

Apreciación del ambiente iluminado en museos, efecto de los patrones de fijación de mirada y la atención

Natalia Bazán^{1,2}, Raúl Ajmat^{1,2}, Luis Issolio¹

1. Instituto de Investigación en Luz, Ambiente y Visión (ILAV), Universidad Nacional de Tucumán (UNT) - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) | Departamento de Luminotecnia Luz y Visión, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán (UNT), San Miguel de Tucumán, Argentina

2. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de Tucumán (UNT), San Miguel de Tucumán, Argentina

Correo electrónico de contacto: nbazan@herrera.unt.edu.ar

Resumen. La definición de qué elementos generan más atención en los visitantes, así como las causas subyacentes a este hecho es de importancia en la evaluación del diseño de exposiciones. En este trabajo se presenta el desarrollo de un diseño metodológico para la evaluación de la relación entre la dirección de la mirada y la atención de los visitantes con: 1) la museografía existente, 2) mediciones fotométricas realizadas *in situ* en los museos (patrones de luminancia), y 3) la valoración del ambiente iluminado por parte del visitante (sensación lumínica y satisfacción con la iluminación). Se presentan las técnicas seleccionadas, así como el desarrollo de los instrumentos de medición y las decisiones metodológicas adoptadas de acuerdo a las variables de interés a relevar. El enfoque se orienta a identificar y evaluar el efecto de los componentes del ambiente visual de museos en la atención de los visitantes sobre la museografía, lo que permitiría generar pautas de estructuración de puestas museográficas en base a patrones objetivos de atención de los visitantes.

Palabras Clave: Ambiente Iluminado; Atención; *Eye-trackers*; Iluminación; Museografía

Introducción

La atención visual se define como el proceso que permite seleccionar los estímulos u objetos relevantes del entorno y descartar otros, involucrando procesos de tipo *bottom-up*, o procesamiento basado en el estímulo que llega a los receptores visuales, y *top-down*, o procesamiento basado en conocimiento previo aplicado al estímulo (Goldstein, 2013).

En el campo de la museología, la definición de qué elementos generan más atención en los visitantes, así como las causas subyacentes a estos hechos, es de importancia en el ámbito de la evaluación del diseño de exposiciones.

Una de las técnicas más utilizadas con este propósito, junto con los autoinformes, es la observación de visitantes. Dentro de las técnicas de observación se distinguen las de observación de recorrido (*tracking*), donde se registran puntos de parada y tiempos de detención del visitante, por lo general sobre planimetría de la muestra mediante esquemas de flechas, y, por otro lado, las de observación en puntos de muestreo, en las

que se seleccionan puntos de interés a evaluar de la muestra y se realiza una observación detallada del comportamiento de cada individuo que pasa por los mismos. El principal problema que presenta la técnica de observación es el sesgo producido por el propio observador, por lo que suele utilizársela con técnicas complementarias (Pérez Santos, 2000).

En los últimos años, el desarrollo de tecnologías portátiles de seguimiento ocular (*eye-trackers* móviles) ha permitido la evaluación de las actividades cotidianas en entornos naturales y construidos (Land y Hayhoe, 2001), aunque la misma se ha limitado a tareas bastante simples. A partir de registros con *eye-trackers* pueden extraerse los patrones de fijación de mirada de los observadores. El análisis de estos patrones puede revelar detalles interesantes sobre el procesamiento de la información: por ejemplo, qué información se perdió, qué información se fija más tiempo que otra, qué diferencias existen en los patrones de mirada entre los participantes o grupos experimentales.



EJE TEMATICO 2: Los espacios de exhibición. Teorías y prácticas. COMUNICACIONES ORALES

Un *eye-tracker* consiste en un armazón, similar a un antejo, que se coloca en la cabeza. Consta de dos cámaras de pequeña dimensión que funcionan de forma sincronizada: la primera graba la orientación y movimientos de la pupila del observador, mientras que la segunda registra su campo de visión, la escena. Posteriormente ambos videos se conjugan resultando en un video que muestra puntos en la escena en los que la persona fijó su mirada (Schwan *et al.*, 2019).

