

# Mirada, tiempo y acción: visualizaciones alternativas de experimentos de seguimiento ocular con escenas dinámicas

Laurence Bender, Ignacio Guerra, Germán Ito, Ignacio Vizcarra, Alejandro Schianchi

Laboratorio de Arte Electrónico e Inteligencia Artificial  
Universidad Nacional de Tres de Febrero, Caseros, Buenos Aires, Argentina  
lbender@untref.edu.ar, iguerra@untref.edu.ar  
<http://mirada-tiempo-accion.surwww.com>

**Abstract.** La visión humana es un proceso activo en el que el espectador explora continuamente la información visual relevante de una escena. Los movimientos oculares son una manifestación palpable de la asignación de atención visual, por lo que se piensa que su estudio ofrece indicios sobre procesos cognitivos asociados a la mirada. Se describe un proyecto de investigación-creación cuyo punto de partida es la realización de experimentos de seguimiento ocular con secuencias de video, y que apunta a la producción de composiciones visuales creadas por software a partir de los datos obtenidos. La visualización de información se concibe como una práctica interdisciplinaria que incorpora la exploración estética, vinculada íntimamente con las tecnologías utilizadas para su realización: hardware experimental y software a medida. Las composiciones proponen representar diferentes comportamientos de la mirada en relación con escenas dinámicas, desde abordajes alternativos a los empleados habitualmente para la visualización de experimentos de percepción visual.

**Keywords.** Visualización de información; Artes Electrónicas; Seguimiento ocular; Escenas dinámicas.

## 1 Introducción

El modo en que la mirada opera sobre escenas complejas es un tema de interés en múltiples disciplinas ligadas al estudio de procesos cognitivos, que incluyen la interacción persona-computadora, el diseño de interfaces visuales, el marketing, la neurociencia visual y la visión por computadora, entre otras.

Cuando leemos, observamos un rostro o miramos una escena, la información visual de máxima nitidez se produce en una pequeña región espacial en torno al centro de atención visual, que corresponde al ángulo de visión de la zona retiniana conocida como la fovea. La nitidez visual decae rápidamente desde la fovea hacia la zona parafoveal y de visión periférica. Al mirar, continuamente realizamos movimientos oculares rápidos llamados *sacadas* para reorientar la fovea hacia distintos puntos de la

escena. Entre dos sacadas, nuestros ojos permanecen relativamente quietos durante periodos cortos de tiempo que se denominan *fijaciones*. Durante las sacadas la sensibilidad visual se reduce debido al fenómeno de *supresión sacádica*, por lo que la información visual se obtiene principalmente a través de las fijaciones. La velocidad y distribución angular de las sacadas, así como la posición y la duración de las fijaciones, dependen fuertemente de diversos factores visuales y cognitivos que afectan la percepción [1].

El estudio científico de la percepción visual mediante técnicas experimentales de seguimiento ocular tiene una larga historia. Las primeras investigaciones sobre el rol de los movimientos oculares durante la lectura de textos datan del siglo XIX [2]. Estudios experimentales del comportamiento ocular durante la visualización de escenas estáticas se remontan a mediados del siglo XX [3]. Asimismo existen numerosos trabajos científicos que utilizan datos de movimientos oculares para describir mecanismos de la percepción de rostros, incluyendo el reconocimiento facial, la caracterización de expresiones faciales y el reconocimiento de emociones [4].

Las investigaciones sugieren que los movimientos oculares proveen indicios importantes sobre procesos perceptuales y cognitivos. Ya desde los primeros experimentos realizados con imágenes fijas [5], se comprobó que se producen pocas fijaciones sobre regiones vacías o uniformes. En cambio, el espectador concentra las fijaciones sobre aquellas regiones de la escena que presentan mayor riqueza visual.

Existen dos tipos de factores que parecen determinar lo que resulta visualmente informativo. Por un lado, estímulos visuales externos como el brillo, el contraste, el color, los bordes pronunciados, la diferencia de orientación o de movimiento, que llaman la atención del espectador en forma involuntaria (factores exógenos). Por el otro, factores cognitivos internos que tienden a que se enfoque la atención sobre elementos o rasgos cognitivamente relevantes del mundo (factores endógenos). La existencia de factores exógenos ha motivado el desarrollo de modelos computacionales que combinan múltiples elementos visuales a diferentes escalas espaciales para generar un mapa de *saliencia visual*, que predice las regiones que tienden a atraer la atención visual [6].

Cuando la escena observada es dinámica surgen nuevos factores, como las variaciones de luz (*flicker*) y la presencia de movimientos transitorios (arranques, frenados, aparición de nuevos objetos en el campo de visión) que juegan un papel relevante en la captura de la atención visual [7]. La existencia de factores exógenos de tipo temporal ha motivado, por ejemplo, el desarrollo de modelos de *saliencia espacio-temporal* y su aplicación a algoritmos de visión por computadora orientados al seguimiento de objetos en escenas complejas y altamente cambiantes [8].

