

# Relación entre calidad percibida y afinidad emocional de imágenes arquitectónicas en función del dispositivo de visualización. Recomendaciones para su uso docente.

David Fonseca<sup>1</sup>, Marc Pifarré<sup>1</sup>, Ernest Redondo<sup>2</sup>

{fonsi; mpifarre}@salle.url.edu, ernesto.redondo@upc.edu

<sup>1</sup> La Salle Campus Barcelona, Universitat Ramon Llull, c/Quatre Camins 2, 08022, Barcelona, España.

<sup>2</sup> Universidad Politécnica de Catalunya, Avda/ Diagonal, 649, 08028, Barcelona, España.

DOI: 10.4304/risti.11.01-15

**Resumen:** En la educación universitaria en general y especialmente la relacionada con la arquitectura, el uso de imágenes digitales está generalizado. No obstante, dicho uso dista de estar optimizado ya que tanto alumnos como profesores ignoran sistemáticamente conceptos clave como las características del medio de visualizado o el usuario final. La tendencia general es la creación de imágenes con elevadas resoluciones, aspecto que conlleva ficheros de elevado tamaño que generan elevados tiempos de carga, edición o transmisión. El presente trabajo analiza cómo afecta el nivel de calidad percibida de la imagen en función de las características de esta y del dispositivo en el que se visualiza, y su relación con la respuesta emocional del usuario. La novedad de la metodología empírica empleada radica en la evaluación de usuarios en el ámbito universitario con técnicas propias de la sociología y la psicología, desde un enfoque propio de los estudios de comunicación audiovisual.

**Palabras-clave:** Educación y medios; Usabilidad; Evaluación cognitiva; Visualización de la información; Adaptabilidad.

**Abstract:** In university education and especially in the architecture framework, the use of digital images is widespread. However, such use is far from being optimized since both students and teachers systematically ignore some technical key concepts such as the characteristics of the device or the final user. The general trend is the creation of images with high resolutions, what generates large size files that increase the time of loading, editing and/or transmission. This paper analyzes how the level of perceived quality of the image affects the user's emotional response based on the characteristics of the image, the device on which it is displayed, and the user profile. The novelty of this empirical methodology lies in the application of metrics traditionally applied on sociology and psychology studies to carry out an audiovisual communication research focused at a university level.

**Key-words:** Media education; Usability; Cognitive assessment; Information visualization; Adaptability.

## 1. Introducción.

Los alumnos que actualmente cursan los primeros cursos de los grados universitarios y muchos de sus profesores educados en épocas con menor uso de tecnologías y medios digitales, llamados ocasionalmente como “Inmigrantes Digitales” (Rubin, 2007), se encuentran ante un reto al cual no están acostumbrados: la optimización de recursos e incremento de la usabilidad de cualquier desarrollo digital. Para evitar esta brecha entre el desarrollo tecnológico y la educación, en los últimos veinte años encontramos innumerables trabajos que han definido el concepto de Alfabetización Digital, del inglés Digital Literacy (Eshet-Alaklai, 2004), y que pretenden estudiar el reto que supone la inclusión de la tecnología no solo en la educación sino en cada aspecto de la vida cotidiana y la comunicación (Cabero, 1994).

Si bien la implantación y uso de los nuevos entornos digitales en educación puede ser entendida como un problema, debido en parte a la complejidad inherente de los procesos cognitivos que las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) conllevan, recientes trabajos nos aportan nuevas soluciones de uso de dichas TIC en los procesos educativos ayudando a mejorar diferentes tipos de habilidades cognitivas, tanto para los usuarios más jóvenes, como para usuarios que por un factor de edad o de formación previa no se han visto atrapados en el desarrollo tecnológico (Eshet-Alkali & Chajut, 2010).

El actual modelo digital de educación/comunicación, amparado por el marco del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), está inmerso en un constante y acelerado desarrollo tecnológico, lo que genera una necesidad de optimizar contenidos para aumentar el grado de satisfacción de la comunicación así como la realización de una formación adecuada para conseguir una adaptación del alumnado a dichos procesos como miembros activos en el proceso de aprendizaje y generación de los materiales docentes.

Centrados en el ámbito arquitectónico, las formas de expresión y comunicación tradicionales como el panel impreso o la maqueta física se están viendo complementadas e incluso sustituidas por el uso de todo tipo de herramientas TIC: desde las avanzadas simulaciones virtuales o la visualización mediante realidad aumentada de modelos superpuestos con la información tanto real como virtual, hasta los ya incluso clásicos montajes fotográficos en paneles compositivos, la visualización multi-formato de ficheros CAD (*Computer Assisted Design*) y más recientemente su evolución en los formatos BIM (*Building Information Modeling*). No obstante, queda reflejado en la recopilación de trabajos y exposiciones que podemos ver habitualmente en nuestras facultades y hablando de manera informal tanto con profesores como con alumnos que no están habituados a optimizar la calidad de sus entregas digitales. Amparados en el alto rendimiento tecnológico de programas y equipos, se suele trabajar siempre con calidades máximas, degenerando no pocas veces en rendimientos bajos, especialmente cuando el dispositivo de salida no es de última generación. Solo en el mejor de los casos nos encontramos con las llamadas “tribus digitales” (Gutiérrez-Martin, Palacios-Picos, & Torrego-Egido, 2010), grupos de alumnos, y cada vez más

profesores, con formación previa en el ámbito tecnológico capaces de optimizar los ficheros de salida.

