

Tesis doctoral

EL RENDER DE ARQUITECTURA ANÁLISIS DE LA RESPUESTA EMOCIONAL DEL OBSERVADOR

Susana Iñarra Abad

Mayo 2014

Directores:

Francisco Juan Vidal

M^a Carmen Llinares Millán



EL RENDER DE ARQUITECTURA ANÁLISIS DE LA RESPUESTA EMOCIONAL DEL OBSERVADOR

Susana Iñarra Abad

Directores:

Francisco Juan Vidal
M^a Carmen Llinares Millán



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA
SUPERIOR
D'ARQUITECTURA



RESUMEN

En el ámbito de la expresión gráfica arquitectónica, la realidad virtual supone una herramienta indispensable en nuestros días para comunicar el proyecto de arquitectura. Entre todos los canales de expresión de la realidad virtual, los renders o perspectivas digitales son los más comúnmente empleados en concursos, publicaciones y medios de divulgación arquitectónica. En estos soportes, las imágenes renderizadas permiten una rápida comprensión de la propuesta planteada, sean expertos o no los observadores de las mismas.

El rápido avance de los programas informáticos de modelización digital ha permitido a los arquitectos producir sofisticadas imágenes como una valiosa herramienta para seducir a los observadores de las mismas. Las impresiones emocionales evocadas por estas imágenes generarán en el observador una opinión más o menos favorable sobre el espacio que la imagen representa.

Con este trabajo de investigación se pretende averiguar cuáles son los factores emocionales que se encuentran detrás del proceso de evaluación del proyecto mediante imágenes digitales. Cuáles son las emociones que estas imágenes despiertan y cómo influyen en la valoración global de la propuesta arquitectónica.

Para analizar esta estructura emocional en el observador se requiere de técnicas capaces de medir la percepción de los observadores y de las expresiones apropiadas para comunicar estas percepciones. Como marco de trabajo para desarrollar el trabajo experimental se ha elegido una metodología de análisis de percepciones que, por su extensa trayectoria en el diseño y desarrollo de nuevos productos, se considera como una de las más válidas: La Ingeniería Kansei. Además de medir su respuesta subjetiva, también se ha empleado una herramienta de medida objetiva de la respuesta intuitiva, el eye-tracking. Esta tecnología permitirá analizar cómo es el comportamiento de la mirada ante la observación de un render, en el momento en el que se está evaluando el proyecto.

La originalidad de este trabajo de investigación ha consistido en aplicar esta metodología al campo de las imágenes digitales, estableciendo como marco de valoración el supuesto de un jurado de concurso de arquitectura. Las conclusiones de este trabajo permiten entender cómo los diferentes parámetros de diseño de la imagen afectan a la respuesta emocional del observador y cómo esta respuesta es diferente entre el colectivo de arquitectos y de no arquitectos.

AGRADECIMIENTOS

Un gran número de personas me han prestado su apoyo de una manera u otra a lo largo del trabajo de investigación que he llevado a cabo en estos últimos tres años.

Agradecer en primer lugar a los más de 300 participantes (compañeros, amigos, familiares, alumnos, personal administrativo, etc) que han realizado las encuestas y que han generado miles de respuestas que han hecho posible esta investigación.

A M^a Carmen Llinares y Francisco Juan, mi profundo agradecimiento por haber dirigido este trabajo con la dedicación, el rigor y el apoyo que todo doctorando necesita.

Doy las gracias al Instituto Labhuman por habernos abierto las puertas con este trabajo y por permitirnos formar parte de una nueva línea de investigación en torno a las emociones y a la arquitectura. En particular, mi sincero agradecimiento a Mariano Alcañiz y a Jaime Guixeres.

Debo dar las gracias también a los estudios de arquitectura y comunicación visual que me han permitido emplear sus renders para ser evaluados. En particular a Marin, mi compañero de bgstudio, por ser la inspiración de este trabajo, mostrándome que las imágenes pueden emocionar.

Por último, agradecer el apoyo constante e incondicional de José Luis, Eugenia, Paola, Marko y Juanma, mi familia.

INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES	14
MOTIVACIONES	16
OBJETIVOS Y METODOLOGÍA	18
ESTRUCTURA DE LA TESIS	20
CONTENIDO PUBLICADO	22

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES TEÓRICOS Y EXPERIMENTALES

1.1 LA REALIDAD VIRTUAL COMO HERRAMIENTA DE EXPRESIÓN DE LA ARQUITECTURA

1.1.1 De la perspectiva al render	
1.1.1.1 Perspectiva	24
1.1.1.2 Fotografía	24
1.1.1.3 Fotomontaje	25
1.1.1.4 Render	26
1.1.2 El render de arquitectura en la actualidad	27

1.2 EL PROCESO DE PERCEPCIÓN Y EVALUACIÓN

1.2.1 La interpretación del espacio a través de la imagen digital	
1.2.1.1 El espacio	29
1.2.1.2 El espacio virtual	30
1.2.1.3 La percepción de realidad en la imagen virtual	31
1.2.2 La valoración del espacio	33
1.2.3 La respuesta emocional	34
1.2.4 Diferencias arquitectos-no arquitectos	35

1.3 SISTEMAS DE MEDICIÓN DE LA RESPUESTA EMOCIONAL

1.3.1 Valoración subjetiva: La Ingeniería Kansei	37
1.3.1.1 Sistema de Ingeniería Kansei	38
1.3.1.2 Construcción de un sistema de Ingeniería Kansei	38
1.3.1.3 Aplicaciones de la Ingeniería Kansei	41

1.3.1.4 La Ingeniería Kansei en el estudio del espacio arquitectónico	43
1.3.2 Valoración objetiva: Eye Tracking	
1.3.2.1 El movimiento de los ojos	46
1.3.2.2 Herramientas de medida	47
1.3.2.3 Estudios experimentales	48
1.3.2.4 Percepción de entornos naturales	50
1.3.2.5 Percepción de obras de arte	51
1.3.2.6 Atención visual y respuesta subjetiva	52
CAPÍTULO 2: EXPERIENCIA I	
2.1 MATERIAL Y MÉTODOS	
2.1.1 Selección de expresiones	
2.1.1.1 Elaboración del listado inicial	56
2.1.1.2 Diagrama de Afinidad	57
2.1.1.3 Elaboración del listado definitivo	58
2.1.2 Selección de estímulos	60
2.1.3 Diseño del cuestionario	
2.1.3.1 Contenido del cuestionario	66
2.1.3.2 Tamaño de la muestra	67
2.1.3.3 Selección de la muestra	68
2.1.4 Desarrollo del estudio de campo	69
2.1.5 Tratamiento de datos	71
2.2 RESULTADOS	
2.2.1 Análisis descriptivo de la muestra	72
2.2.2 Análisis de las expresiones	73
2.2.3 Análisis de la valoración global	75
2.2.4 Diferencias entre grupos de sujetos	76
2.2.5 Análisis factorial de las expresiones	79
2.2.6 Diferencias de factores entre grupos de sujetos	81
2.2.7 Relación de los ejes semánticos con la valoración global	82

2.2.8 Perfiles semánticos de los 3 grupos de imágenes	84
2.2.9 Distancias semánticas	86
2.3 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	88
CAPÍTULO 3: EXPERIENCIA II	
3.1 MATERIAL Y MÉTODOS	
3.1.1 Selección de estímulos	92
3.1.2 Diseño del experimento	
3.1.2.1 Información objetiva	95
3.1.2.2 Información subjetiva	95
3.1.2.3 Información fisiológica	97
3.1.2.4 Tamaño y selección de la muestra	100
3.1.3 Desarrollo del estudio de campo	101
3.1.4 Tratamiento de datos	102
3.2 RESULTADOS	
3.2.1 Análisis descriptivo de la muestra	109
3.2.2 Análisis de las impresiones emocionales	110
3.2.3 Análisis de las valoraciones de los atributos de diseño de la imagen	112
3.2.4 Análisis de las valoraciones globales	114
3.2.5 Análisis del recorrido visual	
3.2.5.1 Número total de fijaciones	116
3.2.5.2 Localización de las 4 primeras fijaciones.	116
3.2.5.3 Dispersión del patrón de visualización.	117
3.2.6 Análisis de lo mapas de calor	118
3.2.7 Análisis de las métricas de las Áreas de Interés	
3.2.7.1 Tiempo hasta la primera fijación	119
3.2.7.2 Duración total de las fijaciones	120
3.2.8 Análisis de las relaciones entre las respuestas	
3.2.8.1 Relación entre impresiones emocionales y valoración global	122
3.2.8.2 Relación entre la valoración de los elementos de diseño y las impresiones emocionales	124
3.2.8.3 Relación entre el recorrido visual y la respuesta subjetiva	126

