

La influencia de la presencia humana en los espacios arquitectónicos: Estudio biométrico de las reacciones fisiológicas y emocionales de las personas

Sergio Donoso ⁽¹⁾, Sandra Navarrete ⁽²⁾ y Mitzi Vielma ⁽³⁾

Resumen: Proyectar arquitectura no solo consiste en resolver una volumetría morfológica, funcional y tecnológicamente pensadas como un objeto de diseño, sino la creación de espacios para el habitar que también adquieren una dimensión perceptual y simbólica. En este artículo se propone establecer relaciones entre la fenomenología como soporte teórico que permite explicar cómo la interacción o vivencia de las personas en un determinado contexto son capaces de generar un nuevo conocimiento (Merleau-Ponty, 1993), que, aunque sea interpretativo, es parte de la condición humana.

La neuroarquitectura conjuga dos conceptos de disciplinas diferentes: neurociencias y arquitectura. Las neurociencias permiten la interpretación de la percepción sensorial. Recurre a una serie de sensores biométricos capaces de relevar las reacciones fisiológicas ante determinados estímulos, en este caso visuales. Entre las mediciones más habituales está el seguimiento ocular, la expresión facial, las corrientes galvánicas, la emisión de infrarrojos, la tensión muscular, el ritmo cardíaco, la respiración o las ondas cerebrales (Biondi et al., 2009). En este caso se utiliza el Eye Tracking, cuyas conclusiones podrían significar un aporte a la comprensión del espacio arquitectónico.

Palabras clave: arquitectura fenomenológica - análisis biométrico - percepción visual

[Resúmenes en inglés y portugués en las páginas 86-87]

⁽¹⁾ **Sergio Donoso.** Doctor en Diseño Industrial del Politécnico de Milán, Magister en educación de la Universidad de Barcelona y Diseñador Industrial de la Universidad de Valparaíso. En la actualidad se desempeña como docente e investigador en el Departamento de Diseño y en la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile. Se ha especializado en el desarrollo de metodologías cualitativas y estudios biométricos para comprender el comportamiento de las personas. Es autor de un libro y varios artículos sobre el tema, también ha dirigido diversos proyectos de investigación y dictado conferencias en eventos nacionales e internacionales.

(2) **Sandra Navarrete.** Arquitecta 1988. Doctora en Arquitectura Universidad de Mendoza 2002. Posdoctorado Multidisciplinario en Diseño Universidad de Palermo 2023. Investigadora. Directora de Proyectos en Universidad de Mendoza y en la Universidad Nacional de Cuyo. Directora de la Diplomatura de Posgrado en Arquitectura Fenomenológica. Universidad Nacional de Cuyo. Directora Carreras de Diseño. Universidad de Mendoza. 2009-2011. Coordinadora Académica de la Carrera de Arquitectura. Universidad de Mendoza. 1992-2009. Directora del Diplomado en Tendencias Actuales. Universidad de Mendoza, 2002-2007. Profesora Titular Doctorado en Arquitectura. Universidad Nacional de San Juan. Profesora Titular Doctorado en Arquitectura. Universidad de Mendoza. Profesora Titular Doctorado en Diseño. Universidad de Palermo, Buenos Aires. Profesora Titular de grado de la Universidad de Mendoza y de la Universidad Nacional de Cuyo.

(3) **Mitzi Vielma.** Es candidata a Magister en Inteligencia Emocional por la Universidad de Valencia y Licenciada en Diseño Industrial por la Universidad de Chile. En la actualidad se desempeña como docente en el Departamento de Diseño y en la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, donde dicta las asignaturas de innovación, metodología cualitativa y proyectos de diseño. Se ha especializado en metodologías para estimular la creatividad, gamificación y biometría para identificar emociones. Es autora de varios artículos, ha participado en diversos proyectos de investigación y dictado conferencias nacionales e internacionales.

Introducción

La relación entre las personas y la arquitectura se va perdiendo a lo largo de la historia puesto que una de las primeras manifestaciones de civilización fue justamente la falta de asentamiento de los grupos nómades. Entonces la arquitectura no tenía sentido sin esos asentamientos, ni tampoco era necesaria su existencia. Durante la historia, en la práctica, el vínculo con cada nuevo lugar sufrió distintos procesos de interpretación del sentido humano, desde aquellos sobrenaturales o religiosos hasta aquellos profundamente ideologizados; en cualquier caso, la persona fue el centro.

Sin embargo, la arquitectura no solo consiste en la creación de espacios para el habitar, sino que también adquiere una dimensión simbólica, aún en aquellas obras con destinos comerciales. Hablar de la relación entre arquitectura y personas no reviste novedad salvo que se explore desde perspectivas que aporten otros puntos de vista o consideraciones a la disciplina.

Durante el siglo XX se realizaron diversos estudios acerca de la percepción desde una perspectiva positivista, que luego fue complementada con estudios psicológicos, sin embargo, recientemente la neurociencia ha sido un aporte para conocer las bases biológicas de la percepción que influyen sobre la comprensión de la obra arquitectónica

desde la interacción sensorial con ella y no sólo de su apreciación estética. En este punto, la arquitectura se ha relacionado de manera incipiente con la neurociencia a fin de comprender estos fenómenos, auxiliados por la aplicación de técnicas biométricas que permiten conocer un poco más las reacciones de las personas.

