resultados de una de 32, capaces de proporcionar imágenes con mayor sensación de profundidad.

Referencias

Alpaslan, Z. Y., S. Yeh, Rizzo III, A. A., & Sawchuk, A. A. (2005). Quantitative comparison of interaction with shutter glasses and autostereoscopic displays. En A.Woods, M. Bolas, J. Merritt, I. McDowall (Ed.). *Stereoscopic Displays and Virtual Reality Systems XII* (pp. 616-625). United States: SPIE Press. DOI: 10.1117/12.589291.

Alpaslan, Z. Y., Sawchuk, A. A., Rizzo III, A. A., & S. Yeh (2006). Effects of Gender, Application, Experience and Constraints on Interaction Performance Using Autostereoscopic Displays. En A. Woods, N. Dodgson, J. Merritt, M. Bolas, I. McDowall (Ed.). *Stereoscopic Displays and Virtual Reality Systems XIII* (pp. 116-127). United States: SPIE Press. DOI: 10.1117/12.643125

Arhippainen L., Pakanen M. y Hickey S. (2013). Studying Depth in a 3D User Interface by a Paper Prototype as a Part of the Mixed Methods Evaluation Procedure. Early Phase User Experience Study Conference. ACHI 2013, the Sixth International Conference on Advances in Computer-Human Interactions

Baer, A., Huebler, A. Saalfeld, P., Cunningham, D., & Preim, B. (2014). A Comparative User Study of a 2D and an Autostereoscopic 3D Display for a Tympanoplastic Surgery. En I. Viola, K. Bühler, T. Ropinski (Ed.). *Eurographics Workshop on Visual Computing for Biology and Medicine* (pp. 181-190). Viena: Eurographics Association. DOI: 10.1117/12.589291.

Blijlevens, J., Creusen, M. E. H., & Schoormans, J. P. L. (2009). How consumers perceive product appearance: The identification of three product appearance attributes. *International Journal of Design, 3*(3), 27-35.

Buskermolen Ozcelik, D., Terken, J., Eggen, B., & Van Loenen, E. (2015). Effect of visual quality and animation of concept representations on users' responses to early design concepts: A study on the adaptive patient room concept. *International Journal of Design, 9*(1), 91-106.

Chang, W. C., & Wu, T. Y. (2007). Exploring types and characteristics of product forms. *International Journal of Design, 1*(1), 3-14.

Da Silva, O., Crilly, N., & Hekkert, P. (2015). How people's appreciation of products is affected by their knowledge of the designers' intentions. *International Journal of Design, 9*(2), 21-33.

Duckstein, B., Bartmann, R., Netzbandt, R., Jurk, S., Ebner, T., & Barré, R. (2015). Unified crosstalk measurement method for various distances on autostereoscopic multi-view displays. En R. Sitnik, W. Puech (Ed.). *Proc. SPIE 9393, Three-Dimensional Image Processing, Measurement (3DIPM), and Applications 2015.* Bellingham, WA: SPIE. DOI: 10.1117/12.2083336

Forslund, K., Karlsson, M., & Söderberg, R. (2013). Impacts of geometrical manufacturing quality on the visual product experience. *International Journal of Design, 7*(1), 69-84.

Hanhart, P., di Nolfo, C., & Ebrahimi, T. (2015). Active crosstalk reduction system for multiview autostereoscopic displays. En *2015 IEEE International Conference on Multimedia and Expo (ICME)* (pp. 1-6). Turin: IEEE. DOI: 10.1109/ICME.2015.7177519

Hung, W. K., & Chen, L. L. (2012). Effects of novelty and its dimensions on aesthetic preference in product design. *International Journal of Design, 6(*2), 81-90.

Jeong, S. W., Fiore, A. M., Niehm, L. S., & Lorentz, F. O. (2009). The role of experiential value in Online shopping: The impacts of product presentation on consumer responses towards an apparel web site. *Internet Research, 19*(1), 105-124.

Jiang, Z., & Benbasat, I. (2007). Investigating the influence of the functional mechanisms of online product presentations. *Information Systems Research, 18*(4), 454-470.