3.2.8.4 Relación entre las Áreas de Interés (AOI) y la respuesta subjetiva	
Relación superficies de AOI con respuesta subjetiva	126
Relación Duración total de las fijaciones (TFD) con respuesta subjetiva	128
3.2.9 Perfiles completos por imágenes	130
3.3 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	186
CONCLUSIONES	
RESUMEN DE LOS ANTECEDENTES	192
CONCLUSIONES DEL TRABAJO EXPERIMENTAL	194
FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	200
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	204
BIBLIOGRAFÍA	211
ÍNDICE DE FIGURAS	212
ÍNDICE DE TABLAS	215
ANEXO 1: Documentación EXPERIENCIA I	223
ANEXO 2: Documentación EXPERIENCIA II	261

ANTECEDENTES

Decía Kandinsky en cuanto a la forma de entender el arte moderno, que el artista buscaba despertar sentimientos sutiles que en su momento no tenían nombre, las obras surgidas de su proceso creativo generaban en el público capaz de sentirlas emociones tan matizadas que las palabras no las podían manifestar. Diría también que las formas de ser artísticas encontraban una relación con el alma del espectador y si esta relación era profunda, el estado de ánimo de la obra podía modificar el estado de ánimo del observador.

Estos sentimientos sutiles que el artista expresa a través de su obra y las emociones que el espectador experimenta al vivir la obra, pertenecen a dos esferas independientes. El código que emplea el artista al expresarse a través de su obra no es el mismo por el que el observador la percibe, así que esta distancia permanecerá siempre insalvable.

Pese a que las emociones percibidas por el espectador de la obra pictórica o de la fotografía, sean de orden muy profundo, casi espiritual como señala Kandinsky, el canal sensitivo por el que se percibe la obra es básicamente el visual. Lo mismo ocurre con la música, que se percibe fundamentalmente a través del oído, aunque permita experimentar emociones que van más allá de lo que el sonido en sí transmite.

La arquitectura en cambio emplea simultáneamente todos los canales sensitivos, “Cada experiencia conmovedora de la arquitectura es multisensorial: las cualidades del espacio, de la materia y de la escala se miden a partes iguales por el ojo, el oído, la nariz, la piel, la lengua, el esqueleto y el músculo” (Pallasmaa, 2006). Además la experiencia del espacio, bien sea en entornos naturales, urbanos o interiores, es una experiencia sensitiva cotidiana y constante, siempre estamos experimentando el espacio, por eso la noción que el hombre tiene del espacio que le rodea, atañe directamente a la noción que el hombre tiene de su propia existencia.

Ser conscientes de este hecho fue lo que llevó en 1953 al arquitecto alemán Goeritz a acuñar el término “arquitectura emocional” en un manifiesto que lleva este nombre. Goeritz en contra del “funcionalismo” imperante en la arquitectura mexicana de su tiempo, era partidario de estudiar el proyecto de arquitectura desde el punto de vista de las emociones que éste despierta en el usuario. Como expresión espacial de su manifiesto realizó el Museo Eco (figura 1) que pretende ser un “Gesamtkunstwerk” una síntesis de las artes espaciales para evocar el uso de los sentidos visuales, acústicos y motrices para disolver los límites entre las artes y la vida (Krieger, 2006)

El arquitecto crea espacios de vida y éstos deberán despertar en el usuario emociones favorables para desarrollar la actividad para las que este espacio ha sido creado: bienestar en el hogar, seguridad en el espacio urbano, seriedad en los lugares de trabajo, monumentalidad en los símbolos de la ciudad, etc. La capacidad del arquitecto para ahondar en estos aspectos se desarrolla a partir de su propia experiencia. De esta manera, la forma lógica de aprender del espacio arquitectónico para después ser capaz de proyectarlo y representarlo es, sin duda, la de experimentarlo a través de todos los canales sensitivos que el espacio nos despierta.