En el caso de escenas dinámicas que presentan una construcción narrativa, como en el cine clásico, diversos experimentos han determinado que los movimientos oculares son bastante consistentes entre múltiples observadores o para el mismo observador entre vistas repetidas de una secuencia. A este fenómeno se le conoce como *sincronía atencional* [9]. La variabilidad de los movimientos oculares entre diferentes espectadores es mayor en el caso de escenas documentales filmadas sin edición. A su vez la presencia de cortes de tomas en las secuencias tiene un impacto pronunciado sobre los saltos de atención visual [10]. En una línea de investigación similar, una serie de trabajos realizados en los últimos años utilizan experimentos de

seguimiento ocular para estudiar la actividad ocular de espectadores al mirar escenas de películas con el foco puesto en la relación entre los patrones de mirada y el desarrollo narrativo, la caracterización de personajes, la banda de sonido y la presencia de subtítulos [11].

Estudios recientes también reconocen la existencia de importantes interacciones audiovisuales [12]. Se ha comprobado que las fijaciones tienden a concentrarse en regiones de la escena que corresponden a fuentes de sonido reconocidas (por ejemplo bocas en el caso de sonido de diálogos) [13]. Varios trabajos modelan estadísticamente la distribución de las fijaciones y sacadas tomando en cuenta diferentes condiciones de escucha, o distintos tipos de sonidos como voces, sonidos diegéticos, sonidos extradiegéticos y música [14].

Estas investigaciones buscan obtener nuevas perspectivas sobre la experiencia de mirar escenas dinámicas. Sin embargo, revelan un fuerte sesgo hacia el uso de películas comerciales de acción y animación, o series de televisión. Por otra parte, las herramientas empleadas para el análisis de los patrones de movimiento ocular se limitan en su mayor parte a variantes de visualizaciones estándar que ilustran las densidades de fijaciones mediante una paleta de colores (*attention maps*) [15], o que muestran la localización y la duración de las fijaciones junto con el orden en que se realizaron (*scan paths*) [16]. En el trabajo de Blascheck et al. se presenta una amplia revisión sobre distintas visualizaciones científicas de experimentos de seguimiento ocular [17].

## 1.1 Visualización de datos y arte

Los experimentos actuales de seguimiento ocular (*eye tracking*) proporcionan una multiplicidad de datos, que incluyen la velocidad, longitud y dirección de las sacadas, la posición y duración de las fijaciones, las variaciones de la dilatación pupilar y el ritmo de parpadeo. El análisis y la interpretación de los cuantiosos datos que proveen los equipos experimentales de alta resolución espacial y temporal no es, en general, una tarea trivial y requiere el desarrollo de visualizaciones u otras representaciones efectivas de los datos obtenidos.

El campo de la visualización de datos estudia la creación y el análisis de representaciones visuales de información. Un conjunto de datos, que en principio se presentan como abstractos y sin estructura aparente, se transforma en una representación gráfica que pone de relieve y facilita la comprensión de las relaciones entre esos datos. La construcción de las representaciones implica una práctica compleja, en la cual se crea un sentido a partir del ordenamiento de elementos visuales básicos tales como la forma, el espacio, el color, figuras geométricas, la escala, la textura, la dirección y el movimiento [18]. La visualización de datos es una herramienta habitual en la investigación científica y en otras disciplinas que trabajan con mapeos estadísticos de información.

En este siglo el arte ha incorporado a la visualización de datos como un nuevo campo de creación, donde se desarrollan representaciones de información con énfasis en la exploración estética. Diversos artistas como George Legrady (“Pockets Full of Memories”, 2001-2007; “Making Visible the Invisible”, 2005-2014), Lev Manovich (“Soft Cinema”, 2002-2004), Golan Levin (“The Secret Lives of Numbers”, 2002),

Rafael Lozano-Hemmer (“Pulse Room”, 2006), Mariano Sardón (“Telefonías”, 2005-2008; “Morfologías de la mirada”, 2012) y muchos otros, utilizan tecnologías digitales para crear representaciones de datos con fines artísticos [19]. Sin embargo, la realización de obras a partir de mediciones de seguimiento ocular, ya sea por artistas trabajando en forma individual o en colaboración con grupos de investigación científica, es relativamente escasa [20], [21], [22], [23].

El proyecto “Mirada, tiempo y acción” propone una investigación inspirada en una línea de creación afín, que indaga sobre el vínculo entre la mirada y las acciones que se desarrollan en una escena. Las escenas pueden incluir secuencias sin editar, elementos narrativos, cortes entre acciones y variaciones de sonido superpuestas a la imagen. El recorrido de la mirada en relación con el desarrollo temporal de la escena es el eje principal de experimentación y producción de las visualizaciones.

Cabe señalar que en las investigaciones científicas que estudian la percepción de escenas dinámicas, a menudo se soslaya la dinámica de los movimientos oculares de personas individuales, presentado los resultados principales (por ejemplo, amplitud sacádica, duración de la fijaciones, distribución de los centros de atención visual, etc.) utilizando promedios de espectadores sobre una secuencia, o limitando el análisis a determinados áreas de interés (AOI, [24]). En aquellos trabajos que consideran la dependencia temporal de la mirada en forma explícita, suelen mostrarse gráficos bidimensionales de la variación de alguna magnitud de interés (por ejemplo, la varianza de la distribución de las fijaciones) como función del tiempo. A veces se incluyen videos con visualizaciones simples que muestran la evolución de sacadas o fijaciones.

