

00

La influencia bidireccional entre la arquitectura y la emoción del ser humano no es un concepto nuevo. Sin embargo, la posibilidad actual de producir simulaciones realistas mientras se registra la actividad neuronal proporciona un nuevo marco para investigaciones complementarias. Estas sinergias aún no componen un cuerpo sólido ni suponen una herramienta de diseño efectiva. De esta forma, el propósito principal de la tesis es avanzar en la metodología necesaria para utilizar esta información de forma útil para el profesional. Lo cual permitirá contribuir en la proposición de criterios de diseño basados en la globalidad del ser humano, redundando en la mejora de la calidad de vida de todos los ciudadanos.

El objetivo principal se abordó a través de cinco cuestiones que estructuraron la tesis doctoral:

01\_ ¿cómo identificar el conjunto de factores o necesidades emocionales detrás de la evaluación de un espacio por parte de sus usuarios?;

02\_ ¿qué sistemas de simulación ambiental son los más apropiados para estudiar el efecto emocional de parámetros espaciales?;

03\_ ¿cómo combinar sistemas de simulación ambiental y de registro neurofisiológico para extraer directrices de diseño orientadas a apoyar los estados emocionales de sus usuarios?;

04\_ dado que las medidas neurofisiológicas son inespecíficas de la experiencia arquitectónica y generalmente resultan complejas de interpretar, ¿es posible generar índices neurofisiológicos que cuantifiquen de manera simple y aplicable la experiencia emocional de la arquitectura?; y

05\_ ¿es posible cartografiar esta experiencia de manera intuitiva?

Cada una de estas cuestiones se respondió mediante una investigación:

01

## EVALUACIÓN EMOCIONAL DE SALAS DE NEONATOLOGÍA.

**OBJETIVO\_** Identificar los factores y necesidades emocionales de los usuarios de salas de espera de neonatología.

**METODOLOGÍA\_** Focus Groups (175 sujetos) e Ingeniería Kansei (144 sujetos).

**RESULTADOS\_** Se identificaron cinco conceptos independientes: privacidad, funcionalidad y profesionalidad, espacialidad, iluminación, y limpieza, y seis aspectos de diseño fundamentales: ambientes espaciosos, separación entre las cunas, uso de colores diferentes a los usualmente empleados en hospitales, diseños con temática infantil, luz artificial con temperatura del color cálida, y equipamiento de fácil uso.

**CONCLUSIONES\_** Los resultados proporcionan recomendaciones de diseño interesantes y demuestran el potencial de la combinación de las metodologías empleadas (cualitativa y cuantitativa) en el estudio de los aspectos emocionales relacionados con la arquitectura.

Higuera-Trujillo, J.L., Aviñó, A., & Llinares, C. L. (2017). User Evaluation of Neonatology Ward Design: An Application of Focus Group and Semantic Differential. *HERD: Health Environments Research & Design Journal*, 10(2), 23-48.



02

## ESTUDIO DE LA VALIDEZ DE DISTINTOS FORMATOS DE SIMULACIÓN AMBIENTAL.

**OBJETIVO\_** Validar las repuestas humanas generadas por formatos de simulación usualmente empleados: Fotografía, Panorama 360°, y Realidad Virtual.

**METODOLOGÍA\_** Se compararon las respuestas psicológicas y fisiológicas humanas (100 sujetos) evocadas por estos tres formatos (mostrados en un casco inmersivo) con las evocadas por el entorno físico real que simulaban.