A lo largo de más de quince años en docencia universitaria en el ámbito de la arquitectura, el diseño y la multimedia, hemos podido constatar cómo se ignoran de manera repetitiva los procesos previos de diseño del fichero de salida, en especial para adaptar el mismo a las capacidades técnicas del dispositivo donde se visualizará y de los usuarios que lo harán. El exceso de calidad en el modelo final no se acaban de adaptar a todos sus usos y entornos, generando problemas claros de usabilidad, y como veremos en este trabajo, en la alteración de diferentes valores emocionales relacionados con el perfil del usuario.

Con el objetivo de aportar nuevas soluciones en la educación de la mirada en los actuales contextos multi-pantalla, donde el usuario recibe un constante bombardeo de imágenes en todo tipo de soportes, nuestro trabajo presenta un estudio de casos en los que se exploran la relación entre la calidad percibida de un grupo de imágenes arquitectónicas y su relación con variables emocionales como la valencia afectiva y la activación nerviosa en función del medio de visualización y la tipología de usuarios que las perciben. En base a los resultados obtenidos, tanto en las fases previas del trabajo como en la actual que se presenta con nuevos datos comparativos, se proponen nuevas recomendaciones en el proceso metodológico del diseño y generación de imágenes digitales arquitectónicas (Peng, 2002), con el fin de mejorar el rendimiento en los sistemas de visualización propuestos por el profesorado e implementados por los estudiantes de arquitectura.

La innovación del trabajo radica en ser una de las primeras aproximaciones en el ámbito docente arquitectónico realizadas a partir de la combinación de estudios cuantitativos y cualitativos basados en las experiencias emocionales de usuarios en el campo de la visualización de información (Chen & Yu, 2000), área de especial interés científico en los últimos años. Adicionalmente, es remarcable el uso de técnicas ligadas a la evaluación de la usabilidad, siendo estos estudios en el campo de la arquitectura prácticamente inexistentes (Koutamanis, 2000).

## **2. Metodología. Uso de la imagen digital para estudios de calidad y emociones.**

Tal y como hemos remarcado en la introducción, podríamos resumir los objetivos principales de la experiencia en dos: por un lado, evaluar una serie de imágenes relacionadas con el mundo arquitectónico en distintos dispositivos, en función de las características técnicas de la imagen (tales como el color, resolución o el grado de compresión), del dispositivo de visualización (tamaño de la pantalla, resolución, distancia al usuario), y el perfil del usuario (relacionado o no con el ámbito arquitectónico); y por otro lado en función de los resultados obtenidos, tanto cualitativos como cuantitativos relacionados con la calidad percibida y niveles emocionales previamente definidos, proponer una serie de recomendaciones que permitan un diseño previo a la generación de las imágenes que optimice el proceso tanto de creación como de visualización para su adaptabilidad a todo tipo de interfaces, usuarios y usos.

En base al enfoque propuesto, el esquema de trabajo se organiza a partir de la visualización de imágenes digitales y su evaluación por parte de usuarios (alumnos y profesores de arquitectura y gente ajena a dicha área). Dada la necesidad de trabajar visualizando imágenes, el primer paso necesario ha sido buscar modelos estandarizados que utilicen como base de trabajo la visualización de imágenes digitales.

Como resultado de este primero paso, podemos encontrar dos sistemas de trabajo habituales: por un lado aquellos que utilizan conjuntos de imágenes propios (Winn & Everett, 1979), (Enser & Armitage, 1997), (Tsai, Hsiao, & Hung, 2006), (Estrella, 2008) adaptados cada uno de ellos a sus áreas de investigación concretas.

Por otro lado, encontramos aquellos sistemas que han optado por un modelo que tanto por materiales como por metodología y debido a su uso frecuente a nivel internacional prácticamente se considera un estándar: el IAPS (*International Affective Picture System*), desarrollado en el CSEA-NIMH (Center for the Study of Emotion and Attention, 1999) de la Universidad de Florida.

Actualmente y gracias al interés en el estudio y medida de las emociones, el IAPS destaca por ser un instrumento objetivo que ha demostrado ampliamente su fiabilidad y validez para el estudio de las emociones en todo tipo de ámbitos científicos, y que ha sido construido a partir de una representación bidimensional de los estímulos evaluables mediante el SAM (*Self Assessment Manikin*), del cual podemos ver una muestra en la Fig.1, (Bradley & Lang, 1994) y que se puede usar como base para revisar tanto niveles emocionales como otras variables a estudiar.

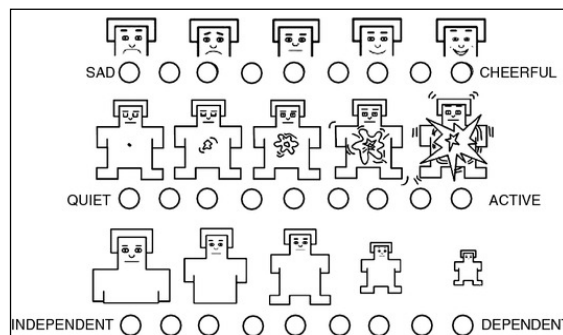


Figura 1 – Modelo test original SAM en modo papel preparado para su interpretación informática.