La visión humana como un proceso activo y creativo, la mirada en relación con el tiempo de una acción o narración, la experiencia singular de cada mirada individual ante las imágenes, la sincronía atencional y otros comportamientos visuales, son temas que se exploran en las composiciones. En este sentido consideramos que el arte ofrece abordajes alternativos para la visualización de los datos provenientes de los experimentos de eye tracking.

## **2 Experimentos de seguimiento ocular**

Los experimentos de seguimiento ocular constituyen un procedimiento eficaz para obtener información acerca de la forma y evolución temporal de los patrones de atención visual. Para llevar a cabo las mediciones se utilizan dispositivos conocidos como seguidores de ojos o *eye trackers*.

En la actualidad la mayoría de los *eye trackers* tienen una cámara especial para registrar la actividad ocular de ambos ojos mientras una persona visualiza imágenes de video en una pantalla. Estos dispositivos utilizan técnicas ópticas de medición, localizando por contraste el centro de la pupila e iluminando los ojos empleando luz infrarroja con el objetivo de crear una reflexión en la córnea. El vector formado entre estos dos puntos se puede usar para calcular el centro de atención de la mirada después de una simple calibración individual [25].

## 2.1 Tecnología experimental

Una motivación importante para la realización del presente trabajo fue la posibilidad de contar con un equipo eye tracker de alta resolución EyeLink 1000 Plus de SR Research<sup>1</sup>, adquirido por la Universidad Nacional de Tres de Febrero. El equipo está constituido por (Fig. 1):

- Un iluminador infrarrojo y una cámara con filtro infrarrojo que se encuentran debajo de la pantalla donde se observan las imágenes de video.
- Una computadora Host que obtiene, analiza y guarda los datos que provienen de la cámara. Esta computadora ejecuta el software de calibración del eye tracker.
- Otra computadora Display, que presenta las imágenes de video y sincroniza los eventos con la computadora Host.



**Fig. 1.** Equipo de seguimiento ocular EyeLink 1000 Plus del Laboratorio de Arte Electrónico e Inteligencia Artificial, UNTREF.

La computadora Host realiza el seguimiento visual en tiempo real a una resolución temporal de 1000 muestras por segundo para ambos ojos con una pérdida de resolución espacial mínima ( $0.05^\circ$  para microsacadas), mientras calcula la posición de la mirada sobre la pantalla de visualización. Las posiciones sucesivas de ambos ojos, sus velocidades de desplazamiento, así como la detección de eventos oculares tales como sacadas, fijaciones y parpadeos, son almacenadas en un archivo de datos en esta computadora.

La computadora Display ejecuta el software que coordina la calibración del eye tracker, envía mensajes de sincronización que luego serán utilizados durante el análisis de los datos, y presenta en pantalla el video que se muestra al participante.

Es importante destacar que el sujeto participante apoya su mentón en un montaje inmóvil, cuya finalidad es fijar la posición de la cabeza durante el procedimiento de calibración y las mediciones. El eye tracker posee además sistemas integrados de corrección de errores de medición, por ejemplo debidos a cambios en el diámetro de

<sup>1</sup> <http://www.sr-research.com>

la pupila ocasionados por variaciones de luz provenientes del video que se presenta en pantalla.

## 2.2 Procedimiento experimental

### 2.2.1 Calibración

Previo a la realización de las mediciones se requiere un ajuste físico del sujeto participante. Se inicia adecuando la altura de la silla para que el sujeto esté cómodo, sentado con el mentón apoyado en el montaje fijo y mirando hacia el centro de la pantalla de 40".



**Fig. 2.** Ajuste de la posición del participante y del EyeLink 1000.

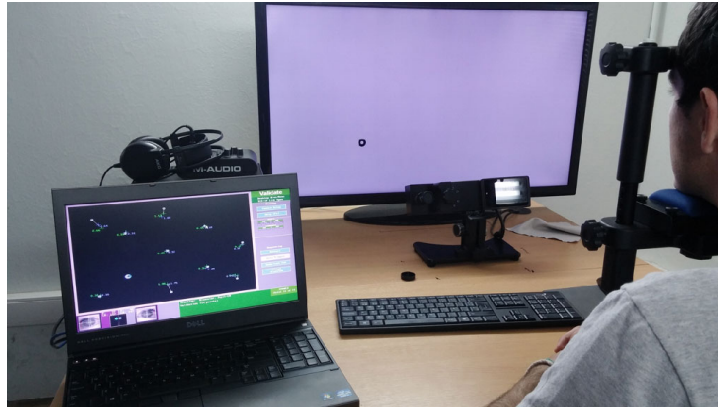
Luego se ajusta la posición de la cámara centrando el rostro del sujeto en una imagen presentada en pantalla y se enfoca para obtener una buena detección de los ojos (Fig. 2).

Tras ajustar la posición de los ojos del participante, se procede al calibrado del software desde la computadora (Host). En la interfaz de software del eye tracker se ajusta la potencia de iluminación que incide sobre el rostro (dependiendo de la cantidad de iluminación ambiental), el umbral de detección de la pupila y el umbral de reflexión de la córnea.