Pero la realidad de la profesión de arquitecto en nuestros días hace que gran parte de la expresión arquitectónica se realice a través de imágenes de arquitectura y no del espacio



Figura 1. Museo del ECO. Mathias Goeritz. 1952

mismo. En las imágenes digitales que han inundado los medios de divulgación arquitectónica, se entremezclan fotografías digitales de espacios existentes con renders (fotografías con una cámara virtual) de espacios inexistentes. Las primeras representan lugares existentes pero pueden ser alteradas para modificar la percepción que del lugar tendrá el observador de la imagen, las segundas nos hablan de lugares que todavía no existen pero presentan porciones de realidad a través de los extractos de la fotografía (texturas, árboles, personas...) que componen la imagen.

El aumento de plataformas digitales de divulgación arquitectónica y el descenso de posibilidades de que los de proyectos lleguen a materializarse, han ido propiciando la creación de un nuevo escenario para experimentar los proyectos de arquitectura. El arte de la arquitectura va derivando hacia un arte visual y alejándose de su componente existencial. De esta manera la imagen digital de arquitectura ya no es solo un medio de comunicación del futuro proyecto a construir, si no que se convierte en el objeto de creación, en un fin artístico en sí mismo.

Aunque el proyecto de arquitectura que la imagen representa nos llegue solo a través de la vista, al igual que en la obra pictórica o fotográfica, el universo emocional que despierta en el observador atañe a emociones más profundas y cómo observó Kansdisnky “tan matizadas que nuestras palabras no las podrán manifestar”.

En este panorama, aparece un nuevo perfil de artista en torno al arte de la arquitectura, el visualizador arquitectónico, capaz de producir imágenes que mas allá de narrar el proyecto en su contenido formal y funcional, trata de transmitir al observador emociones ligadas a la experimentación multisensorial del espacio vivido. Este artista, formado en arquitectura, se encuentra ahora sin las limitaciones de la arquitectura construida y emplea los recursos del artista plástico para recrear sensaciones ligadas al espacio.



Figura 2. Biblioteca Mecca. Proyecto: Snoetta. Imagen: MIR

MOTIVACIONES

La mayoría de las propuestas presentadas en los grandes concursos internacionales de arquitectura van acompañadas de imágenes sublimes e impactantes que transmiten ese algo misterioso y místico de las obras de arte. La capacidad de seducción de estas imágenes, que invaden el contenido gráfico de la propuesta, ponen en duda la capacidad del jurado para analizar de forma objetiva y analítica la calidad del proyecto de arquitectura presentado.

Las estrategias empleadas en el mundo de la publicidad para captar la atención del público y favorecer la actitud de compra de un producto, van apareciendo en la arquitectura. En concreto, en el proceso de selección del concurso de arquitectura, donde el elevado número de propuestas y el escaso tiempo de reflexión hacen que el proceso de selección-descarte de proyectos se realice de una forma más intuitiva y menos analítica de lo que debería.

La experiencia profesional y docente en este ámbito de la comunicación visual arquitectónica me ha llevado a observar de cerca cómo la modificación de determinados parámetros de la imagen tenían una incidencia directa sobre la respuesta emocional del observador. Más allá de los parámetros relacionados con la naturaleza del proyecto representado, existen otros aspectos sutiles que generan en el observador una respuesta más honda sobre el espacio que la imagen representa. Aspectos que están más relacionados con la vida que discurre en el espacio que con el espacio mismo: la suave brisa tras la lluvia, la fría bruma del amanecer, el alegre algarabío de niños jugando en un parque cercano, el ensordecedor ruido del tráfico en horas punta, la intrigante forma de una silueta tras una ventana encendida. Estos parámetros de ambiente, influyen sin duda de manera más o menos favorable en la evaluación de la propuesta arquitectónica.

Durante más de diez años he colaborado estrechamente con un arquitecto, experto en visualización arquitectónica, capaz seducir con sus imágenes al observador, guiándose por su propia experiencia e intuición, dominando los parámetros que inciden directamente en la respuesta estética del que las observa. Este hecho me llevó a investigar sobre el proceso de percepción de las imágenes digitales de arquitectura y en concreto a plantearme las siguientes cuestiones:

¿Cómo definir y medir las emociones generadas por la imagen cuando se evalúan?

¿Cómo relacionar los diferentes parámetros de la imagen con las emociones generadas?

El conocimiento de los factores emocionales detrás del proceso de evaluación del usuario requiere de la aplicación sistemática de técnicas que analizan las preferencias humanas para que puedan ser incluidas en el proceso de diseño. La publicidad actual desarrolla sofisticadas estrategias para captar la atención del público general o de un determinado sector en particular, y de esta manera despertar en él sentimientos que favorezcan la elección del producto diseñado.