Para la realización de nuestra experiencia hemos optado por una metodología combinada entre los dos sistemas descritos, ya que por un lado necesitamos el uso de un grupo de imágenes propias y adaptadas al campo de estudio en el cual se circunscribe el trabajo como es la arquitectura, mientras que por otro lado al necesitar evaluar componentes emocionales se hace básico el uso del sistema IAPS.

De cara a obtener un formato de la experiencia lo más estandarizado posible y que permita futuras replicaciones tanto en nuestra área de conocimiento como en otras, se ha optado por el siguiente esquema de trabajo:

- Fase 1: Replicación del sistema IAPS con las imágenes del mismo y en iguales condiciones de visualización.
- Fase 2: Migración del sistema a un entorno interactivo web que permita su replicación multiplataforma. Evaluación de la consistencia de datos respecto a la Fase 1 e integración del nivel de calidad percibida y uso de imágenes arquitectónicas.
- Fase 3: Replicación multi-dispositivo.

El presente artículo se centra en evaluar los resultados obtenidos en la ejecución de la fase 3, así como en la propuesta de nuevas sugerencias derivadas tanto de las fases previas como de los resultados mostrados de la fase actual, centrados de manera concreta en los procesos de diseño de imágenes digitales comprimidas.

### **3. Fases previas. Resumen.**

En esta sección haremos un repaso de los procedimientos seguidos y los principales resultados obtenidos de las fases previas del proyecto y que contextualizan de manera exacta la realización del mismo.

#### **3.1. Fase 1. Replicación modelo IAPS**

El sistema IAPS se compone de un conjunto de alrededor de mil imágenes color que abarcan todo tipo de categorías semánticas y emocionales preparadas para ser visualizadas en conjuntos de 60-70 imágenes, así como de los manuales técnicos con las instrucciones detalladas que permiten la replicación del sistema (Lang, Bradley, & Cuthbert, 2005). Para cada imagen se evalúan tres aspectos emocionales: la “Valencia” o nivel de felicidad/agrado que aporta la visualización de la imagen, la “Activación”, también citada ampliamente como “Arousal” y que mide el nivel de nerviosismo/alteración que produce la imagen, y finalmente la “Dominancia”, un nivel de menor consistencia que los anteriores y que mide el grado de control que el usuario tiene ante la imagen visualizada (Redondo et al., 2005). Hemos contamos con un universo heterogéneo de 375 individuos de 18 a 82 años, todos ellos residentes en la comunidad autónoma de Catalunya con todo tipo de niveles de educación y condición laboral. La distribución por géneros fue de 176 mujeres (edad media de 22.74 años y una desviación típica, *DT*, de 4.49) y 199 hombres (edad media: 25.50 años, *DT*: 5.17).

En esta fase se ha replicado el sistema IAPS en las condiciones del informe técnico suministrado por el NIMH y se han comparado los resultados tanto con el modelo americano como con el estudio español (Moltó et al., 1999). Los principales datos obtenidos representados en el espacio bidimensional en el cual habitualmente se presentan los resultados de trabajo con el sistema IAPS son:

- Nube de respuestas estadísticamente congruente con los modelos previos, tanto el IAPS original como el modelo español (Fig.2):

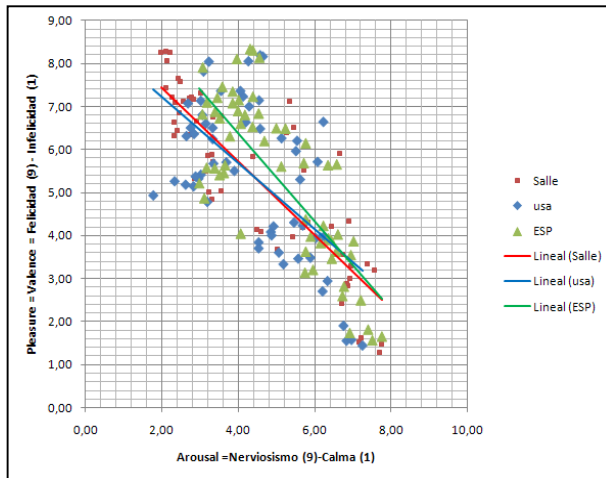


Figura 2 – Respuestas del plano bidimensional Valencia-Activación del test 1 de los estudios americanos, español y propio.

- Las imágenes desagradables se concentran en el cuadrante activador, indicando una relación directa y negativa entre valencia y activación. Se refleja la experiencia humana: lo desagradable, para serlo ha de producir activación, mientras que lo neutro nos deja indiferentes, siempre en base a nuestra experiencia previa.
- Las mujeres utilizan un mayor rango de respuestas en la dimensión de la valencia afectiva y valores más extremos en la activación, sobre todo para imágenes desagradables, confirmando comportamientos emocionales diferenciados por géneros delante de estímulos extremos (tanto positivos como negativos).