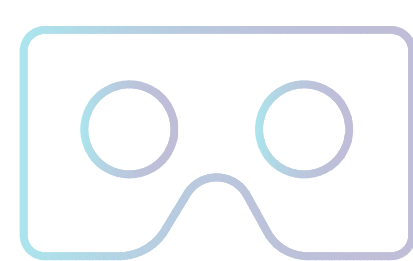
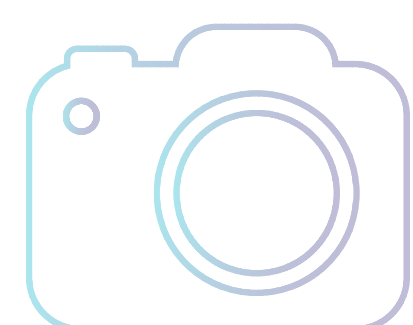
**RESULTADOS\_** Los Panoramas 360° generan una respuesta psicológica más cercana al entorno físico. La Realidad Virtual ofreció los mejores resultados para las respuestas fisiológicas.

**CONCLUSIONES\_** Los resultados son de interés para investigadores y profesionales interesados en utilizar tecnologías de simulación ambiental.



Artículo en proceso de revisión en *Applied Ergonomics*. Otros resultados con aplicación a la arquitectura en:

Higuera-Trujillo, J.L., López-Tarruella, J., Iñarra, S., Llinares, C. (2017). El espacio digital: comparativa de las últimas técnicas de visualización arquitectónica. *EGA Revista de Expresión Gráfica Arquitectónica*, pendiente de asignar DOI.



## NeuroArquitectura: nuevas herramientas para el diseño arquitectónico



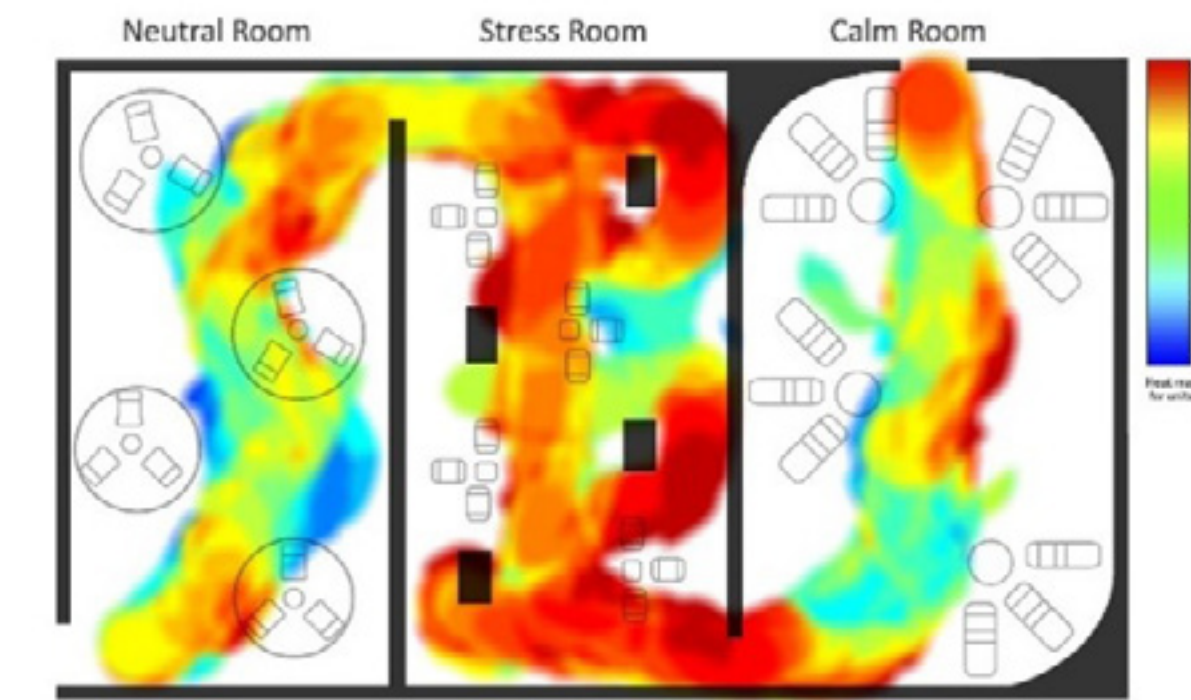
## MAPAS EMOCIONALES

**OBJETIVO\_** Desarrollar y validar una herramienta capaz de representar gráficamente la experiencia emocional, registrada a través de registros neurofisiológicos.