Sin embargo, debido a la novedad de estas técnicas y a la complejidad del proceso cognitivo que depende de factores de diferentes ámbitos (marketing, psicología, arquitectura...) no se encuentran apenas trabajos de investigación que analicen los factores emocionales que afectan al proceso de evaluación de las representaciones de arquitectura digitales.



Figura 3. Concurso Block 39 en Belgrado. Proyecto e imagen: bg-studio

OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

Para llevar a cabo un trabajo experimental que permita establecer cuál es la respuesta emocional de observador de la imagen digital de arquitectura, se ha establecido un marco de trabajo basado en la Ingeniería Kansei (Kansei Engineering). Esta tecnología surge en la década de los 70 en el Kure Institute of Technology (Hiroshima, Japón) en el ámbito del desarrollo de productos orientados al usuario, y es capaz de cuantificar las percepciones de los usuarios y relacionarlas con elementos de diseño.

Esta metodología considera que la valoración de los sujetos está condicionada no sólo por el estímulo o imagen, sino también por el esquema de conceptos que utiliza un determinado grupo de usuarios. De esta forma, para valorar adecuadamente una situación, las variables de valoración deben adaptarse al esquema mental del usuario. De esta manera, antes de comenzar a incidir en el proceso de evaluación debemos establecer el universo de atributos semánticos percibidos realmente por el usuario. Solamente una vez definida dicha estructura conceptual es posible establecer las relaciones entre cada atributo percibido, sea simbólico o material, sobre la valoración global del producto (fig. 4).

Para conseguir los objetivos planteados en esta tesis, se han desarrollado dos trabajos de campo independientes y consecutivos.

Si bien el objetivo común de la fase experimental es ahondar en la respuesta emocional del observador del render de arquitectura cuando se encuentra en una fase de evaluación del proyecto, cada uno de los estudios pretende alcanzar unos objetivos concretos y para ello se han empleado metodologías diferentes.

Las cuestiones planteadas como punto de partida de la **Experiencia I** son:

- ¿Es posible determinar e incluso cuantificar las reacciones emocionales o sensaciones que estas imágenes digitales generan en el observador?
- ¿Se pueden relacionar estas emociones con la valoración global de la propuesta arquitectónica?
- ¿Existen diferencias entre la respuesta emocional de arquitectos y no arquitectos?
- ¿Existen diferencias en las respuestas en función de los diferentes tipos de renders?

La metodología de trabajo desarrollada para conseguir responder a estas preguntas ha consistido en un trabajo de campo en el que han participado 217 personas (104 arquitectos y 113 no arquitectos). El soporte de trabajo fundamental ha consistido en cuestionarios elaborados según los principios de la Ingeniería Kansei. A través de la semántica diferencial trataremos de cuantificar y clasificar las sensaciones percibidas por el encuestado ante diferentes tipologías de perspectivas digitales, presentadas en recientes concursos internacionales.

El objetivo fundamental de la Ingeniería Kansei es, por un lado definir cuál es el espacio semántico en torno al producto estudiado, por otro definir las propiedades del producto y finalmente estudiar cómo se asocian ambos conjuntos, para poder cuantificar la relación entre los atributos de los estímulos y la valoración de cada palabra Kansei o emoción.