La neuroarquitectura

La neuroarquitectura es una área de investigación emergente, que tiene como objetivo conocer los modos de percepción y sus efectos sobre las personas desde una perspectiva biológica-cognitiva, yendo a las bases de la percepción (Tlapalamatl, 2019) aprender, caminar, leer o el juicio de belleza de un objeto arquitectónico requiere la puesta en marcha de diversas estructuras cerebrales, la participación de varias regiones celulares, en una interconexión asincrónica y fluida de la que los individuos no son conscientes. El sistema nervioso desempeña un papel fundamental en el desarrollo, adaptación y supervivencia del ser humano y de este dependen todas las acciones (físicas y cognitivas). Las primeras experiencias se originan en 2004 en la Universidad de California y uno de sus propósitos principales era entender cómo el cerebro percibe la arquitectura (Mora, 2014) y cómo el diseño de ambientes y espacios influye en el comportamiento, los sentimientos y las sensaciones humanas. Ahora bien, la arquitectura no se refiere únicamente a la parte material de un espacio construido sino también a las luces, los colores, las texturas, aspectos que inciden directamente en la percepción (Elizondo & Rivera, 2017).

Una de las áreas de estudio de la neuroarquitectura está centrada en el bienestar y la calidad de vida de las personas, en donde se ha visto que un entorno más placentero influye en la salud física y mental de sus habitantes y en consecuencia un aumento en la longevidad (Elizondo & Rivera, 2017). Otro tema abordado con regularidad tiene que ver con los efectos que la arquitectura tiene en la cognición en los espacios de aprendizaje pero, que sin embargo debe estar en consonancia con el modelo y propósitos formativos a fin de resultar pertinente y efectiva (Montiel, 2018). El bienestar entendido de manera más amplia también implica que la neurociencia se preocupa de la mejora del ánimo, el aumento de la creatividad y también de la productividad. A partir de lo anteriormente expuesto, se establece la relación con otros dos aspectos constitutivos y relacionados; las emociones y la fenomenología.

El seguimiento ocular en arquitectura

El seguimiento ocular o *eye tracking* en inglés, es una técnica de investigación muy usada en ámbitos como el diseño, la psicología, la psiquiatría, la usabilidad o el estudio de interacción o UX (IMotions, 2017a). Los rastreadores oculares o cámaras de seguimiento ocular son utilizados en diversos ámbitos, desde la publicidad hasta la neurología, incluyendo recientemente a la arquitectura. Está basado en una cámara bifocal, que además

emite radiación infrarroja, que es capaz de seguir la mirada de un individuo frente a una imagen proyectada en el monitor de un computador, esta cámara detecta la radiación infrarroja que se refleja al interior del ojo (Rovira, 2016). Lo anterior permite registrar con precisión las direcciones de la mirada en la pantalla, los puntos focales, círculos amarillos en la imagen 1, el tiempo que el ojo se detiene en cada uno de ellos y las trayectorias entre ellos o movimientos de sacada, en líneas de observación (Imagen 1).

La exploración ocular también indica la intensidad o concentración de las miradas en determinadas zonas y esto es conocido como mapas de calor, donde el color rojo, puntos de mayor densidad, indican una mayor concentración o tiempo de permanencia de la mirada en aquel lugar (Imagen 2).

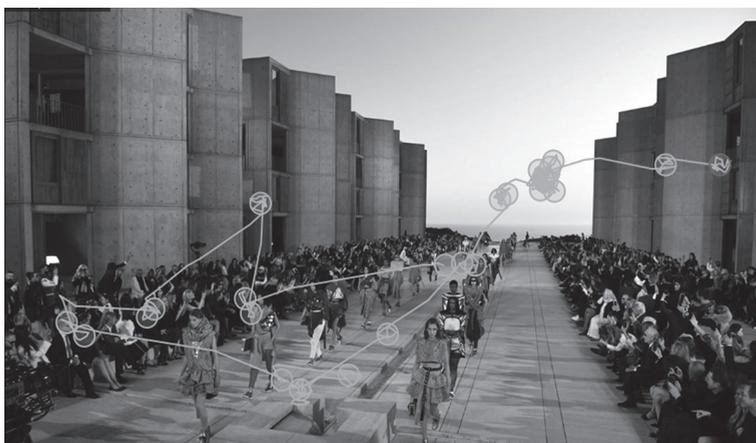


Imagen 1. Principales movimientos oculares. **Fuente:** los autores

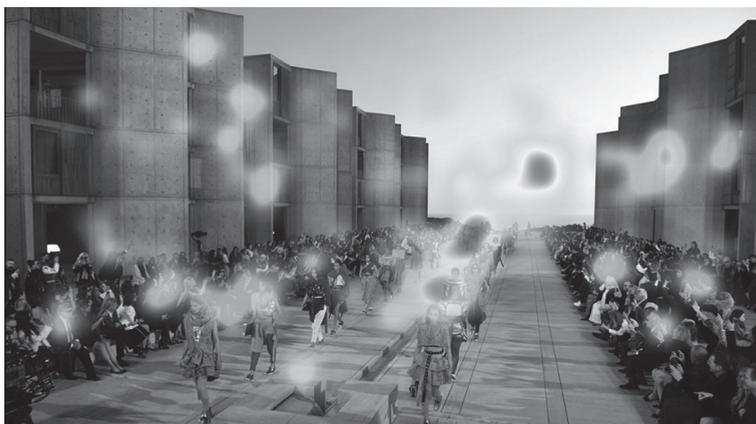


Imagen 2. Mapas de calor. **Fuente:** los autores

El seguimiento ocular permite estudiar los movimientos oculares de los participantes en un experimento de laboratorio como así también endosar anteojos portátiles de seguimiento ocular para trabajo en terreno. Esto ayuda a conocer cómo las personas entienden, experimentan y perciben el entorno construido, ofreciendo oportunidades clave para la planificación urbana, el diseño urbano y la arquitectura (Hollander et al., 2020).