Una vez ajustado los parámetros de iluminación, se presenta al sujeto participante una secuencia de 13 puntos distribuidos de manera aleatoria en distintas posiciones de la pantalla, que debe seguir con la mirada (Fig. 3). Esta secuencia se repite para validar la precisión de la calibración. Finalizado el procedimiento de calibración, el equipo está en condiciones de llevar adelante las mediciones.

### 2.2.2 Medición

Con el objetivo de no sesgar los datos experimentales de posicionamiento ocular, se les indica a los participantes que simplemente observen las imágenes sin proporcionar ninguna consigna adicional.



**Fig. 3.** Calibración del software del EyeLink 1000 Plus.

Todos los sujetos que participaron de los experimentos contaban con visión normal. Desconocían el tema y propósito del estudio. En los casos en que se utilizaron videos con sonido, se les colocaba auriculares a los participantes. Algunas mediciones fueron realizadas empleando alternativamente secuencias de video con su banda de sonido original y la misma secuencia sin sonido, con la finalidad de determinar si los estímulos sonoros afectan la dinámica de la mirada. Hasta la fecha se realizaron más de 90 mediciones, de las cuales participaron 20 voluntarios, principalmente estudiantes y becarios de la Licenciatura en Artes Electrónicas de la Universidad Nacional de Tres de Febrero.

## 3 Software desarrollado

El diseño de los experimentos de seguimiento ocular tuvo en cuenta la especificidad del trabajo con imágenes en movimiento. Un requerimiento básico es la necesidad de establecer puntos de sincronización entre las mediciones y el video observado, para luego poder sincronizar las visualizaciones. Otro es el análisis y la extracción de información relevante de los grandes archivos de datos que genera el Eye Link 1000, que pueden llegar a ocupar 40 MB en el caso de mediciones con videos de varios minutos de duración. Para resolver estos requerimientos se desarrollaron dos herramientas de software como parte del proyecto.

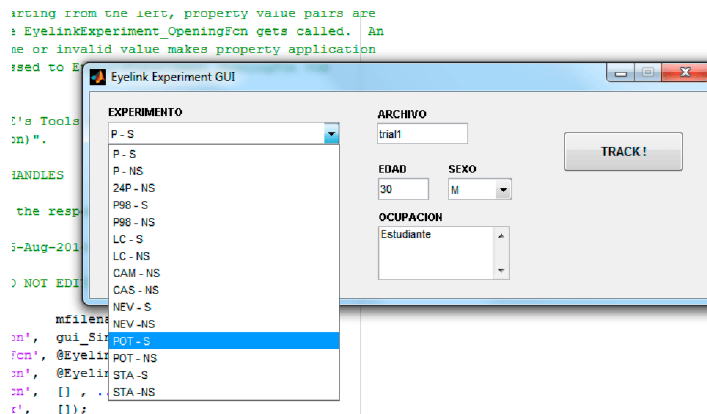


Fig. 4. Eyelink Experiment GUI.

### 3.1 Eyelink Experiment GUI

Eyelink Experiment es una interfaz diseñada y programada en Matlab<sup>2</sup>, que facilita la realización de los experimentos de seguimiento ocular con videos usando el eye tracker de alta resolución EyeLink 1000 (Fig. 4). Este software trabaja en combinación con la librería externa Psychophysics Toolbox 3<sup>3</sup>, ampliamente utilizada en investigaciones de percepción visual y neurociencia. Entre sus principales características se pueden mencionar:

- Presenta una GUI que permite elegir el video para el experimento, definir el nombre del archivo con las mediciones resultantes e ingresar algunos datos adicionales del participante (edad, sexo y ocupación).
- Inicializa el eye tracker y lo configura con parámetros optimizados para los experimentos (umbral de detección de sacadas, tiempo mínimo de fijaciones, cantidad de puntos utilizados para la calibración y modo de registro binocular).
- Genera mensajes especiales en los archivos de salida que permiten sincronizar los datos obtenidos con el timecode del video.
- Reproduce videos en formato mp4/mov/avi y resolución HD 1080p, escalando automáticamente los videos para aprovechar las dimensiones de la pantalla.
- Los experimentos pueden realizarse con o sin sonido, o usando velocidades de reproducción no estándar.

Este software se encuentra disponible para proyectos futuros en el equipo de seguimiento ocular del Laboratorio de Arte Electrónico e Inteligencia Artificial, UNTREF.

<sup>2</sup> <http://www.mathworks.com>

<sup>3</sup> <http://psychtoolbox.org>



### 3.2 EyeLink Data Parser

EyeLinkParser es una clase de Java/Processing<sup>4</sup>, que analiza y extrae los datos de los archivos de texto (.asc) generados por el EyeLink 1000 en los experimentos de seguimiento ocular con videos realizados utilizando la GUI EyeLink Experiment. Esta clase fue desarrollada con el fin de facilitar el análisis de los datos experimentales en composiciones multimediales realizadas utilizando el entorno Processing. Ofrece diversas funcionalidades:

- El análisis y la extracción de los datos devueltos por el eye tracker.
- La depuración de los datos de posicionamiento ocular tomando en cuenta los parpadeos ocurridos durante la medición.
- La sincronización automática de los datos medidos con el timecode del video.
- La extracción de información asociada a diferentes eventos oculares, tales como fijaciones, sacadas y parpadeos.
- El análisis de cada tipo de evento ocular por separado y la posibilidad de generar diferentes archivos con datos experimentales diferenciados por evento.