Finalmente indicar que esta fase se ha realizado mediante la visualización de las imágenes en pantalla de proyector configurado a 1024x768 píxeles, situando a todos los usuarios testeados a una distancia de entre 4 a 6 metros y siempre en un entorno de  $\pm 10^\circ$  de la perpendicular en el eje central. Las imágenes eran mostradas mediante su visualización en una presentación en Microsoft PowerPoint®, siguiendo las indicaciones técnicas del sistema IAPS. Los resultados ampliados de esta primera fase los podemos encontrar en (Fonseca et al, 2008).

### 1.1. 3.2. Fase 2. Digitalización del sistema IAPS, modificación e inclusión de imágenes arquitectónicas.

En esta segunda fase del proyecto se han acometido diversas tareas secuencializadas según los puntos siguientes:

- Migración del sistema de test en entorno web. El sistema se ha realizado mediante tecnología “Open Source” (Fonseca et al, 2009). En esta fase, se ha sustituido el nivel de “Dominancia” del modelo IAPS, por el nivel propio de “Calidad Percibida”, lo que nos permitirá relacionarlo con las variables

emocionales y evaluar cómo afectan los cambios de compresión y color detallados en el siguiente punto.

- Selección y modificación de imágenes del sistema IAPS en escala de grises y con diferentes tasas de compresión.
- Evaluación de la consistencia y validez de los dos puntos anteriores, previo a la selección de imágenes arquitectónicas e integración de las mismas en el sistema de test on-line y con las modificaciones predefinidas.

La necesidad y motivo por el cual se han convertido las imágenes del sistema IAPS (originalmente en color y con formato JPG), a escala de grises y con nuevas tasas de compresión tanto en color como en escala de grises, radica en el amplio uso de la escala de grises en la representación arquitectónica (con entre un 50 y un 70% de imágenes habitualmente en dicho formato de color), tanto de planos impresos como en composiciones de paneles para concursos, una de las principales actividades donde el uso de la imagen digital es utilizada. El uso del color en la imagen digital es el aspecto más significativo capaz de influir en el estado emocional de quien lo visualiza (Jacobson N. &, 1996). La experimentación reciente en campos tan heterogéneos como la psicología o el diseño gráfico (Wang, Giesen, McDonnell, Zolliker, & Mueller, 2008), (Coursaris, Swierenga, & & Watrall, 2008), confirman la importancia en el uso del color como elemento de la imagen capaz de inducir diferentes estados emocionales así como generar una visualización lo más ilustrativa, comunicativa y adaptada a las necesidades o preferencias del usuario (Del Olmo, 2006). La compresión de las imágenes se ha realizado bajo la hipótesis inicial que según el medio en el cual se visualizan, ya sea por lejanía o por una menor resolución de la pantalla, la reducción de la calidad de las mismas mediante una compresión adicional no afectará a su percepción ni a los niveles emocionales subjetivos, los cuales bajo una segunda hipótesis de trabajo, se verán alterados si el usuario detecta imágenes de baja calidad (bajando la valencia y aumentando la activación).

Para llevar a cabo la modificación de la tasa de compresión y dado que los originales IAPS están generados en formato comprimido JPG, y después de hacer diversas pruebas en laboratorio, optamos por la conversión al formato JPEG2000, desarrollado por el mismo grupo de trabajo (Joint Photographic Experts Group, 2007), y que permite aumentar la compresión de una imagen JPG con ficheros de calidad similar a los originales, así como con documentos de menor calidad pero también de menor tamaño. Tanto para la compresión en JPG2000 como para la transformación de color y después de evaluar diversas aplicaciones y los resultados de las mismas, utilizamos Adobe® Photoshop®, estableciendo unos umbrales predefinidos en base a un estudio cualitativo previo en laboratorio sobre el nivel de percepción de los detalles y errores generados por la compresión en la imagen, siendo dicho umbral de un 80% de compresión en formato JPEG2000. Es decir, se observó que con compresiones menores a dicha tasa, el resultado era similar al original sin que se pudieran apreciar errores de compresión o bajadas de calidad perceptibles.

Las imágenes que se han cambiado de modelo de color y tasa de compresión han sido aquellas con valores más extremos (tanto positivos como negativos) obtenidos en la primera fase, de manera que pueda ser más observable cualquier cambio de comportamiento ya sea por el cambio de color o pérdida de calidad asociada a la



compresión, siempre que esta sea visible. El listado exacto de imágenes y compresiones utilizadas se puede consultar en (Fonseca, 2011).

Con la selección y modificación de imágenes realizada, se ha procedido a evaluar el nuevo entorno de testeo personal. Los usuarios, delante de pantalla de ordenador (17" configurada a resolución de 1024x768), y a una distancia controlada y aproximada de 50cm, cargaban la web del test donde después de las instrucciones previas procedían a evaluar cada imagen utilizando los tres niveles descritos, quedando almacenados directamente en una base de datos todos los resultados. En esta fase, además de comprobar que los resultados emocionales de las imágenes no modificadas obtenían valores no diferenciados respecto a su evaluación en proyector, quedando validado el sistema on-line, se evaluó tanto la usabilidad del portal web, como aspectos relacionados con la distancia óptima de visualizado, de manera que para futuras iteraciones del experimento en nuevos dispositivos, se tuviera en cuenta como nueva variable la distancia óptima de visualizado y su influencia en la percepción de la calidad y de la compresión, así como su afectación a nivel emocional (Fonseca et al, 2009).