Para estudiar la capacidad de atención del usuario se utilizan dos mediciones principales: la dilatación de la pupila y la tasa de parpadeo (Eckstein et al., 2017). El parpadeo se correlaciona con la variación de los niveles de neurotransmisores y ayuda a comprender los procesos de aprendizaje y cambio en el comportamiento, como así también identificar algunos desórdenes neurológicos (Pallares, 2010). La dilatación pupilar está asociada a reacciones cerebrales básicas como los de aproximación o huida, que son mecanismos de supervivencia arcaicos ante estímulos externos. La variación del diámetro de la pupila es un indicador de los niveles de atención (Ehlers et al., 2016) y, además, estas mismas variaciones pupilares y movimientos oculares se asocian con procesos cognitivos y emocionales (Salazar, 2021).

Aunque está en estudio, se asocia la dilatación pupilar a la toma de decisiones y a emociones positivas, mientras la contracción pupilar podría reflejar una dificultad en la toma de decisiones y emociones negativas (Beesley et al., 2019). De la misma manera, el aumento de la distancia focal se asocia con el rechazo o huida del estímulo y un acortamiento de esta a una aceptación positiva del estímulo (Bojko, 2013). Podría decirse entonces que una dilatación pupilar y un acortamiento de la distancia focal podría referirse a una percepción muy buena, en tanto que una contracción pupilar y un aumento de la distancia focal podrían referirse a una aversión, miedo o en general a una percepción negativa a aquello que se está mirando, aunque todo esto está en plena discusión y no hay resultados definitivos.

Por otra parte, la expresión facial se debe a los movimientos de los músculos faciales controlados por el nervio facial, también ubicado en del tronco cerebral (Imagen 3) y que responde a estímulos tanto conscientes como inconscientes. Los movimientos conscientes son regulados por el córtex cerebral y pueden ser controlados y con ellos la expresión facial (IMotions, 2017b), sin embargo, aquellos controlados de manera inconsciente, por tanto involuntarios, resultan de más interés en los estudios biométricos porque responden a reacciones espontáneas del sujeto ante los estímulos. (Imagen 3)

Sin embargo, a pesar de ser de gran ayuda en el estudio de la interacción no reemplaza las técnicas tradicionales de los usuarios para determinar por qué se comportan de la forma en que lo hacen, sino que las complementa.

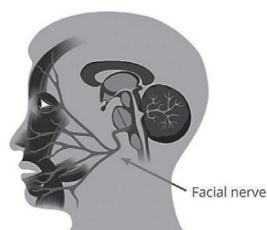


Imagen 3. Inervación facial.
Fuente: Imotions ©

Las emociones y la percepción

Decíamos que las emociones son en esencia reacciones conscientes ante estímulos sensoriales, en la actualidad se considera que las emociones son más de un centenar, sin embargo, parten de ocho: ira, desprecio, asco, miedo, alegría, sorpresa, compromiso y valencia, es decir si la emoción es agradable o desagradable (Vygotsky, 2004). Los programas de estudio biométrico estudian las reacciones que promueven alguna de estas ocho, pero las conclusiones son interpretativas y dependen de la sensibilidad del investigador.

Existe amplio consenso en que la toma de decisiones están condicionadas tanto por las emociones como por los instintos, que a su vez derivan en las reacciones fisiológicas a estímulos con carga afectiva producto de una interacción (Kahneman, 2003). La variación en la dilatación de la pupila se asocia a reacciones positivas, en tanto que la contracción pupilar sugieren reacciones negativas, que a su vez podrán asociarse con emociones negativas o positivas (de Gee et al., 2014).

Existe un concepto llamado imaginabilidad, acuñado en la década de 1960 por Kevin Lynch, que afirmaba que un lugar o espacio son memorables cuando los elementos físicos y su disposición captan la atención, evocan sentimientos y crean una impresión duradera (Spears, 2017). La imaginabilidad se refiere también a la capacidad humana de ver y recordar patrones (Hollander et al., 2020), cuyas reacciones sensoriales pueden ser medidas con técnicas de seguimiento ocular, entre otras. La apreciación e incluso el juicio que realiza un individuo frente a una obra arquitectónica no es más que la manifestación de su propia realidad, expectativas que desencadenan su juicio moral, es decir el sujeto construye la interpretación de lo que observa y lo hace selectivamente. Por lo tanto, la impresión que provoca aquello observado o interactuado será siempre distinta en cada sujeto, más aún, podrá ser diferente para el mismo individuo en otras circunstancias, debido a los factores psicológicos y emocionales que influyen en el acto de observar, al simple cambio de opinión y la interacción física con lo observado (Redolar, 2011). Los sistemas de seguimiento ocular y el resto de los sensores biométricos son capaces de medir la reacción fisiológica ocular a los estímulos visuales y eventualmente ayudar a comprender las emociones resultantes de esta interacción, sobre todo cuando se utilizan sistemas de reconocimiento de la expresión facial (Jacob, 2017).

De una u otra manera, la obra arquitectónica influye en la vida cotidiana de las personas, produciendo reacciones que posteriormente se manifiestan en conductas de todo tipo (de Gee et al., 2014), a partir de la cuales es posible deducir el impacto emocional que provocan.

Materiales y métodos

Muestra

Se condujo un experimento con quince sujetos con características heterogéneas de la Diplomatura de Posgrado en Arquitectura Fenomenológica de la Universidad Nacional de

Cuyo, a fin de conocer de qué manera una figura humana agregada a imágenes de espacios arquitectónicos influenciaban la percepción de ellas.