La documentación Javadoc completa de EyeLinkParser se puede encontrar en el sitio del proyecto.

## 4 Composiciones

Por motivos de espacio se muestran solamente algunos ejemplos, en su mayor parte fotogramas seleccionados de videos generados por software utilizando el entorno Processing. Las visualizaciones corresponden a experimentos de seguimiento ocular con tres escenas emblemáticas del cine narrativo clásico, pertenecientes a las películas El Acorazado Potemkin (1925), Alejandro Nevsky (1938) y Psycho (1960), y con un video sin editar que muestra la actividad en Plaza de Mayo (Buenos Aires, Argentina) durante un día feriado.

Las mediciones se realizaron en su mayor parte usando el sonido original de la secuencia. En principio no se observaron diferencias significativas entre las visualizaciones con datos provenientes de experimentos con o sin sonido. A continuación se presentan algunas de las estrategias compositivas desarrolladas hasta la fecha. En el sitio web del proyecto se muestran más ejemplos de visualizaciones con imágenes fijas y videos<sup>5</sup>.

Las primeras dos figuras muestran visualizaciones dinámicas con *trazas* que se superponen a las imágenes y que representan el recorrido de la mirada de participantes individuales al observar las escenas. Las trazas tienen una duración determinada por un parámetro del software de composición, por lo que se funden continuamente sobre las imágenes. En las visualizaciones se aprecian las sacadas y fijaciones producidas durante la percepción visual.

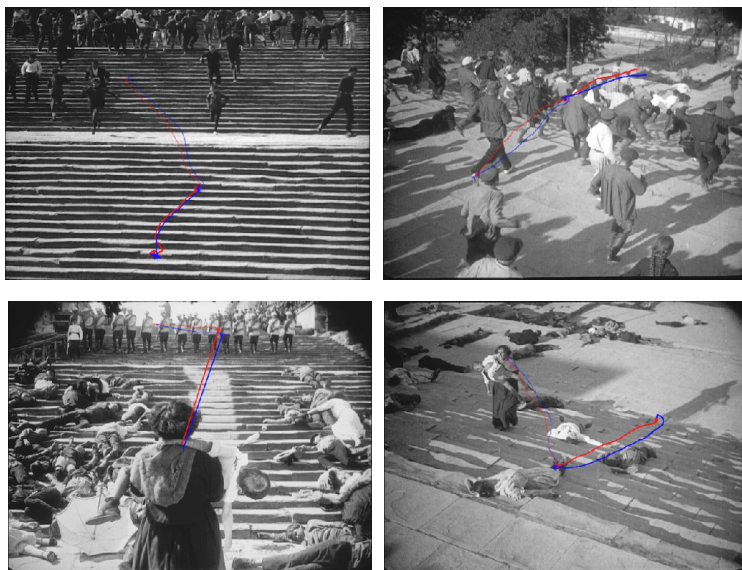
---

<sup>4</sup> <https://www.processing.org>

<sup>5</sup> <http://mirada-tiempo-accion.surwww.com/composiciones.html>



**Fig. 5.** Composición con trazas. Video, fotogramas seleccionados. Alejandro Nevsky, escena de “La batalla del hielo”. Ojo izquierdo en rojo y ojo derecho en azul.

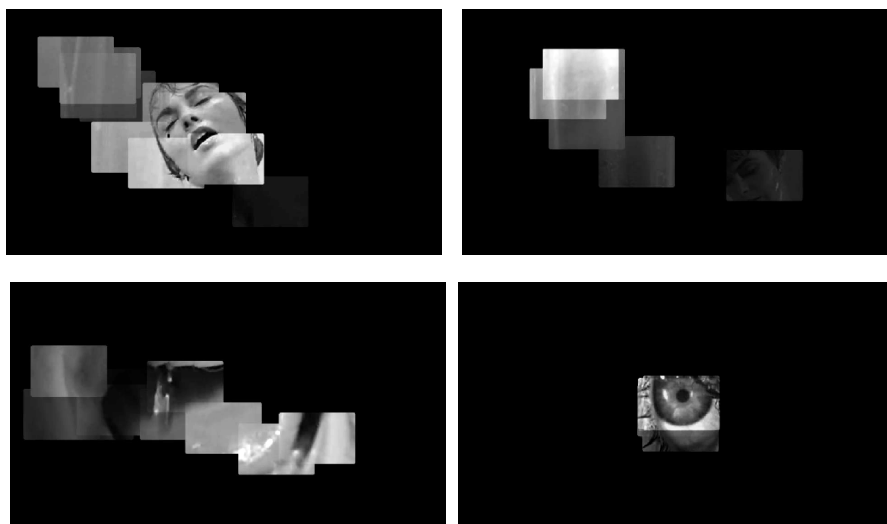


**Fig. 6.** Composición con trazas. Video, fotogramas seleccionados. El acorazado Potemkin, escena de “Las escaleras de Odessa”. Ojo izquierdo en rojo y ojo derecho en azul.