A parte de la consistencia demostrada del sistema con las imágenes no modificadas, los principales datos obtenidos en este punto reflejan una diferencia estadísticamente significativa ( $F = 4.272$ ,  $p < 0.05$ ), en la calidad percibida según el género de los usuarios como se puede ver en la siguiente Fig. 3:

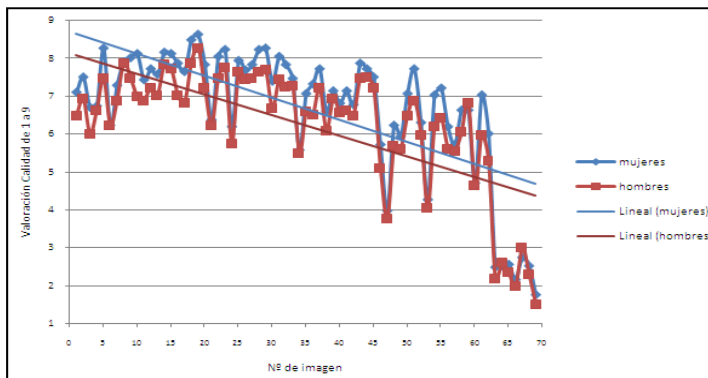


Figura 3 – Calidad por géneros de las 70 imágenes correspondientes a los originales IAPS y a las imágenes con modificaciones tanto de color como de compresión.

Adicionalmente remarcar que se ha observado una relación directa y positiva entre valencia y calidad percibida. A mayor calidad percibida el nivel de valencia también aumenta, disminuyendo ambos en caso contrario, generando una respuesta inversa en la activación.

La conversión de imágenes color en escala de grises ha repercutido en que los usuarios perciben las imágenes modificadas con una calidad menor que las originales en color (entre un 10 y un 15% menos), aspecto que repercute directamente en la valencia (aunque con una reducción en dichas tasas menor, entre el 5 y el 8%) y con mínimas variaciones en la activación. Por otro lado se ha confirmado que la compresión mediante el formato JPEG2000 de los originales en JPG permite llegar a tasas del 80% sin que el usuario perciba dicho cambio. Por encima de esta tasa los usuarios perciben



la bajada de calidad y asignan peores valoraciones de calidad percibida, siendo estadísticamente significativos los valores a partir de tasas superiores al 90% de compresión ( $F = 5.073, p < 0.01$ ).

Finalmente, y previo a la replicación multi-dispositivo, se han seleccionado las imágenes propias del sector arquitectónico, adoptando el modelo mixto anteriormente comentado. La selección ha quedado compuesta por:

- 17 infografías (imágenes generadas por ordenador), de proyectos arquitectónicos estudiados y realizados en el marco de la asignatura “Técnicas de representación II”, troncal de 6 créditos ECTS correspondiente al grado de Arquitectura La Salle.
- 18 fotografías reales del proyecto “Puente AZUD sobre el Ebro”, realizado por el profesor Navarro (2008), miembro del equipo de trabajo.
- 6 paneles compositivos de la Villa Tugendhat (Mies-van-der-Roche, 1930), objeto de estudio en diversas asignaturas del grado.
- 6 imágenes fotográficas de paisajes urbanos donde se han incluido versiones generadas mediante simulación lumínica, también conocidas como imágenes HDRi, *High Dynamic Range Imaging* (Pardo y Sapiro, 2003).

En la Fig. 4, podemos ver una muestra de imágenes del test mixto realizado, donde también se han incluido 7 imágenes de control del sistema IAPS al inicio y final del mismo, incluyendo tanto originales como modificaciones. En conclusión el test final utilizado en la siguiente fase ha constado en total de 61 imágenes (dentro del margen de entre 60-70 que propone de base el IAPS).



Figura 4 – Muestra de imágenes utilizadas en el test final.

### 3. Fase 3. Replicación multi-dispositivo.

Una vez definida la metodología de trabajo en base a la selección muestral de las imágenes a evaluar y el procedimiento a seguir, en esta última fase se ha procedido a la selección de dispositivos a evaluar y de la población de usuarios capaces de cubrir nuestras necesidades (estudiantes, profesionales y personas ajenas al ámbito de trabajo arquitectónico).

Los dispositivos seleccionados son los ya utilizados como la pantalla de proyector y de ordenador personal, a los que hemos añadido un casco de realidad virtual (modelo 5DT HMD 800-40) y la pantalla de teléfonos móviles de altas prestaciones (modelos iPhone

4 y Nokia n97 mini). En función del tiempo de carga observado de las imágenes y/o de la conexión a Internet disponible, hemos trabajado tanto con el modelo de test online desarrollado en la fase anterior, como con el modelo original IAPS en papel. La distribución por géneros ha constado de 28 mujeres (edad media: 27.74 y DT: 5.74) y 40 hombres (edad media: 27.27 años, DT: 6.60). Todos los test se han realizado de manera controlada y con condiciones horarias, de ubicación y lumínicas equivalentes siendo recomendaciones de replicación previas (Fonseca et al, 2010).