Materiales de estímulos

Para este fin se seleccionaron imágenes de espacios arquitectónicos ampliamente conocidos (resultantes de experimentos previos, ya publicados) y se exhibieron a los sujetos una versión de ellas sin personas y la misma con personas. También las imágenes presentaron una diferencia cromática a fin de determinar el efecto del color y la luz en la percepción (Imagen 4) con la misma finalidad.

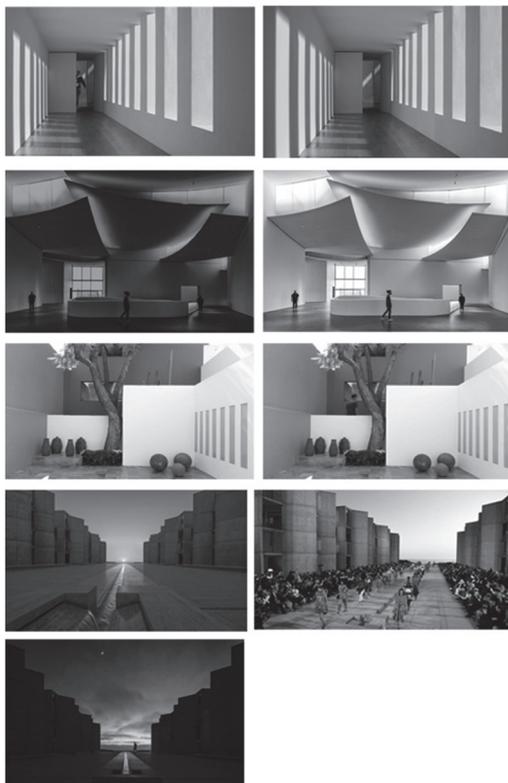


Imagen 4. Imágenes de estímulo. **Fuente:** Creative Commons

Software y sensores

Se utilizó el sistema biométrico danés Imotions®, donde se alojaron los estímulos visuales y se conectaron los sensores biométricos (Imagen 2) de seguimiento ocular y de reconocimiento de las expresiones faciales a través de la detección de micro movimientos musculares. Las imágenes se proyectaron en un monitor LG de 21 pulgadas, situado a 70 cm de cada sujeto, a la altura de los ojos. Para el reconocimiento facial se utilizó una cámara Logitech 920 HD y para el seguimiento ocular una cámara Gazeport GP3. Las imágenes fueron proyectadas durante 6 segundos cada una desde una computadora Lenovo con procesador I7 (figura 5).



Imagen 5. Modelo de instalación de equipos y sensores similar a la utilizada en este experimento.
Fuente: Imotions ©

En la imagen 6 se puede apreciar la interfaz del programa, Imotions Core, donde se integran los distintos sensores. En la parte superior están los estímulos que se proyectarán en la pantalla del sujeto, en el centro los resultados de la observación de cada sujeto. Abajo se visualizan los sensores activos en esa sesión y a la derecha cada uno de los sujetos y sus datos demográficos básicos.

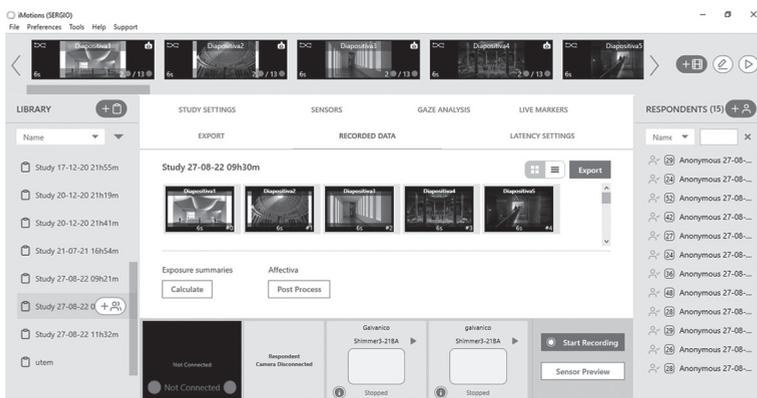


Imagen 6. Pantalla del programa Imotions con la distribución de estímulos y sujetos.
Fuente: los autores

La literatura recomienda que las imágenes a ser utilizadas sean proyectadas durante 6 segundos a fin de que se capturen las primeras reacciones precognitivas antes de que el sujeto reaccione conscientemente interponiendo sus filtros morales sobre las imágenes que pudiesen generar algún tipo de sesgo.

Preguntas de investigación

Surgen a propósito de lo sabido que es el efecto que produce la presencia de personas en los espacios arquitectónicos y como esto varía cuando los espacios están vacíos. Se plantearon dos preguntas acerca del punto perceptual;

1. ¿De qué manera afecta y qué emociones produce la presencia humana en las imágenes?
2. ¿Cómo impactan las variables fenomenológicas en los espacios, si se alteran sus condiciones originales de iluminación y color?

Resultados

Cada sujeto completó el ciclo de observación de las imágenes y quedó registrado el patrón de exploración como así también las emociones que se derivaron de su expresión facial y dilatación o contracción pupilar. En la imagen 7 se aprecia un segmento del seguimiento ocular en una parte de la imagen, en tanto en el gráfico a la izquierda se observa el despliegue de las ocho emociones básicas asociadas a la exploración ocular de la imagen y en la parte inferior derecha las mediciones de dilatación pupilar y distancia focal. Con toda esta información comienza la interpretación los resultados.