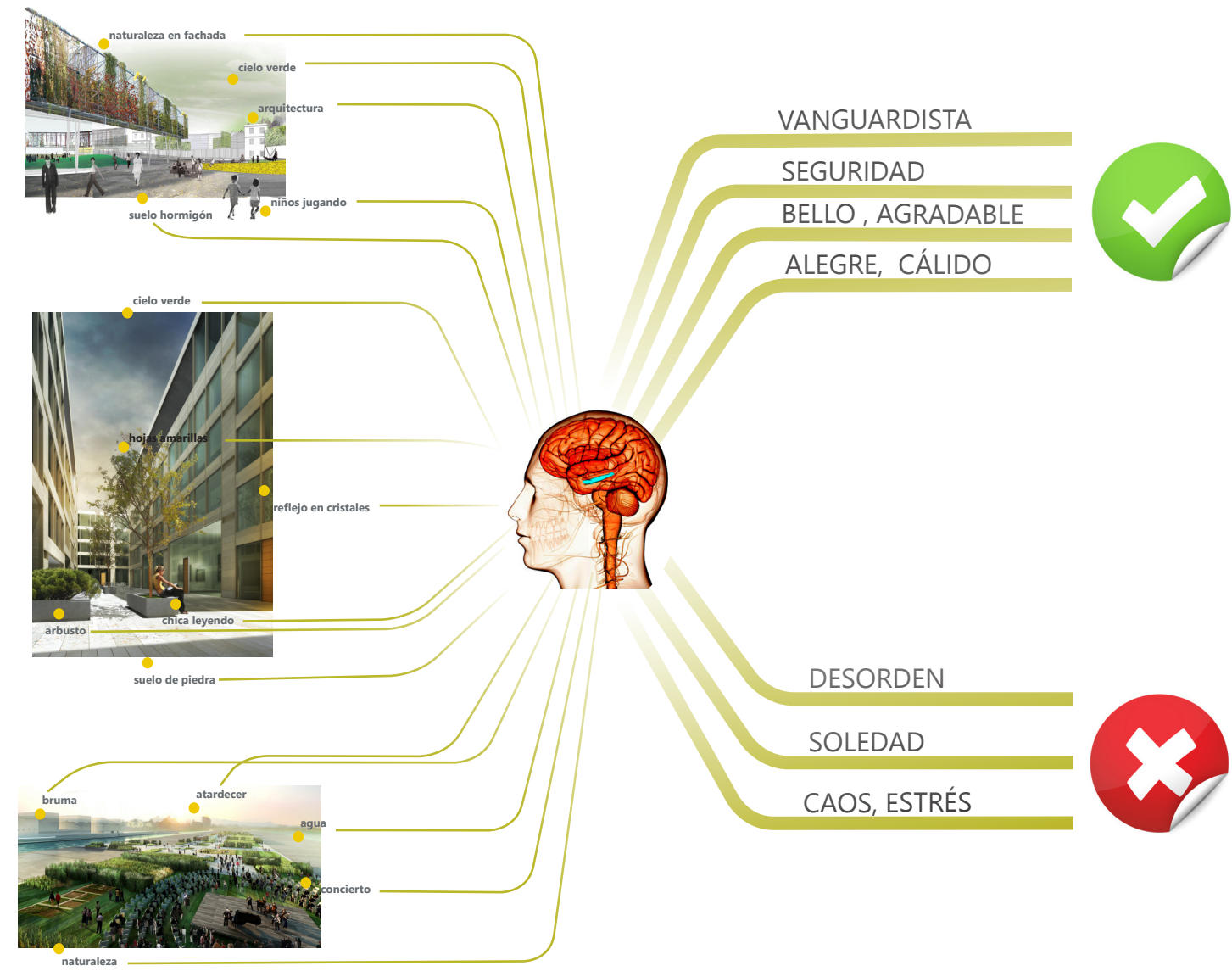


Figura 4. Esquema de la metodología de trabajo según los principios de la Ingeniería Kansei

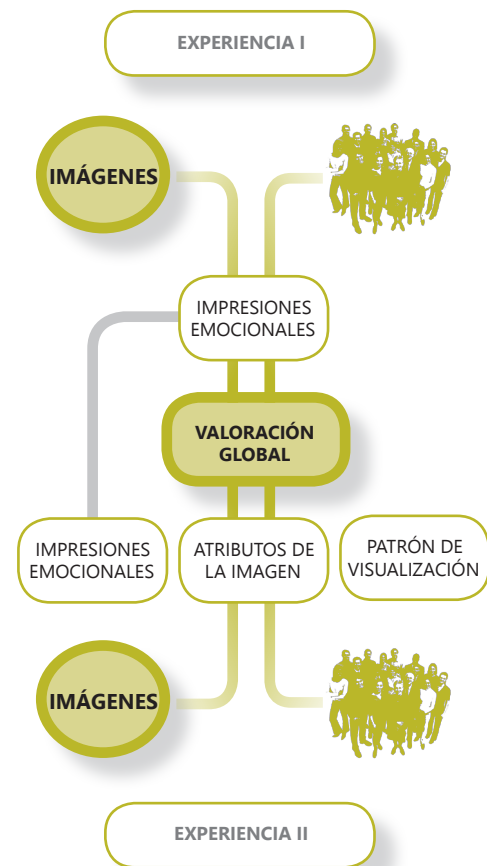


Figura 5. Esquema de la secuencia de experiencias

En la experiencia I hemos llevado a cabo la fase de definición del espacio semántico y hemos relacionado éste con la valoración global de la imagen.