Los principales resultados obtenidos en esta fase los podemos resumir en los siguientes puntos:

- Los valores emocionales obtenidos reflejan una relación con la calidad percibida de la imagen así como con su tamaño de visualización y la adaptación del usuario al medio en el que la visualiza. Un ejemplo de esta afirmación son las elevadas activaciones obtenidas en la visualización en casco y en móvil (por encima del 20% respecto los otros entornos) y la baja valencia (entre el 15 y el % menos), demostrando que la visualización extrema (gran tamaño pero con clara visualización de errores, o pequeño tamaño), es un estímulo negativo para el usuario en general.
- Los usuarios relacionados con el campo arquitectónico valoran más positivamente dichas imágenes pero a la vez son más críticos con ellas y con cualquier alteración que no permita entender los conceptos reflejados. El trabajo con imágenes infográficas fuertemente comprimidas y en menor medida en escala de grises, reduce la calidad percibida y por tanto la valencia emocional aumentando la activación nerviosa, en mayor medida para estos usuarios expertos en relación con los que nada tienen que ver con la arquitectura (Fig. 5):

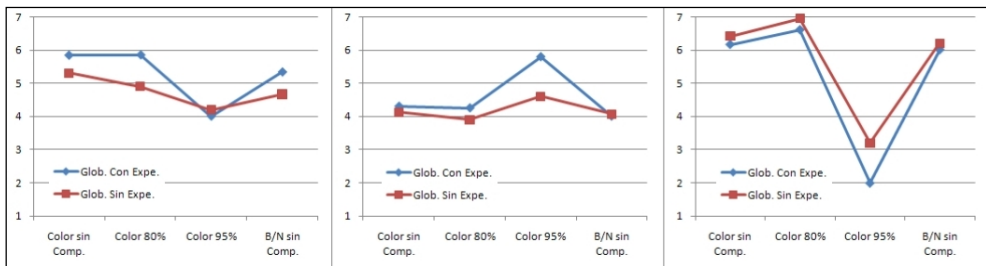


Figura 5 – Valencia, activación y calidad percibida en función de la experiencia del usuario y el modo de color y compresión de la imagen.

- Las pérdidas de calidad asociadas a la compresión de formatos son menos perceptibles para imágenes fotográficas y para su visualización en pantallas con resoluciones o formatos pequeños.
- La calidad percibida solo refleja una diferencia estadísticamente significativa ( $\alpha = 0.099$ ) cuando se comparan los resultados por géneros, siendo las mujeres quien otorgan valores más elevados que los hombres de manera global. Dicho nivel no refleja una diferencia significativa en base a la experiencia del usuario ( $\alpha = 0.371$ ), pero sí que dicha experiencia arroja una diferenciación destacable

para la valencia ( $\alpha = 0.091$ ), y la activación ( $\alpha = 0.098$ ), con mejores resultados para los usuarios con formación arquitectónica.

- La visualización de imágenes en pantallas de pequeño formato como la de los móviles genera una mejor empatía (valores elevados de valencia y calidad, así como bajos o moderados de activación), incluso para imágenes con elevadas tasas de compresión o en escala de grises.
- Se refleja que la visualización de paneles compositivos no está preparada para realizarse en soportes digitales sino para su impresión, siendo este tipo de imágenes las peor valoradas por todos los usuarios especialmente por los relacionados con la arquitectura. Por el contrario, las imágenes generadas mediante la técnica HDR generan una mejor calidad percibida (aunque no haya un aumento de la misma, y este aspecto sea tan solo subjetivo, y no real), y como ya ha sido comprobado previamente, una mejor valencia emocional, siendo estadísticamente significativa la diferencia entre los usuarios con conocimientos arquitectónicos y los que no ( $\alpha = 0.044$ ).

Si bien alguno de los conceptos reseñados se intuye habitualmente de modo natural, el presente estudio ha constatado científicamente y con datos tangibles dichas hipótesis de trabajo, demostrando no solo la importancia de la distancia de visualizado de un dispositivo, sino también el tamaño y resolución de la pantalla en conjunción con las características técnicas de las imágenes, y un hecho fundamental prácticamente no evaluado con anterioridad de manear conjunta al resto de parámetros: el perfil del usuario.

#### 4. Conclusiones

A lo largo de todo el proyecto, y en especial en las últimas fases se ha documentado una relación directa entre la calidad percibida por los usuarios y la valencia afectiva, así como una relación inversa con la activación nerviosa. Este resultado conlleva que podamos diferenciar entre estímulos positivos, y que podríamos agrupar como aquellas imágenes a color de elevadas resoluciones o niveles de compresión bajos y que permitan observar los detalles de las mismas sin errores ostensibles; y estímulos negativos, imágenes en escala de grises, con tasas de compresión en formato JPG2000 superiores al 85-90% respecto el JPG original, así como aquellas con detalles no visibles correctamente ya sea por la distancia o resolución de la pantalla o por el nivel de compresión utilizado.