Su funcionamiento la posiciona como una herramienta de gran valor para el ámbito de la museografía y la evaluación de exposiciones, ya que elimina el sesgo producido por el observador en las técnicas de observación convencionales al momento de definir hacia dónde y qué mira el visitante. Los datos obtenidos del procesamiento de los registros de seguimiento ocular, las fijaciones y los tiempos de fijación, se relacionan con conceptos propios de los estudios de público en museos y la evaluación de exposiciones, como ser *attention catch* (atractabilidad) y *attention hold* (atrapabilidad) (Asensio y Pol, 2005; Schwan *et al.*, 2019).

A pesar de sus ventajas, no carece de limitaciones; deben considerarse los prolongados tiempos a invertir en el registro y análisis de los datos.

Al igual que con la técnica de observación convencional, la inclusión de metodologías complementarias se hace necesaria. En el caso de los *eye-trackers*, esto se debe a que las fijaciones oculares no pueden asumirse como equivalentes al foco de atención del visitante, que en cambio debe diferenciarse de manera posterior, a través de otras técnicas (Mayr *et al.*, 2009; Eghbal-Azar y Widlok, 2013; Garbutt *et al.*, 2020). Se ha comprobado que una persona no sólo ignora cosas que no están en su campo de visión, sino que no atender a algo que se está mirando directamente puede llevar a que no lo percibamos, lo que se conoce como ceguera inatencional (*inattentional blindness*). Por otro lado, una persona puede prestar atención no sólo a estímulos en los que fija su mirada (*overt attention*), sino también a los que se encuentren en la periferia o fuera de su campo visual (*covert attention*) (Goldstein, 2013).

El seguimiento visual de los visitantes ha revelado que los objetos expuestos que tienen un vínculo conceptual son más propensos a ser fijados sucesivamente y también varias veces, al contrario de aquellos elementos de exposición adyacentes, pero no relacionados (Mayr *et al.*, 2009). Esto denota la importancia de un cuidadoso diseño del guion museográfico, que sirve para estructurar conceptualmente en el espacio de exhibición el mensaje expositivo que se pretende transmitir al visitante, es decir su narrativa (García Blanco, 1999).

Sin embargo, debido a que la utilización de *eye-trackers* para investigación en museos es todavía

incipiente, existen pocos trabajos en la actualidad que, sirviéndose de las ventajas que presenta su utilización, estudien la experiencia visual del visitante en el espacio de exhibición (Garbutt *et al.*, 2020), sino que en general se limitan al análisis de las fijaciones oculares sobre elementos específicos de las muestras (Heidenreich y Turano, 2011; Walker *et al.*, 2017; Krukar y Dalton, 2020).

Para estudiar los patrones de atención de los visitantes es necesario tener en cuenta ciertos principios de la atención en general y de la atención en salas de museo en particular. La atención es selectiva; esta selección puede ser involuntaria, donde el estímulo que más se destaca llama nuestra atención, o voluntaria, donde la atención se guía por nuestras metas y motivaciones (Goldstein, 2013). En el caso de exhibiciones, la atención involuntaria estará relacionada con el diseño museográfico, donde factores como la “saliencia”, o nivel de distinción de ciertos objetos con el resto, y los flujos de circulación en el espacio contribuirán a captar la atención del visitante (procesamiento *bottom-up*). La atención voluntaria en cambio se relacionará con factores inherentes al contexto personal del visitante: conocimientos previos, expectativas, motivaciones, formación, etc. (procesamiento *top-down*) (Bitgood, 2002; Dodd *et al.*, 2012; Falk y Dierking, 2016).

La “saliencia” de un objeto puede deberse a una o más características, entre ellas la iluminación, pero también otras como tamaño, contraste por color, ubicación con respecto a la línea de visión o aislamiento respecto de los demás objetos (Bitgood, 2002).