En la Fig. 5 se muestran partes de un video resultante de un experimento con la escena “La batalla del hielo” de Serguéi Eisenstein, compuesta por una sucesión de

planos largos con poca acción y fuertes elementos visuales estáticos. Claramente la composición visual de los planos guía la mirada del espectador. Los recorridos de la mirada de diferentes espectadores no difieren mucho en promedio [26], aunque se observan variaciones interesantes en el dibujo generado por las miradas individuales.

La Fig. 6 muestra algunos fotogramas de una composición de trazas realizada a partir de otra secuencia clásica de Eisenstein, “La escalera de Odessa”. A diferencia de la escena anterior, sus planos son casi todos muy cortos, con muchas acciones, personajes y cortes violentos. Aquí la mirada es considerablemente más activa, muchas veces anticipando la acción, siendo el recorrido muy variable entre espectadores. Sin embargo, la escena también presenta pequeñas historias intercaladas (por ejemplo, el famoso rodado del cochecito de bebé) que tienden a guiar en cierta medida la atención visual.

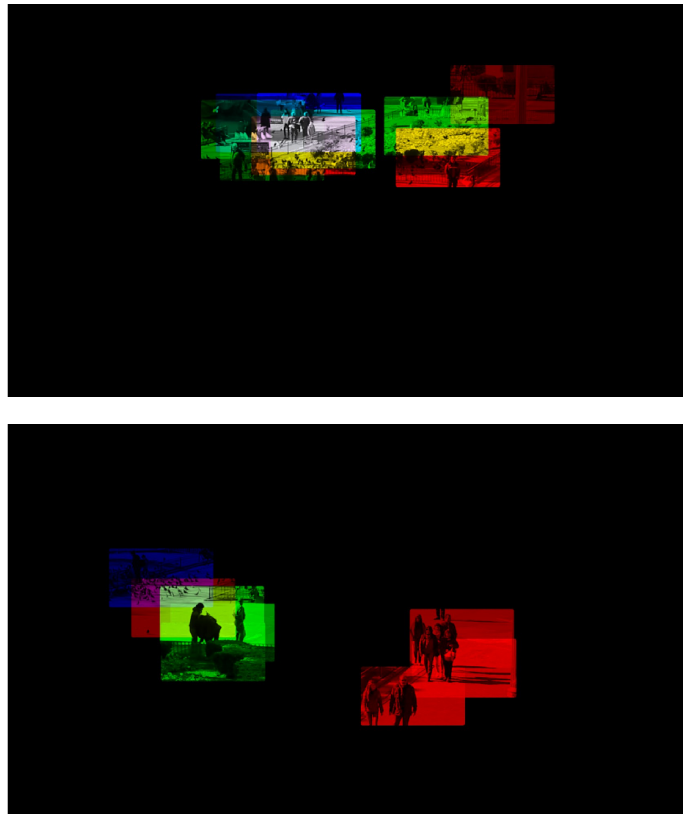


**Fig. 7.** Composición de microencuadros. Video, fotogramas seleccionados. “Shower scene” de la película Psycho.

Las siguientes figuras muestran ejemplos de lo que denominamos composiciones de *microencuadros*. Son composiciones dinámicas en las que regiones de la escena en donde la mirada se detiene durante un lapso de tiempo significativo (es decir fijaciones relativamente largas), se revelan mediante una sucesión de pequeños encuadros que se funden continuamente entre sí. Se entrevén objetos, acciones, personajes y pequeñas historias. Aparecen ritmos visuales, una fragmentación del espacio de la escena y una reconstrucción de la misma producida por el recorrido de la mirada.

La Fig. 7 muestra composiciones de microencuadros obtenidas a partir de la escena de la ducha en la película Psycho. Los microencuadros corresponden a fijaciones de por lo menos 200 ms, realizados por el espectador en distintos momentos de la película. Como se señaló en la introducción, la información visual se obtiene esencialmente a través de las fijaciones, por lo que estas imágenes ilustran cómo el

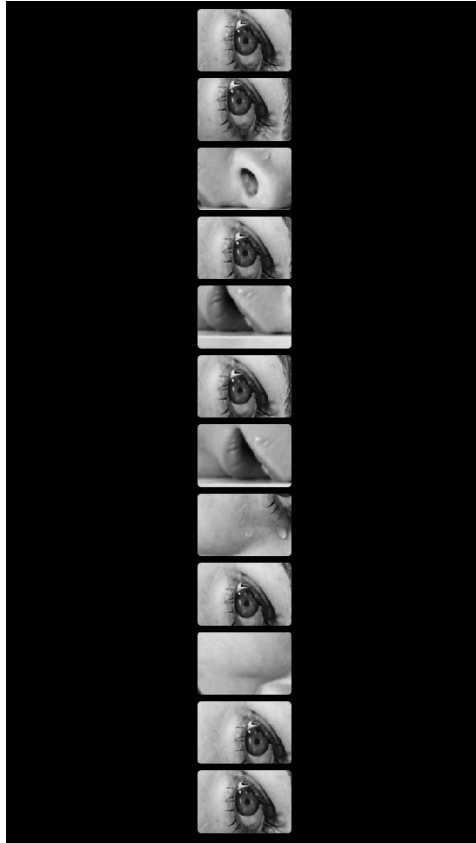
espectador construye la información visual relevante de la escena a través de la mirada. En algunos momentos la mirada se relaja y dispersa, mientras que en otros se reconcentra en aquellas partes de la escena fuertemente significativas desde lo cognitivo o afectivo. En la evolución de los microencuadres entran en juego factores endógenos como el entrenamiento visual y el conocimiento del cine, que son propios de cada espectador, y factores exógenos que son comunes a todos los espectadores.