Centrados en el uso docente de la imagen digital arquitectónica y con el objetivo de diseñar imágenes capaces de generar estímulos positivos teniendo en cuenta la tipología de las mismas y sus posibles dispositivos de visualización, podemos definir las siguientes recomendaciones en base a los resultados obtenidos:

- Las imágenes a color, permiten tasas de compresión en JPG2000 de hasta el 80% sin afectación a la calidad percibida, lo que nos permite reducir el tamaño del fichero resultante entre el 50 y 75% respecto el original. Tasas superiores solo son recomendables para pantallas de tamaño pequeño, como la de un móvil, o que se suelen visualizar a distancias elevadas como la de un proyector que suele además tener resoluciones no especialmente elevadas. Para pantallas con resoluciones elevadas como la de un ordenador, o que se visualicen desde

distancias muy pequeñas, caso del casco, no se aconseja pasar nunca del límite del 80%.

- Si el usuario conoce la tipología de la imagen y está entrenado en su interpretación, esta necesita ser capaz de mostrarse en dispositivos con elevadas prestaciones, a ser posible con elevados tamaños y con mínimas compresiones, siendo este aspecto menos relevante si el usuario final no está formado al respecto.
- Las imágenes en escala de grises se deben circunscribir a ámbitos o usos artísticos, ya que su uso informativo de detalles y características arquitectónicas genera respuestas negativas en especial en aquellos entornos visuales en los que se espera observar mayor detalle. En el extremo opuesto la generación de imágenes HDR se antoja como una solución aceptada, útil y que genera una respuesta ampliamente positiva, en todo tipo de usuarios.

En conclusión, queda demostrada la posibilidad de trabajar con imágenes digitales en formatos comprimidos sin que por ello se vea afectada la calidad que perciben los usuarios, y por consiguiente, sin que las reacciones emocionales se vean alteradas. Dicha afirmación conlleva por otro lado la necesidad que docentes, alumnos y cualquier usuario que en general crea, diseña o modifica imágenes digitales tenga claro el uso que de dicha imagen se va a hacer, ya que en función del medio de visualización, la necesidad o no de transmisión on-line y la tipología del usuario se pueden acometer diversas acciones para que sin minimizar el impacto emocional buscado en el usuario, la imagen se adapte a su procesado y visualizado.

El proyecto y los resultados obtenidos, ponen de manifiesto que el lema del “Todo Vale”, no es aplicable cuando se buscan una educación contextualizada en una sociedad multi-pantalla, multi-plataforma y que ante todo se debe adaptar a las necesidades puntuales de todo tipo de usuarios. Una imagen de elevada resolución, carece de lógica si se ha de enviar on-line, o visualizar en dispositivos con bajas resoluciones o pantallas pequeñas, ya que el objetivo intrínseco de una resolución elevada es o bien la visualización de todo tipo de detalles o una impresión/visualización a gran escala.

Otro aspecto relevante y que llama la atención es el comportamiento diferenciado observado en las fases iniciales del proyecto entre usuarios por su género o por edad (Fonseca et al, 2008). Las diferencias de percepción por género y su relación con el modelo de color de la imagen (Weiss et al, 2003), (Kimura, 2000), son temáticas con amplios estudios en el campo médico y de la psicología, pero que en nuestro caso y de cara a evaluar la experiencia de usuario en la interacción con tecnologías visuales nos abre la posibilidad de futuros estudios.

De igual forma, la constante carrera tecnológica en la que prácticamente y de forma mensual aparecen nuevos dispositivos con características cada vez más elevadas tanto en tasas de transmisión, como de almacenamiento y de resolución, hacen del proyecto relatado en el presente artículo, un punto de partida y que nos va a permitir en futuras iteraciones poder afinar más tanto en resultados como en conclusiones y recomendaciones de trabajo.

Para finalizar, indicar que actualmente se están haciendo pruebas de las métricas descritas en las asignaturas de Herramientas Informáticas I y II, cursadas en el grado

de Arquitectura La Salle, Universitat Ramon Llull, combinando nuevos dispositivos como las tabletas digitales, y nuevas tecnologías como las de visualización mediante realidad aumentada. Los datos detallados tanto de las fases previas como la descrita en el presente artículo también los podemos encontrar en (Fonseca, 2011).