Mientras que existen trabajos en los que se ha estudiado la saliencia relacionada a la ubicación en exhibiciones (Lu y Peponis, 2014; Krukar y Dalton, 2020); no se han encontrado en la bibliografía trabajos que la analicen en relación a la iluminación. En estudios previos se ha comprobado que la iluminación en museos es determinante tanto en el nivel de satisfacción global de los visitantes como de sus variables componentes (Bazán *et al.*, 2018; Bazán, 2020; Bazán y Ajmat, 2021), razón por la cual, la profundización de su estudio en relación a las exposiciones resulta de importancia.

En este trabajo se presenta el desarrollo de un diseño metodológico para la evaluación de la relación entre la dirección de la mirada y la atención de los visitantes con: 1) la museografía existente, 2) mediciones fotométricas realizadas *in situ* en los museos (patrones de luminancia), y 3) la valoración del ambiente iluminado por parte del visitante (sensación lumínica y satisfacción con la iluminación). Este enfoque se orienta a identificar y evaluar el efecto de los componentes del ambiente visual de museos en la atención de los visitantes sobre la museografía, lo que permitiría generar pautas de



EJE TEMATICO 2: Los espacios de exhibición. Teorías y prácticas. COMUNICACIONES ORALES

estructuración de puestas museográficas en base a patrones objetivos de atención de los visitantes.

Desarrollo metodológico

La propuesta se estructura a partir de cuatro conjuntos de datos a obtener, los dos primeros de carácter objetivo y los otros dos de carácter subjetivo:

- 1) La determinación de los distintos puntos de fijación de la mirada y de las características de los patrones de movimiento ocular cuando una persona realiza una visita a una sala de un museo.

- 2) El registro de las luminancias de las distintas escenas que la persona enfrenta durante su recorrido.

- 3) La valoración de la iluminación en las salas analizadas que realiza el visitante.

- 4) El registro (post-recorrido) de pautas que den cuenta de procesos de atención involucrados en los patrones de fijación observados, mediante la implementación de técnicas de evaluación subjetiva.

Patrones de fijación de mirada

En la primera etapa, se registrarán las fijaciones mediante un *eye-tracker* montado en la cabeza mientras los visitantes realizan el recorrido por salas seleccionadas en los museos analizados.

El instrumento a utilizar es un *eye-tracker* Pupil Labs portátil con montaje en cabeza, que cuenta con una cámara para el registro del movimiento ocular y otra cámara para registro de la escena (Figs. 1 y 2).



Figura 1. Funcionamiento de un dispositivo de seguimiento ocular (*eye-tracker*). Fuente: pupil-labs.com

Mediciones de luminancia

El recorrido en los museos se compone de escenas consecutivas con las que los visitantes interactúan continuamente. Una escena es una vista del mundo real que contiene 1) elementos de fondo, y 2) objetos organizados perceptualmente de manera significativa entre sí y con ese fondo (Goldstein, 2013). Como segunda etapa metodológica y mediante un sistema de medición de luminancias matricial de alto rango

dinámico (HDR) que permite obtener una caracterización punto a punto de la luminancia de cada escena, se registrará la experiencia visual y lumínica de cada visitante a través de las salas. La determinación de las escenas a relevar en cada sala se realizará mediante la observación del comportamiento de cada visitante durante la etapa de registro de sus movimientos oculares, es decir que se realizará un registro fotométrico exclusivo para cada visitante. Las mediciones de luminancia en las escenas seleccionadas se llevarán a cabo de forma inmediata posterior a la etapa uno.



Figura 2. *Eye-tracker* Pupil Labs. Fuente: pupil-labs.com

El instrumento a utilizar es una cámara Canon EOS 30D con un sensor CMOS de 3504 x 2336 píxeles, lente Canon EF-S 18-55 mm f/3.5-5.6. El equipo mencionado ha sido caracterizado fotométricamente y se realizó una calibración absoluta (Preciado *et al.*, 2020). Se utilizarán luminancias de control para corroborar las mediciones realizadas con el luminancímetro de imagen.