**METODOLOGÍA\_** Registro de la variabilidad del ritmo cardíaco (concretamente: la banda alta, relacionada con la relajación) y la actividad electrodérmica (concretamente: la fásica, relacionada con la activación) mientras los usuarios (16 sujetos) recorrieron un entorno virtual consistente en tres salas diseñadas para generar estados emocionales distintos (estresante, neutro, y relajante). Con fines de confirmación, al final del recorrido los usuarios completaron un cuestionario sobre la experiencia emocional.

**RESULTADO\_** El resultado visual resulta ilustrativo y práctico. Los análisis estadísticos entre la repuesta neurofisiológica y psicológica muestran las mismas tendencias, confirmando el resultado gráfico.

**CONCLUSIONES\_** Los mapas emocionales son una herramienta intuitiva para representar aspectos emocionales de la experiencia arquitectónica.



Higuera-Trujillo, J.L., Marín, J., Rojas, J.C., & López-Tarruella, J. (2016). Emotional maps: neuro architecture and design applications. *RDIS: Revista de la Red Internacional de Investigación en Diseño*, 2(2), 276-284.

05



## ÍNDICES NEUROFISIOLÓGICOS DE LA EXPERIENCIA EMOCIONAL ARQUITECTÓNICA.

**OBJETIVO\_** Generación de un índice que cuantifique la percepción de estrés de los usuarios ante la arquitectura a través de registros neurofisiológicos.

**METODOLOGÍA\_** Relación mediante Redes Neuronales Artificiales entre la respuesta de estrés neurofisiológica (EEG: electroencefalograma) y psicológica (STAI-State, cuestionario validado) generado en usuarios (25 sujetos) por simulaciones de espacios arquitectónicos.

**RESULTADOS PRELIMINARES\_** La predicción del algoritmo generado alcanza un 80% de éxito.

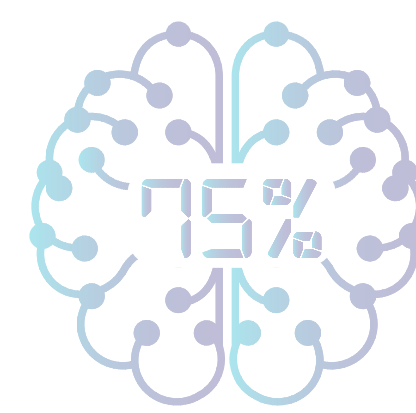
**CONCLUSIONES PRELIMINARES\_** Cuantificar automáticamente el nivel de estrés de los usuarios de la arquitectura, sin necesidad de preguntarles ni interpretar complejos datos, supone un avance en cuanto al uso de la neurociencia como herramienta para el diseño arquitectónico.



Artículo en proceso de elaboración. Resultados preliminares en:

Higuera-Trujillo, J.L., Marín, J., López-Tarruella, J., Llinares C. (2017). EEG-Index of stress generated by the environment towards the neuroscience-based Architectural design. En *Catálogo de la Exposición Investigando en Edificación*. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia. In press.

04



## CUANTIFICACIÓN DEL EFECTO EMOCIONAL DE ASPECTOS DE DISEÑO.

**OBJETIVO\_** Análisis de la influencia emocional de aspectos de diseño en la reducción del estrés de los usuarios de salas de espera de pediatría.

**METODOLOGÍA\_** Fase 1: Cuestionario en salas de espera de hospitales reales (150 sujetos) para identificar los aspectos fundamentales. Fase 2: Estudio pormenorizado de los aspectos identificados en la fase 1 mediante Panoramas 360° en casco inmersivo y registro neurofisiológico (20 sujetos).