## Referencias bibliográficas

- Bradley, M., & Lang, P. (1994). Measuring emotion: the Self-Assessment Manikin and the Semantic Differential. *Journal of Behaviour Therapy and Experimental Psychiatry*, 25 (1), 49-59.
- Cabero, J. (1994). Nuevas tecnologías, comunicación y educación. *Comunicar*, 3, 14-25.
- Center for the Study of Emotion and Attention [CSEA-NIMH]. (1999). The International affective picture system: Digitized photographs. Gainesville, University of Florida. USA.
- Chen, C., & Yu, Y. (2000). Empirical studies of information visualization: a meta-analysis. *International Journal of Human-Computer Studies*, 53, 851-866.
- Coursaris, C., Swierenga, S., & Watrall, E. (2008). An Empirical Investigation of Color Temperature and Gender Effects on Web Aesthetic. *Journal of Usability Studies*, 3 (3), 103-117.
- Del Olmo, J. (2006). El Color como elemento comunicacional. *Comunicar*, 111-116.
- Enser, P., & Armitage, L. (1997). Analysis of User Need in Image Archives. *Journal of Information*, 23 (4), 287-299.
- Eshet-Alaklai, Y. (2004). Digital Literacy: A Conceptual Framework for Survival Skills in the Digital Era. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 13 (1), 93-106.
- Eshet-Alkali, Y., & Chajut, E. (2010). You Can Teach Old Dogs New Tricks: The Factors that Affect Changes over Time in Digital Literacy. *Journal of Information Technology Education*, 9, 173-181.
- Estrella, C. (2008). Psicofisiología de la visualización de imágenes CCTV con calidad. Consultado en línea, septiembre 2008: [cestrela.blogspot.com/2008/08/psicofisiologia-de-la-visualizacion-de.html](http://cestrela.blogspot.com/2008/08/psicofisiologia-de-la-visualizacion-de.html)
- Fonseca, D., Garcia, O., Duran, J., Pifarre, M., Villegas, E., (2008), An Image-Centred Search and Indexation System based in User's Data and Perceived Emotion. *16<sup>o</sup> ACM International Conference on Multimedia. 3rd International Workshop on Human-Centered Computing (HCC)*. Vancouver, Canada. 27-34. <http://doi.acm.org/10.1145/1462027.1462032>
- Fonseca, D., Garcia, O., Duran, J., Pifarre, M., Villegas, E., Sorribes, X., (2009), Iconographic WEB image classification based on Open Source Technology, *13th World Multi-Conference on Systemics, Cybernetics and Informatics 2009 (WMSCI09)*. Orlando, USA. Vol.3, Pag. 184-189.

- Fonseca, D., Villagrasa, S., Garcia, O., Navarro, I., Puig, J., Painagua, F. (2010), User's Experience in the visualization of architectural images in different environments, *4th International Multi-Conference on Society, Cybernetics and Informatics 2010 (IMSCI 2010)*. Orlando, USA. Vol 2. Pag. 18-22.
- Fonseca, D. (2011), Evaluación emocional de la experiencia de usuario y la imagen arquitectónica según el entorno de visualizado. *Tesis Doctoral por la Universitat Ramon Llull*. Dep. Legal. B.34728-2011. Disponible en línea en: <http://www.tdx.cat/handle/10803/37892>
- Gutiérrez-Martin, A., Palacios-Picos, A., & Torrego-Egido, L. (2010). Tribus digitales en las aulas universitarias, Digital Tribes in the University Classrooms. *Comunicar* , 17 (34), 173-181.
- Jacobson, N., & Bender, W. (1996). Color as a determined communication. *IBM Systems Journal* , 526-538.
- Joint Photographic Experts Group. (2007). The JPEG Committee home page. Consultado en línea, noviembre 2008: <http://www.jpeg.org/>
- Kimura, D. (2000). Sex and Cognition. Massachusetts: MIT Press Cambridge .
- Koutamanis, A. (2000). Digital architectural visualization. *Automation in Construction* , 9, 347-360.
- Lang, P., Bradley, M., & Cuthbert, B. (2005). International Affective Picture System (IAPS): Affective ratings of pictures and instruction manual. University of Florida, NIME. Gainesville: University of Florida.
- Mies-van-der-Rohe, L. Villa Tugendhat. Brno.
- Moltó, J., et al. (1999). Un Nuevo Método para el Estudio Experimental de las Emociones: el "International Affective Picture System" (IAPS). Adaptación Española. *Revista de Psicología General y Aplicada* , 52 (1), 55-87.
- Navarro, I. Puente AZUD sobre el Ebro. Exposición Universal de Zaragoza, 2008. Navarro Arq., Zaragoza.
- Pardo, A., & Sapiro, G. (2003). Visualization of High Dynamic Range Images. *IEEE Transactions on Image Processing* , 639-647.
- Peng, C. (2002). Design through digital interaction. *Computing Communications and Collaboration on Design*. Bristol: Intellect Books.
- Redondo, J., Fraga, I., Comesaña, M., & Perea, M. (2005). Estudio Normativo del valor afectivo de 478 palabras españolas. *Psicológica. International Journal of Methodology and Experimental Psychology* , 26 (1), 317-326.
- Rubin, N. (2007). Book Review: Literacy in a Digital World: Teaching and Learning in the Age of Information. *Journal of Literacy and Technology* , 8 (2), 64-69.
- Tsai, H., Hsiao, S., & Hung, F. (2006). An image evaluation approach for parameter-based product form and color design. *Computer-Aided Design* , 38, 151-171.

- Wang, L., Giesen, J., McDonnell, K., Zolliker, P., & Mueller, K. (2008). Color Design for Illustrative Visualization. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* , 14 (6), 1739-1754.
- Weiss, E. M., Kemmler, G., Deisenhmer, E., Fleischhacker, W., & Delazer, M. (2003). Sex differences in cognitive functions. *Personality and Individual Differences* , 863-875.
- Winn, W., & Everett, R. (1979). Affective rating of color and black-and-white pictures. *Educational Technology Research and Development* , 7 (2), 148-156.