El procesamiento de las imágenes se realizará mediante un software creado especialmente para este equipo. El software, llamado “Luminancia”, es una aplicación web de código abierto desarrollada para visualizar y analizar mapas de luminancia creados a partir de imágenes LDR. La aplicación permite cargar las fotos LDR tomadas con la cámara Canon EOS 30D y producir una imagen HDR que contiene la luminancia calculada para ese espacio.

Mediciones subjetivas

Las mediciones subjetivas también se realizarán en dos etapas. La primera corresponde al registro de la valoración de la iluminación por parte de los visitantes y tendrá lugar al finalizar el recorrido en cada una de las salas seleccionadas. Se prevé un máximo de dos o tres salas por museo. Se utilizará un cuestionario en formato



EJE TEMATICO 2: Los espacios de exhibición. Teorías y prácticas. COMUNICACIONES ORALES

formulario de Google, que el visitante deberá contestar a través de un dispositivo móvil propio o provisto por los investigadores. Las cuatro preguntas incluidas, en base a bibliografía relevante, corresponden a un instrumento de evaluación subjetiva desarrollado y aplicado en trabajos anteriores como parte de una tesis doctoral (Bazán, 2020): 1. nivel de iluminación percibido en la sala (Pattini *et al.*, 2012), 2. deslumbramiento (Pattini *et al.*, 2012), 3. percepción de zonas o áreas mal iluminadas dentro de la sala (Jeong y Lee, 2006), y 4. nivel de satisfacción con la iluminación (Bazán *et al.*, 2018). Tanto las preguntas como su modalidad de respuesta se detallan en la Tabla 1.

Pregunta	Modalidad de respuesta
Nivel de iluminación percibido en el museo (sensación lumínica)	Diferencial semántico [muy oscuro -muy luminoso]
Nivel de satisfacción con la iluminación	Escala de cinco puntos [muy insatisfactoria a muy satisfecho]
Percibió zonas mal iluminadas	Selección dicotómica [sí/no] + completar [dónde]
Se sintió deslumbrado	Selección dicotómica [sí/no] + completar [dónde] + diferencial semántico [poco molesto-intolerable]

Tabla 1. Preguntas y modalidad de respuesta incluidas en el cuestionario de valoración de la iluminación en las salas analizadas

La segunda etapa de mediciones subjetivas se llevará a cabo una vez finalizado el recorrido en todas las salas propuestas. Se mostrará a los visitantes el registro en video realizado por la cámara de grabación de escena del *eye-tracker* durante su recorrido y se les pedirá que comenten de manera libre el mismo. Esta técnica subjetiva se denomina Pensamiento Retrospectivo en Voz Alta (*Retrospective Thinking Aloud*) (Garbutt *et al.*, 2020) y su utilización tiene como objetivo identificar las fijaciones y los objetos que el visitante haya registrado de manera consciente, es decir, a los que haya dirigido su atención.

Condiciones de medición y análisis de datos

Se prevén dos condiciones para las mediciones propuestas: una donde los visitantes realicen una visita libre y otra donde se incorpore una guía durante la misma, proponiendo un recorrido más sistemático.

Con el planteo de estas dos condiciones de medición, con dos grupos de visitantes, se espera obtener dos tipos de diferenciaciones: en primer lugar, sobre el grado de control de los patrones de fijación de mirada del visitante y consecuentemente su atención, que se encontrarán pautados hasta cierto punto por la instrucción del guía en el caso de la visita guiada, en

contraposición con la visita libre, donde en cambio estarán definidos por la saliencia en el diseño museográfico y por sus propios intereses y motivaciones. En segundo lugar, se espera generar una diferenciación sobre la influencia de los procesamiento *bottom-up* y *top-down* en los patrones de fijación y atención. Esto último, debido a que diferentes autores han comprobado, mediante estudios de búsquedas visuales en fotografías, que la saliencia influía en mayor medida en los patrones de fijación de los participantes si no se les daba instrucciones específicas al inspeccionar las fotografías (Heidenreich y Turano, 2011; Walker *et al.*, 2017), lo que podría ser comparable a las condiciones de visita libre y guiada.