Una vez obtenidos los resultados de esta experiencia, las cuestiones planteadas como punto de partida de la **Experiencia II** son:

¿Cómo valoran los observadores los diferentes atributos de las imágenes?

¿Se pueden relacionar las valoraciones de los diferentes atributos con las emociones que la imagen despierta?

¿Se pueden relacionar las valoraciones de los diferentes atributos con la valoración del proyecto?

¿Cómo se observan las imágenes? ¿Existen diferencias en el patrón de visualización de arquitectos y no arquitectos?

¿Existe algún parámetro en la forma de observar las imágenes que se pueda relacionar con la valoración de la imagen?

Al ser el estímulo empleado una imagen de un espacio arquitectónico, la parametrización de los atributos de la imagen o definición de sus propiedades es un proceso complejo que no puede ser realizado únicamente por el diseñador de la imagen, cómo veremos en los ejemplos de trabajos realizados mediante la Ingeniería Kansei.

En este segundo trabajo de campo, en el que han participado 75 personas (39 arquitectos y 36 no arquitectos), estudiaremos cómo los observadores perciben las diferentes propiedades de la imagen virtual de arquitectura.

Además de medir su respuesta subjetiva, también emplearemos una herramienta de medida objetiva de la respuesta intuitiva, el eye-tracking. Esta tecnología permitirá analizar cómo es el comportamiento de la mirada ante la observación de un render, en el momento en el que se está evaluando el proyecto.

Si bien la medida de respuestas de la experiencia I se han tomado íntegramente a través de cuestionarios *on line*, en la experiencia II se ha contado con la colaboración del Instituto Interuniversitario LabHuman de Universidad Politécnica de Valencia y las encuestas se han realizado de forma presencial. Esto permitirá contrastar las diferencias en las emociones provocadas por las imágenes en ambos entornos y establecer una metodología eficiente de estudio para futuros trabajos.

ESTRUCTURA DE LA TESIS

Tras esta introducción, se expone el trabajo llevado a cabo para el desarrollo de esta tesis doctoral, organizado de la siguiente manera:

En el **Capítulo 1** se desarrolla el contexto teórico y experimental en el que este trabajo de investigación ha sido llevado a cabo. Primero se realiza un recorrido histórico a través de las diferentes técnicas de representación tridimensional de la arquitectura, para llegar a la imagen digital de arquitectura en el contexto de realidad actual. A continuación se analizan los principios básicos relativos al proceso de percepción y evaluación del espacio, así como los trabajos experimentales realizados en torno a estos principios. Por último, se analizan los sistemas de análisis de la respuesta del observador que han sido empleados en los trabajos experimentales, la Ingeniería Kansei para la medición de la respuesta subjetiva del observador y el Eye-tracking como herramienta de medida de la respuesta objetiva del observador.

En el **Capítulo 2** se desarrolla el primer trabajo experimental realizado para conseguir los objetivos planteados. Comenzando con la descripción detallada de la elaboración del material de las encuestas y de la selección de estímulos, a continuación se presentan los resultados obtenidos a partir del análisis de los datos. Por último, se discuten y analizan los resultados, en relación al marco teórico establecido en el Capítulo 1.

En el **Capítulo 3** se expone en detalle la segunda experiencia realizada en torno al render de arquitectura. Siguiendo la misma estructura que en el Capítulo 2, se desarrollan cada una de las fases realizadas para llevar a cabo este trabajo experimental y se exponen y discuten los resultados obtenidos, así como las limitaciones encontradas.

Finalmente, se presentan las **Conclusiones** derivadas de la investigación teórica y experimental de este trabajo de investigación. Estas reflexiones, permitirán establecer algunas recomendaciones y pautas para las futuras líneas de trabajo derivadas de estas experiencias.

La información completa de las encuestas realizadas en los trabajos experimentales, así como los estímulos empleados y las tablas de resultados que no han sido presentadas en los capítulos, se encuentran en el **Anexo 1**, para la Experiencia I y en el **Anexo 2** para la Experiencia II.