**Fig. 8.** Composición cromática de tres miradas. Video, fotogramas seleccionados. Plaza de Mayo, Buenos Aires (2017).

La Fig. 8 muestra una variante cromática en la que los microencuadres de tres espectadores distintos se dibujan en color rojo, verde y azul, respectivamente. Al superponerse los rectángulos de diferentes colores se mezclan en forma aditiva, señalando la superposición de las miradas en una parte de la escena. Las regiones que aparecen en blanco representan aquellos lugares de la escena en donde se produce la fijación simultánea de las tres miradas (sincronía atencional). A diferencia de los ejemplos anteriores, la escena visualizada corresponde a una filmación sin editar de la actividad en una plaza. Algunos acontecimientos llaman la atención de los tres

espectadores, por ejemplo el vuelo de las palomas, mientras que en otros momentos de la escena cada espectador enfoca su atención en lugares diferentes.



**Fig. 9.** “12 Miradas de Psycho”. Serie de ampliaciones con formato de filmstrip.

La última imagen ilustra la estrategia compositiva que llamamos *ampliaciones* o *blow-ups*. Estas composiciones consisten en imágenes fijas, producidas a partir de ampliaciones centradas en los puntos donde el espectador fija su atención visual en un momento determinado de la escena.

En la Fig. 9 se muestra un ejemplo compuesto por una serie de ampliaciones obtenidas a partir de experimentos con 12 espectadores observando la misma escena de la película Psycho. Las 12 miradas, que se exhiben con formato de metraje cinematográfico, corresponden al mismo momento de la escena. La visualización muestra, entre otras cosas, la relativa sincronía atencional entre los espectadores, probablemente debido a los pocos elementos visuales presentes en el plano de la escena, que son además relevantes desde lo perceptual.

## 5 Conclusiones

Se presentó una serie de composiciones visuales obtenidas a partir de datos experimentales de seguimiento ocular con escenas dinámicas, tomadas de películas narrativas o registros de video sin edición. Las visualizaciones de la información que proveen los experimentos constituyen materializaciones de una exploración de naturaleza estética, que puede contribuir al desarrollo de abordajes alternativos para el estudio de comportamientos visuales. Citando a Tukey [27], “El mayor valor de una imagen es cuando nos hace reparar en lo que nunca esperábamos ver”.

Se proyecta a futuro extender la presente investigación a la creación de visualizaciones con datos provenientes de experimentos de percepción visual usando videos inmersivos 360°.

## Agradecimientos

Este trabajo ha sido realizado gracias al apoyo del Programa de Investigación y Desarrollo de la Universidad Nacional de Tres de Febrero.

## Referencias

1. John M. Henderson: Human gaze control during real-world scene perception. *Trends in Cognitive Sciences*, Vol. 7, No. 11, 498-504 (2003)
2. Rayner, K.: Eye movements in reading: Models and data. *Journal of Eye Movement Research*, 2 (5), 1-10 (2009)
3. Yarbus A.L.: *Eye movements and vision*. Plenum Press, New York (1967)
4. Walker-Smith G. J. Gale A. G. Findlay J. M.: Eye movement strategies involved in face perception. *Perception*, 6, 313–326 (1977)
5. Buswell G.T.: *How people look at pictures: a study of the psychology of perception in art*. University of Chicago Press, Chicago (1935)
6. Itti L, Koch C.: Computational modelling of visual attention. *Nature Reviews Neuroscience*, 2 (3), 194-203 (2001)
7. Smith, T. J., & Mital, P. K.: Attentional synchrony and the influence of viewing task on gaze behaviour in static and dynamic scenes. *Journal of Vision* 13(8): 16, 1-24 (2013)
8. Ali Borji and Laurent Itti: State-of-the-Art in Visual Attention Modeling. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 35, No. 1, 185-207 (2013)
9. Robert B. Goldstein, Russell L. Woods, and Eli Peli: Where people look when watching movies: Do all viewers look at the same place? *Comput Biol Med*, 37(7), 957–964 (2007)
10. Michael Dorr, Thomas Martinetz, Karl R. Gegenfurtner, Erhardt Barth: Variability of eye movements when viewing dynamic natural scenes. *Journal of Vision*, 10(10):28, 1–17 (2010)
11. Tim J. Smith: *Watching You Watch Movies: Using Eye Tracking to Inform Film Theory* In: Arthur P. Shimamura (Ed.) *Psychocinematics: Exploring cognition at the movies*, Oxford University Press, 165-191 (2013)
12. Chion, Michel: *La audiovisión*. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica (1993)
13. Antoine Coutrot, Nathalie Guyader. (2014) How saliency, faces, and sound influence gaze in dynamic social scenes. *Journal of Vision* 14(8):5, 1–17.