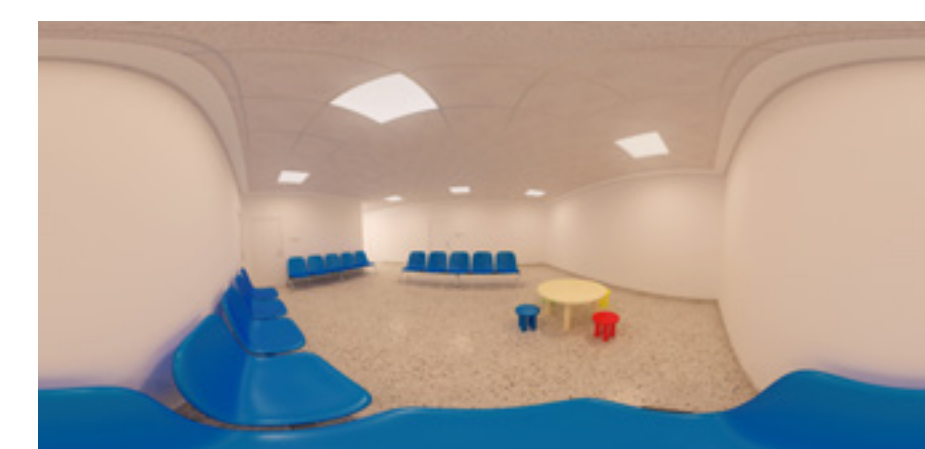
**RESULTADOS PRELIMINARES\_** En la fase 1 se identificaron dos grupos de aspectos: decoración (presencia de vegetación y decoración) y ambientales (presencia de fragancia y música agradable). En la fase 2 se ha encontrado que los aspectos ambientales, aún con menor capacidad relajante que los decorativos, acelera la relajación generada por éstos.

**CONCLUSIONES PRELIMINARES\_** Determinados aspectos de diseño tienen una capacidad substancial para relajar a los usuarios sometidos a circunstancias estresantes. Este efecto puede cuantificarse mediante el uso combinado de simulación ambiental y neurociencia.

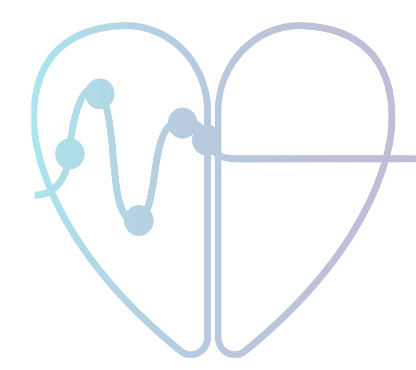


Artículo en proceso de elaboración. Otros resultados con aplicación a la arquitectura:

Higuera-Trujillo, J.L., Llinares C., Montañana, A. (2015). Identificación de directrices de diseño basadas en la experiencia del usuario. En F.E. Aguirre Escárcaga (Ed.), *El Espacio Interior y el Usuario* (pp. 93-106). Ciudad Juárez, México: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.



03



Los beneficios del proyecto pueden establecerse a varios niveles:

**CIENTÍFICO\_** Contribuirá al conocimiento de la influencia emocional del espacio en el ser humano.

**TECNOLÓGICO\_** Se abren dos vías claras 1) Desarrollo de soluciones tecnológicas para estudios de arquitectura y diseño. 2) Desarrollo de soluciones que readapten los espacios a las necesidades emocionales.

**EMPRESARIAL-ECONÓMICO\_** Adoptar metodologías que incorporen realidad virtual y neurociencia permitiría alcanzar liderazgo: tanto para estudios de Arquitectura, como para los servicios que se desarrollan en los espacios diseñados según estas (por ejemplo, espacios educativos que aumentan la creatividad).

**SOCIAL\_** Los resultados tendrán repercusión inmediata en la calidad de vida de todos los ciudadanos.

Juan Luis Higuera Trujillo

Programa de Doctorado en Arquitectura, Edificación, Urbanística y Paisaje  
Universitat Politècnica de València

Directores de la tesis:  
María Del Carmen Llinares Millán  
Mariano Luis Alcañiz Raya

Instituto de Investigación e Innovación en Bioingeniería - UPV