Finalmente, para el análisis de los datos obtenidos se trazarán como base tres correspondencias: 1) entre fijaciones y patrones de movimientos oculares del visitante en relación a la escena explorada (relevamiento museográfico), 2) entre los datos de seguimiento ocular y las evaluaciones subjetivas, y 3) entre la escena explorada y los valores de luminancia medidos en la misma mediante el luminancímetro matricial.

Prueba piloto

Se seleccionó el Museo de Arte Sacro de Tucumán, ubicado en San Miguel de Tucumán, Argentina, para llevar a cabo una prueba piloto de la metodología propuesta. El museo cuenta con seis salas, con un tipo de iluminación predominantemente artificial en todas a excepción de la sala 5 (Fig. 3), donde el aporte de luz natural aumenta debido a su conexión con el acceso principal y los patios interno y posterior (Fig. 4).

Las mediciones se llevarán a cabo en las salas 2 y 5, que se encuentran adyacentes, lo que permite un recorrido fluido por parte del visitante, disminuyendo la posible generación de distracciones entre salas no contiguas. Por otro lado, la selección de ambas salas se justifica en las diferencias de iluminación, ya mencionadas, como en diferencias a nivel museográfico: la sala 2 (Fig. 5) cuenta mayoritariamente con objetos exhibidos en vitrinas, mientras que en la sala 5 predominan los cuadros, marcándose una diferencia en la forma de interacción con el visitante en cada sala.

Resultados esperados

Del análisis de estos resultados se espera poder entender mejor la relación entre la luminosidad percibida (*brightness*) y el mapa de luminancias de las distintas escenas que conforman cada sala analizada (Rea, 2018); con la posibilidad de ponderar esas luminancias con los patrones de fijación de los visitantes.



EJE TEMATICO 2: Los espacios de exhibición. Teorías y prácticas. COMUNICACIONES ORALES

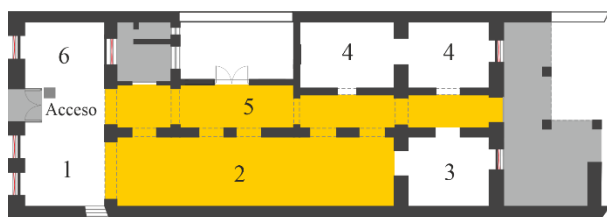


Figura 3. Planta del Museo de Arte Sacro de Tucumán. Fuente: elaboración propia



Figura 4. Sala 5 del Museo de Arte Sacro de Tucumán. Fuente: propia



Figura 5. Sala 2 del Museo de Arte Sacro de Tucumán. Fuente: propia

Desde un punto de vista aplicado, se espera encontrar cuáles son las distribuciones de luminancia o las características espaciales de la exhibición que pueden generar en el visitante un mayor interés, así como también una mayor satisfacción con la experiencia de la visita. La determinación de estos patrones objetivos de atención tiene como fin último la generación de pautas de estructuración de utilidad para el diseño de muestras museográficas.