Jurk, S., & Barre, R. (2011). Improvements of aid free 3D Presentation. En *Electronic Displays Conference* (pp. 1-12). Poing: Weka. DOI: 10.13140/2.1.1012.4324

Kim, D., Lee, H., Kim, S., & Sohn, K. (2015). Effect of parallax distribution and crosstalk on visual comfort in parallax barrier autostereoscopic display. *Opt. Eng., 54*(5), x-x

Opiyo, E. Z (2010). Interface modes for interactive visualization of airborne product virtual models. En … (Ed.). Proceedings of the ASME World Conference on Innovative Virtual Reality (pp. 241-250). USA: ASME. DOI: 10.1115/WINVR2010-3710

Roger, O., & Mårten, S. (2010). Multiview image coding scheme transformations: artifact characteristics and effects on perceived 3D quality. En A.Woods, N. Holliman, N. Dodgson (Ed.). Proc SPIE. 7524, Stereoscopic Displays and Applications XXI, 75240Z (pp. 241-250). United States: SPIE Press. DOI: 10.1117/12.838975

Rojas, JC., Contero, M., Bartomeu, N., Guixeres, J., (2015a). Using Combined Bipolar Semantic Scales and Eye Tracking Metrics to Compare Consumer Perception of Real and Virtual Bottles. Packaging Technology and Science. 28, 1047-1056.

Rojas, JC., Contero, M., Camba, JD., Castellanos, MC., García-González, E., Gil-Macián, S., 2015b. Design Perception: Combining Semantic Priming With Eye Tracking and Event-Related Potential (ERP) Techniques to Identify Salient Product Visual Attributes. Proceeding of the ASME 2015 International Mechanical Engineering Congress and Exposition (IMECE2015).

Ropinski, T., Steinicke, F., Bruder, G., & Hinrichs, K. (2007). Focus+Content Resolution Adaption for Autostereoscopic Displays. En A. Butz, B. Fisher, A. Krüger, P. Olivier, S. Owada (Ed.). Smart Graphics, 7th International Symposium (pp. 188-193). Berlín: Heidelberg. DOI: 10.1007/978-3-540-73214-3_18

Sassi, A., Pöyhönen, P., Jakonen, S., Suomi, S., Capin, T., & Häkkinen J. (2014). Enhanced user performance in an image gallery application with a mobile autostereoscopic touch display. *Displays, 35*(3), 152–158.

Spreer, P., & Kallweit, K. (2014). Augmented Reality in Retail: Assessing the Acceptance and Potential for Multimedia Product Presentation at the PoS, *SOP Transactions on Marketing Research, (1)*1, 23-31.

Stern, A., Yitzhaky, Y., & Javidi, B. (2014). Perceivable Light Fields: Matching the Requirements Between the Human Visual System and Autostereoscopic 3-D Displays. En (Ed.). *Proceedings of the IEEE* (pp. 1571-1587). DOI: 10.1109/JPROC.2014.2348938

Sunnari, M., Arhippainen, L., Pakanen, M., & Hickey, S. (2012). Studying user experiences of autostereoscopic 3D menu on touch screen mobile device. En V. Farrell, G. Farrell, C. Chua, W. Huang, R. Vasa, C. Woodward (Ed.). *OZCHI Proceedings of the 24th Australian Computer-Human Interaction Conference* (pp. *558-561*). Nueva York: ACM. DOI: 10.1145/2414536.2414622

Verhagen, T., Vonkeman, C., Feldberg, F., & Verhagen, P. (2014). Present it like it is here: creating local presence to improve online product experiences. *Computers in Human Behavior, (39)* C, 270-280.

Yeh, S., Lange, B., Chang, C. Y., Wang C., Sawchuk, A.A., & Rizzo III, A. A. (2008). Effects of stereoscopic displays and interaction devices on human motor behaviour. En I. McDowall, M. Dolinsky (Ed.). *The Engineering Reality of Virtual Reality 2008* (05-1-10). United States SPIE Press. DOI: 10.1117/12.589291.

Yoo, J., & Kim, M. (2014). The effects of online product presentation on consumer responses: A mental imagery perspective. *Journal of Business Research, 67*(11), 2464-2472.