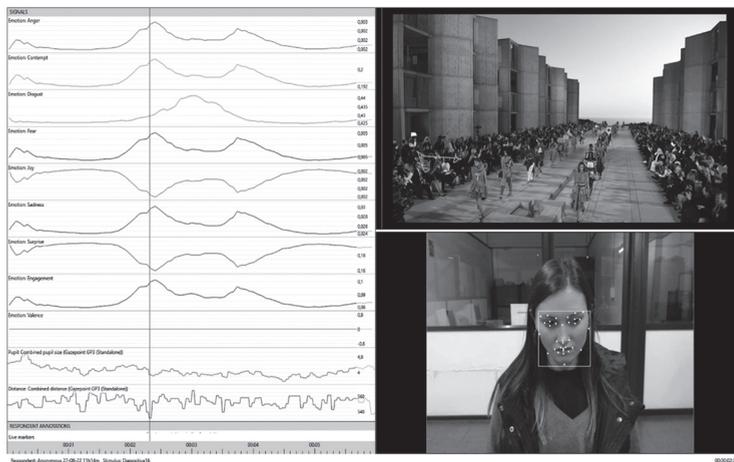


Imagen 7. Exploración ocular. Fuente: los autores

En la imagen 7 se observa que existen varias anomalías, situándose la mayor en la línea roja vertical, que se refiere a la zona inferior izquierda de la imagen, donde hay un grupo de personas, que le produce emociones más intensas. Traducidas al castellano desde arriba abajo, las emociones del diagrama son: enojo, desprecio, asco, miedo, alegría, tristeza, sorpresa, compromiso y valencia, que significa si una emoción es agradable o desagradable. Las emociones resultantes son complejas porque aparentemente implican emociones contrapuestas, sin embargo, está claro que la zona de la imagen produjo reacciones importantes: poco enojo, mucho desprecio, mucho asco, mucho miedo, poca alegría, mucha tristeza, mucha sorpresa, poco compromiso y poco nivel de excitación. Por otra parte, las dimensiones pupilares hablan de una dificultad cognitiva para entender esa parte de la imagen, que habla de una sensación desagradable y un alejamiento de la distancia focal que habla de aversión. Se podría concluir que esa zona de la imagen tiene connotaciones muy negativas pero que no comprometen emocionalmente a la observadora. En este caso, la presencia de ese grupo denso de personas es una de las partes desagradables de la imagen. Debido a que las imágenes son capturas de video, no es posible por este medio conocer qué partes de la imagen provoca qué tipo de efectos, sin embargo, lo mostramos a modo de ejemplo. En el siguiente caso (imagen 8) se apreciará cómo cambia la percepción y en consecuencia las emociones en una imagen con una parte amarilla importante, con relación a la siguiente en que esa parte es mucho menor.

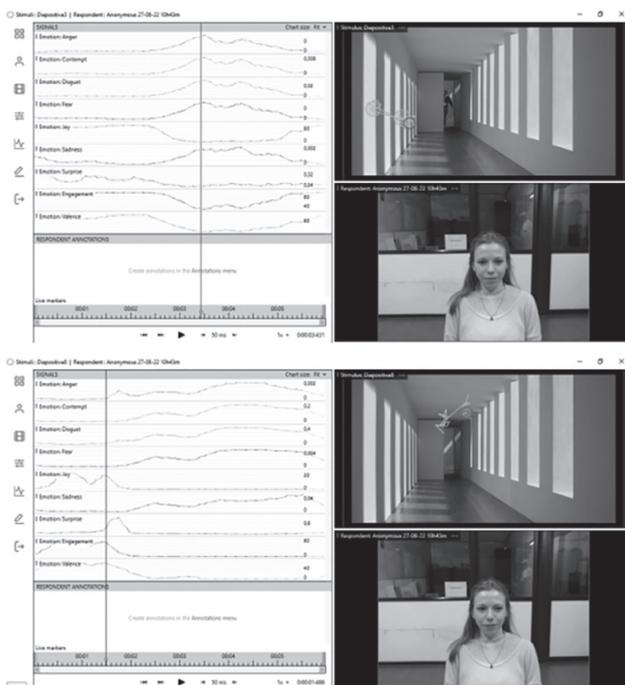


Imagen 8. Diferencias emocionales. Fuente: los autores

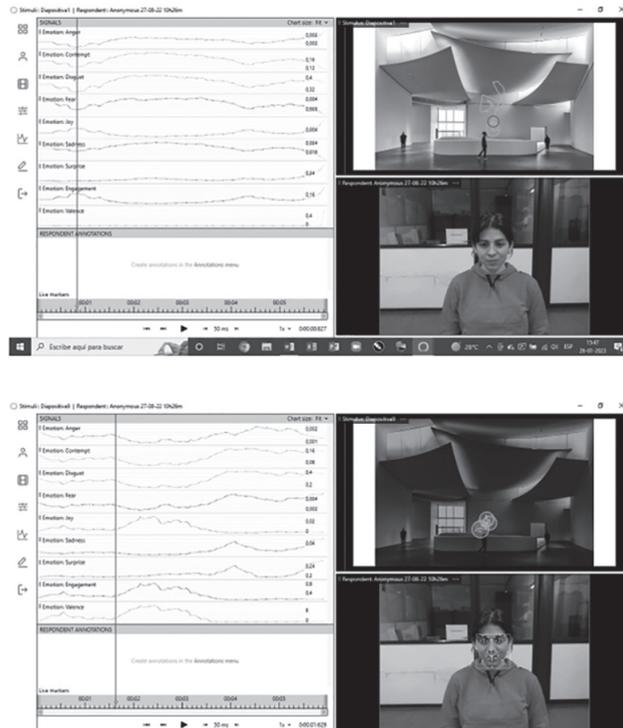


Imagen 9. Diferencia según variación de iluminación y presencia de personas

Fuente: Los autores

En esta imagen se puede apreciar cómo la percepción de las personas varía según la variación de la iluminación. Con mayor iluminación la percepción de la persona ubicada en el centro de espacio es más positiva que con baja iluminación. Con menor iluminación aumentan los niveles de enojo, desprecio y asco, lo contrario ocurre con mayor iluminación donde aumentan los valores de alegría y vinculación emocional. (Imagen 9)

En la imagen 10 se puede apreciar cómo la misma zona, cercana a la copa del árbol, cambia radicalmente en su percepción. Con la presencia de la persona la percepción es más negativa que sin ella. Podría interpretarse que una persona semi oculta entre el árbol genera incertidumbre y una sensación desagradable en general. En la imagen inferior, incluso la observadora siente mucho agrado y alegría ante el árbol y se vincula emocionalmente con él.