14. Song, G., Pellerin, D., Granjon, L. (2013) Different types of sounds influence gaze differently in videos. *Journal of Eye Movement Research*, 6(4):1, 1-13.
15. Duchowski, A.T., Price, M.M., Meyer, M., Orero, P.: Aggregate gaze visualization with realtime heatmaps. In: *Proceedings of the Symposium on Eye Tracking Research and Applications*, pp. 13–20. ACM (2012)
16. Noton, D., Stark, L.: Scanpaths in eye movements during pattern perception. *Science* 171(3968), 308–311 (1971)
17. Blascheck, T., Kurzhals, K., Raschke, M., Burch, M., Weiskopf, D., Ertl, T.: State-of-the-art of visualization for eye tracking data. In: *Proceedings of EuroVis*, vol. 2014 (2014)
18. George Legrady, Angus Forbes: Staging Data Visualization Installations in Site-Specific Situations. *Proceedings of the IEEE VIS 2014 Arts Program, VISAP'14: Art+Interpretation*, Paris, France (2014)
19. A. R. Gaviria: When is information visualization art? Determining the critical criteria. *Leonardo*, 41(5), 479–482 (2008)
20. ART+COM Studios | De-Viewer, <https://artcom.de/en/project/de-viewer>
21. Media Art Net | Hendricks, Jochem: Eye Drawings, <http://www.medienkunstnetz.de/works/augenzeichnungen>
22. Michel Paysant, artiste plasticien, <http://www.michelpaysant.fr>
23. “Eye-Tracking Informatics” Seiko Mikami, <http://www.idd.tamabi.ac.jp/~mikami/artworks>
24. Burch, M., Kull, A., Weiskopf, D.: AOI rivers for visualizing dynamic eye gaze frequencies. In: *Computer Graphics Forum*, vol. 32, pp. 281–290. Wiley Online Library, Chichester (2013)
25. Sigut, J; Sidha, S.A.: Iris center corneal reflection method for gaze tracking using visible light. *IEEE transactions on bio-medical engineering* 58 (2), 411–9 (2011)
26. Tim J. Smith: Audiovisual Correspondences in Sergei Eisenstein’s Alexander Nevsky: A Case Study in Viewer Attention, In *Cognitive Media Theory*, AFI Film Readers, Taylor & Francis (2014)
27. Tukey, John: *Exploratory Data Analysis*. Addison-Wesley (1977)

## 2° congreso internacional de artes

revueltas del arte

del 4 al 6 de octubre de 2017  
Buenos Aires | Argentina



# CERTIFICADO

Se certifica que **Laurence Bender** (UNTREF) ha participado como expositor en el 2° Congreso Internacional de Artes. Revueltas del Arte. El trabajo **Visualizar la mirada. Exploración artística a partir del seguimiento de ojos con imágenes en movimiento** ha sido presentado el día Viernes 6 de octubre de 2017, en la Universidad Nacional de las Artes, Buenos Aires, Argentina.

Mónica Kirchheimer  
Secretaría de Investigación y Posgrado

Sandra Torlucci  
Rectora



# 2° congreso internacional de artes

revueltas del arte

del 4 al 6 de octubre de 2017  
Buenos Aires | Argentina



## CERTIFICADO

Se certifica que **Ignacio Guerra** ha participado como expositor en el 2° Congreso Internacional de Artes. Revueltas del Arte.

El trabajo **Visualizar la mirada. Exploración artística a partir del seguimiento de ojos con imágenes en movimiento** ha sido presentado el día Viernes 6 de octubre de 2017, en la Universidad Nacional de las Artes, Buenos Aires, Argentina.

Mónica Kirchheimer  
Secretaría de Investigación y Posgrado

Sandra Torlucci  
Rectora

## 2° congreso internacional de artes

revueltas del arte

del 4 al 6 de octubre de 2017  
Buenos Aires | Argentina



# CERTIFICADO

Se certifica que **Alejandro Schianchi** ha participado como expositor en el 2° Congreso Internacional de Artes. Revueltas del Arte.  
El trabajo **Visualizar la mirada. Exploración artística a partir del seguimiento de ojos con imágenes en movimiento** ha sido presentado el día Viernes 6 de octubre de 2017, en la Universidad Nacional de las Artes, Buenos Aires, Argentina.

Mónica Kirchheimer  
Secretaría de Investigación y Posgrado

Sandra Torlucci  
Rectora

# 2° congreso internacional de artes

revueltas del arte

del 4 al 6 de octubre de 2017  
Buenos Aires | Argentina



## CERTIFICADO

Se certifica que **German Ito** (UNTREF) ha participado como expositor en el 2° Congreso Internacional de Artes. Revueltas del Arte.  
El trabajo **Visualizar la mirada. Exploración artística a partir del seguimiento de ojos con imágenes en movimiento** ha sido presentado el día Viernes 6 de octubre de 2017, en la Universidad Nacional de las Artes, Buenos Aires, Argentina.

Mónica Kirchheimer  
Secretaría de Investigación y Posgrado

Sandra Torlucci  
Rectora