Referencias

- Asensio, M., Pol, E. 2005. Evaluación de exposiciones. En: J. Santacana y N. Serrat (Eds.), *Museografía didáctica* (Capítulo 9). Barcelona: Ariel.
- Bazán, L.N. 2020. Influencia de las condiciones ambientales en museos en la satisfacción de los visitantes. Su evaluación. Tesis doctoral, Instituto de Investigación en Luz, Ambiente y Visión, UNT-CONICET. Disponible en Repositorio institucional Conicet Digital <http://hdl.handle.net/11336/114637>
- Bazán, L., Ajmat, R. 2021. Considerations on visitor satisfaction as part of an integral evaluation methodology. *Intervención*, 23(1), 231-255.
- Bazán, L., Ajmat, R., Sandoval, J. 2018. Iluminación en museos, experiencia y satisfacción de visitantes en contextos patrimoniales. Casos de estudio en el noroeste argentino. *Anales AFA [S.I.]*, 39-48. <https://anales.fisica.org.ar/journal/index.php/analesafa/article/view/2196>
- Bitgood, S. 2002. Environmental psychology in museums, zoos, and other exhibition centers. En: R.B. Bechtel y A. Churchman (Eds.), *Handbook of environmental psychology* (pp. 461-480). New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Dodd, J., Jones, C., Sawyer, A., Tseliou, M.A. 2012. *Voices from the museum: Qualitative research conducted in Europe's national museums*. The authors, UK.
- Eghbal-Azar, K., Widlok, T. 2013. Potentials and limitations of mobile eye tracking in visitor studies: Evidence from field research at two museum exhibitions in Germany. *Social Science Computer Review*, 31(1), 103-118.
- Falk, J.H., Dierking, L.D. 2016. *The museum experience revisited*. New York: Routledge.
- Garbutt, M., East, S., Spehar, B., Estrada-Gonzalez, V., Carson-Ewart, B., Touma, J. 2020. The embodied gaze: Exploring applications for mobile eye tracking in the art museum. *Visitor Studies*, 23(1), 82-100.
- García Blanco, A. 1999. *La exposición, un medio de comunicación*. Madrid: Ediciones Akal.
- Goldstein, E.B. 2013. *Sensation and perception* (9na Edición). USA: Cengage Learning.
- Heidenreich, S.M., Turano, K.A. 2011. Where does one look when viewing artwork in a museum? *Empirical Studies of the Arts*, 29(1), 51-72.
- Jeong, J.-H., Lee, K.-H. 2006. The physical environment in museums and its effects on visitors' satisfaction. *Building and Environment*, 41(7), 963-969.
- Krukar, J., Dalton, R.C. 2020. How the visitors' cognitive engagement is driven (but not dictated) by the visibility and co-visibility of art exhibits. *Frontiers in psychology*, 11, 350.
- Land, M. F., Hayhoe, M. 2001. In what ways do eye movements contribute to everyday activities? *Vision research*, 41(25-26), 3559-3565.
- Lu, Y., Peponis, J. 2014. Exhibition visitors are sensitive to patterns of display covisibility. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 41(1), 53-68.



EJE TEMATICO 2: Los espacios de exhibición. Teorías y prácticas. COMUNICACIONES ORALES

- Mayr, E., Knipfer, K., Wessel, D. 2009. In-sights into mobile learning: An exploration of mobile eye tracking methodology for learning in museums. En: G. Vavoula, N. Pachler y A. Kukulska-Hulme (Eds.), *Researching mobile learning: Frameworks, tools and research designs* (pp. 189-204). Oxford: Peter Lang.
- Pattini, A., Rodríguez, R., Monteoliva, J.M., Garretón, J.Y. 2012. Iluminación en espacios de trabajo. Propuestas al protocolo de medición del factor iluminación de la Superintendencia de Riesgos de Trabajo. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 16(1), 81-88.
- Pérez Santos, E. 2000. Estudio de visitantes en museos: metodología y aplicaciones. Gijón: Editorial Trea.
- Preciado, O., Décima, A., Barraza, J. 2020. Photometric characterization of a commercial DSLR camera for the implementation of an imaging luminance meter. *Anales AFA*, 31, 143-149.
- Rea, M.S. 2018. The what and the where of vision lighting research. *Lighting Research & Technology*, 50(1), 14-37.
- Schwan, S., Gussmann, M., Gerjets, P., Drecoll, A., Feiber, A. 2020. Distribution of attention in a gallery segment on the National Socialists' Führer cult: diving deeper into visitors' cognitive exhibition experiences using mobile eye tracking. *Museum Management and Curatorship*, 35(1), 71-88.
- Walker, F., Bucker, B., Anderson, N.C., Schreij, D., Theeuwes, J. 2017. Looking at paintings in the Vincent Van Gogh Museum: Eye movement patterns of children and adults. *PloS One*, 12(6), e01789
-