Imagen 10. Diferencia en la percepción con y sin el sujeto en la imagen.

Fuente: Los autores.

En esta secuencia de tres imágenes (imagen 11) se muestran cuáles fueron las zonas que produjeron los mayores grados de excitabilidad en las diversas emociones, según hubiese personas o variase la iluminación, notándose que la percepción emocional cambia radicalmente. En la imagen superior la zona de mayor alegría y generó más confianza, placer y vinculación emocional fue la zona del centro con el sol de fondo. En la imagen de la zona central, ocupada ahora por personas produjo un gran desagrado general y en la imagen inferior, ahora más oscura con una persona en el fondo también produjo altos niveles de excitabilidad negativa y sorpresa, que sugiere una tendencia a la huida.



Imagen 11. Una misma escena con y sin personas y en distintas condiciones de iluminación.

Fuente: Los autores

Fijaciones y expresiones faciales generales

A continuación se verá el resumen de cada imagen utilizadas en el experimento con la suma de las sensaciones producidas en los 15 sujetos, pero simplificadas para un análisis más directo.

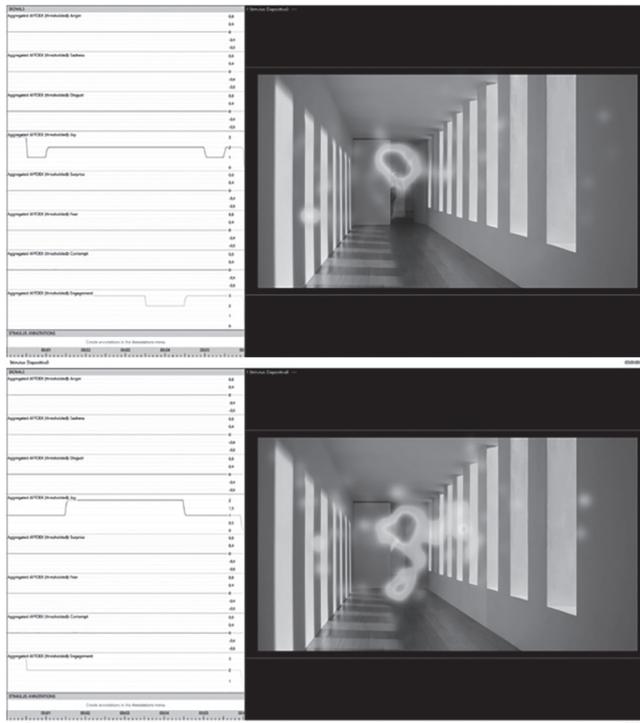


Imagen 12. Síntesis del pasillo. **Fuente:** Los autores.

En general esta imagen tuvo una percepción positiva aunque la superior fue más llamativa en casi toda la exploración de los sujetos, en tanto que la inferior sólo lo es en la parte central, donde se focaliza la mayor parte de la atención. Seguramente la perspectiva direccionó las miradas hacia ese sector, pero eso es tema de otra investigación. (Imagen 12) En general la imagen con la persona tuvo una percepción más alegre, justamente cuando la mirada se posaba en ella, los niveles de alegría disminuyeron en todos los sujetos. Cabría preguntarse si en cualquier posición hubiese ocurrido lo mismo porque, pareciese que semi oculto entre el árbol y de espalda produjo inquietud. (Imagen 13)



Imagen 13. Síntesis del patio. **Fuente.** Los autores

La imagen con mayor iluminación resultó más alegre mostrándose dos zonas de calor, sin embargo, en aquella con menos iluminación, las miradas se centraron en la persona de en medio que fue la zona que menos alegría produjo y donde las emociones menos placenteras también fueron mayores. (Imagen 14)

Tanto la imagen superior como la inferior resultaron tener un grado de alegría mayor, sin embargo, en la superior es el sol quien produce la mayor atención y felicidad como así también de vinculación emocional, solo interrumpido por el corte central en el pavimento, la fuente de agua. Por el contrario en la imagen inferior, la percepción de felicidad fue interrumpida por la persona en el fondo, lo que produjo inquietud y donde se focalizaron la mayor parte de las miradas. En la imagen central, también se notaron mayores niveles de felicidad, solo interrumpidos por las personas. (Imagen 15)



Imagen 15. Misma escena en tres condiciones de iluminación, con y sin personas.

Fuente: Los autores

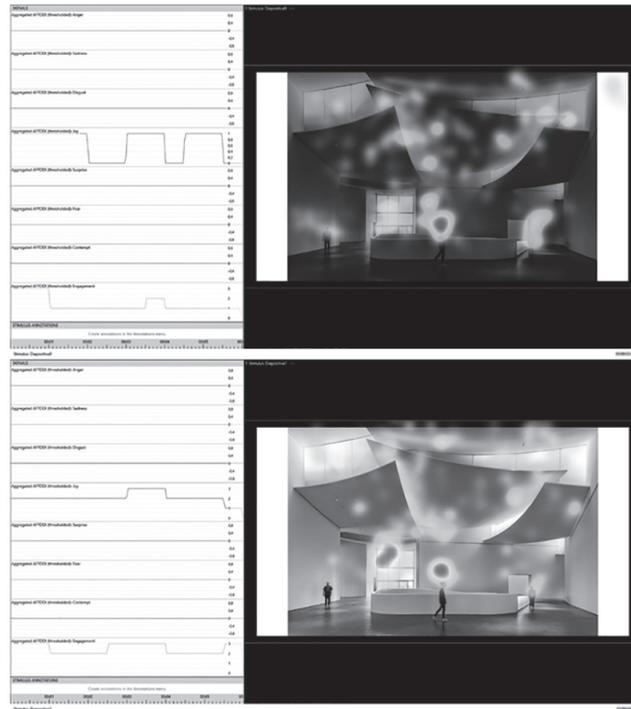


Imagen 14. Interior con variación de iluminación y presencia de personas.

Fuente: Los autores

Conclusiones

El seguimiento ocular y la biometría en general abren nuevas perspectivas para la concepción de los espacios a través de una arquitectura proyectada desde lo emocional puesto que el propósito importante de la arquitectura es trascender los límites del espacio y crear un entorno humano de bienestar. Ello implica en la práctica comprender conscientemente el inconsciente de los otros, conociendo fisiológicamente cómo se producen las emociones que finalmente desencadenan los sentimientos.

Con relación al experimento, se comprobó que las imágenes alteran la percepción emocional según varíen las condiciones de iluminación y color. Sin embargo, la presencia de personas en las imágenes produjo inquietud y desagrado.

Si bien la utilización de sistemas de biometría entrega resultados de reacciones fisiológicas antes estímulos, esto no significa que aportan respuestas certeras acerca de las emociones

provocadas. Existen posiciones encontradas pero la evidencia científica se inclina a favor de la biometría, aunque falta desarrollo, se avanza cada vez más y los sistemas actuales resultan mucho más predictivos que hace una década. Con todo, existe una parte en el análisis y que se relaciona con la capacidad de establecer relaciones originales con los datos obtenidos, es decir, la parte interpretativa es crucial y a su vez su gran debilidad pues dependen del investigador. Muchas empresas a nivel mundial utilizan estas tecnologías, pero la capacidad de análisis e interpretación define la validación y diferenciación de cada una de ellas.

El pequeño experimento que condujimos debe necesariamente ser ampliado a fin de obtener datos más representativos, sin embargo, lo obtenido es suficiente para elaborar nuevas hipótesis para trabajos futuros. Otro sesgo en este estudio es que la mayoría de los observadores estuvieron vinculados con la arquitectura (arquitectos, diseñadores e ingenieros) y todos de la misma región. Con esto, es probable por la afinidad entre profesionales afines al proyecto y las imágenes, exista un sesgo cognitivo que afecte las mediciones, a pesar de que aquellas se hicieron sobre reacciones inconscientes, es válida la duda.

Los hallazgos y las eventuales dudas abren espacio para futuras investigaciones más complejas y completas puesto que es posible formular varias hipótesis o al menos preguntas de investigación sustentadas en evidencia acotada. Con relación a las dos preguntas de investigación:

1. ¿De qué manera afecta y qué emociones produce la presencia humana en las imágenes?
2. ¿Cómo impactan las variables fenomenológicas en los espacios, si se alteran sus condiciones originales de iluminación y color?

El primer interrogante puede responderse con que la presencia humana produce inquietud y desconfianza ante los observadores, lo que induce a pensar que un proyecto arquitectónico debiera ordenar de alguna manera, quizá en el diseño de las circulaciones, a las personas a fin de lograr una cierta simetría, puesto que el ojo tiene buena percepción del orden y con ello baja la carga cognitiva para entender lo que sucede y por tanto bajar la desconfianza.

La segunda pregunta también tiene una respuesta bastante directa, los espacios iluminados resultaron más confiables que los oscuros, lo mismo que la utilización de colores cálidos. Por lo tanto, la experiencia fenomenológica debería ayudar a la arquitectura a proponer recorridos a medida de los cuales se produzcan interacciones entre las personas y los espacios arquitectónicos a fin de que las reacciones sensoriales sean positivas y la percepción global también lo sea. Resumiendo, ambas respuestas podría decirse que el orden, los recorridos, la interacción con las personas, la simetría, los colores cálidos y la iluminación son claves para una experiencia de interacción grata que genere emociones positivas. En conclusión, la biometría no entrega respuestas absolutas, sino que más bien aporta posibilidades y depende de la sensibilidad del proyectista, en nuestro caso, para darle sentido a los datos cuantitativos y complementarlos necesariamente con la experiencia de campo cualitativa a fin de obtener un panorama más expresivo para generar las propuestas arquitectónicas.

Referencias bibliográficas

- Beesley, T., Pearson, D., & Le Pelley, M. (2019). Judgment and decision making. In *Biophysical measurement in experimental science research* (Gigi Foste). Elsevier.
- Biondi, E., Rognoli, V., & Levi, M. (2009). *le neuroscienze per il design*. Francoangeli.
- Bojko, A. (2013). *Eye tracking the user experience. A practical guide to research*. Rosenfeld.
- de Gee, J. W., Knäpen, T., & Donner, T. H. (2014). Decision-related pupil dilation reflects upcoming choice and individual bias. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(5). <https://doi.org/10.1073/pnas.1317557111>
- Eckstein, M. K., Guerra-Carrillo, B., Miller Singley, A. T., & Bunge, S. A. (2017). Beyond eye gaze: What else can eyetracking reveal about cognition and cognitive development? *Developmental Cognitive Neuroscience*, 25(November), 69–91. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2016.11.001>
- Ehlers, J., Strauch, C., Georgi, J., & Huckauf, A. (2016). Pupil Size Changes as an Active Information Channel for Biofeedback Applications. *Applied Psychophysiology Biofeedback*, 41(3), 331–339. <https://doi.org/10.1007/s10484-016-9335-z>
- Elizondo, A., & Rivera, N. (2017). El espacio físico y la mente: Reflexión sobre la neuroarquitectura. *Cuadernos de Arquitectura y Urbanismo*, 7(March), 1–8.
- Hollander, J. B., Sussman, A., Purdy Levering, A., & Foster-Karim, C. (2020). Using Eye-Tracking to Understand Human Responses to Traditional Neighborhood Designs. *Planning Practice and Research*, 35(5), 485–509. <https://doi.org/10.1080/02697459.2020.1768332>
- IMotions. (2017a). Eye Tracking The Complete Pocket Guide. *Language and Cognitive Processes*, 11(6), 583–588. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21527449>
- IMotions. (2017b). Facial Expression Analysis: The Complete Pocket Guide tool Face Reader. *IMotions – Biometric Research, Simplified*, 1–42.
- Jacob, R. (2017). Diseño, emociones y afectividad en Latinoamérica. *Economía Creativa*, 8, 216–228. <https://doi.org/10.46840/ec.2017.08.08>
- Kahneman, D. (2003). Maps of Bounded Rationality: Psychology for Behavioral Economics. *American Economic Review*, 93(5), 1449–1475. <https://doi.org/10.1257/000282803322655392>
- Merleau-Ponty, M. (1993). *Fenomenología de la Percepción*. Planeta - Agostini.
- Montiel, I. (2018). Neuroarquitectura en educación. Una aproximación al estado de la cuestión. *Revista Doctorado UMH*, 3(2), 6. <https://doi.org/10.21134/doctumh.v3i2.1451>
- Mora, F. (2014). *Neurocultura. Una cultura basada en el cerebro*. Alianza editorial.
- Pallares, M. (2010). *Emociones y sentimientos. Dónde se forman y cómo se transforman*. Marge.
- Redolar, D. (2011). *El cerebro estresado* (UOC (ed.)).
- Rovira, C. (2016). La metodología del eye tracker: de la investigación de la lectura al estudio de mapas conceptuales. *Hipertext.Net*, 0(14), 7. <https://doi.org/10.2436/20.8050.01.31>
- Salazar, C. (2021). pupilometría y el eye tracking como herramientas del neuromarketing. *Vivat Academia. Revista de Comunicación*, May, 227–243. <https://doi.org/10.15178/va.2021.154.e1345>
- Spears, S. (2017). Review: Pedestrian- and Transit-Oriented Design By Reid Ewing and Keith Bartholomew. *Journal of Planning Education and Research*, 37(4), 505–506. <https://doi.org/10.1177/0739456X16675469>

Tlapalamatl, E. (2019). La Arquitectura Producto Del Cerebro. *Contexto*, 13(19). <https://doi.org/10.29105/contexto13.19-6>

Vygotsky, L. (2004). *Teoría de las emociones*. Akal.

Abstract: Projecting architecture not only consists of resolving a morphological, functional and technological volumetry thought as a design object, but also the creation of spaces for living that also acquire a perceptual and symbolic dimension.

This article proposes to establish relationships between phenomenology as a theoretical support that allows explaining how the interaction or experience of people in a certain context are capable of generating new knowledge (Merleau-Ponty, 1993), which, although interpretative, is part of the human condition.

Neuroarchitecture combines two concepts from different disciplines: neuroscience and architecture. Neurosciences allow the interpretation of sensory perception. It uses a series of biometric sensors capable of relieving physiological reactions to certain stimuli, in this case visual. Among the most common measurements are eye tracking, facial expression, galvanic currents, infrared emission, muscle tension, heart rate, respiration or brain waves (Biondi et al., 2009). In this case, Eye Tracking is used, whose conclusions could mean a contribution to the understanding of architectural space.

Keywords: phenomenological architecture - biometric analysis - visual perception

Resumo: Projetar arquitetura consiste não só em resolver uma volumetria morfológica, funcional e tecnológica pensada como objeto de projeto, mas também na criação de espaços de convivência que adquiram também uma dimensão perceptiva e simbólica.

Este artigo se propõe a estabelecer relações entre a fenomenologia como um suporte teórico que permite explicar como a interação ou a experiência das pessoas em um determinado contexto são capazes de gerar novos conhecimentos (Merleau-Ponty, 1993), que, embora interpretativos, fazem parte do ser humano doença.

A neuroarquitetura combina dois conceitos de diferentes disciplinas: neurociência e arquitetura. As neurociências permitem a interpretação da percepção sensorial. Utiliza uma série de sensores biométricos capazes de aliviar reações fisiológicas a determinados estímulos, neste caso visuais. Entre as medições mais comuns estão rastreamento ocular, expressão facial, correntes galvânicas, emissão infravermelha, tensão muscular, frequência cardíaca, respiração ou ondas cerebrais (Biondi et al., 2009). Neste caso, é utilizado o Eye Tracking, cujas conclusões poderão significar um contributo para a compreensão do espaço arquitetônico.

Palavras-chave: arquitetura fenomenológica - análise biométrica - percepção visual

[Las traducciones de los abstracts fueron supervisadas por el autor de cada artículo.]
