

Abstract: Within the framework of the Editorial Marketing course of the Publishing Career (FFyL, UBA), learning strategies were proposed through E-learning and ICT tools, as part of the creation of an editorial project. Activity designed as a didactic strategy based on projects, in which different groups of students develop, accompanied by a tutor teacher, a marketing plan for a collection of editorial products. The digital editorial communication plan is carried out in social networks, in three instances: pre-launching, launching and sustaining; in the search of an active learning for the development of labor competences of future publishers.

Keywords: Digital editorial communication - social networks - ICTs - E learning - Editorial product.

(*) **Diana Leonor Di Stefano (@dianaledist):** es Licenciada y Profesora en Psicología (UNLP), Licenciada en Comunicación Social (UNLP) y Locutora (ISER). Posee un Máster en Estudios de Género por la Universidad Autónoma de Madrid y un Máster en Marketing Digital (SpainBS + UCAM). Se ha especializado en el diseño UX/UI centrado en las personas, UX Writing, UX Research, y posee formación en desarrollo web Full-Stack. También ha trabajado en investigación analizando procesos cognitivos en educación y discursos de opinión pública en redes sociales digitales. dldistefano@psico.unlp.edu.ar

Una revisión sobre el estado actual de la técnica del eye tracking en interfaces audiovisuales desde el DCU

Actas de Diseño (2024, abril),
Vol. 45, pp. 96-101. ISSN 1850-2032.
Fecha de recepción: julio 2021
Fecha de aceptación: noviembre 2022
Versión final: abril 2024

Diana Paola Angarita y Jorge Andres Torres Cruz (*)

Resumen: Este artículo tiene como objetivo reflexionar sobre el estado actual de las investigaciones y desarrollos tecnológicos que han implementado la tecnología del seguimiento ocular o *eye tracking* para el control o evaluación de interfaces digitales audiovisuales; la metodología de enfoque hermenéutico de tipo descriptivo cualitativo se realiza a través de la revisión bibliográfica, revisión de publicaciones desarrolladas en los últimos quince años sobre las principales aportaciones del *eye tracking* en relación con el diseño centrado en los usuarios.

Palabras Clave: *Eye tracking* – Interfaces digitales – Diseño centrado en los usuarios – Usabilidad.

[Resúmenes en inglés y portugués en la página 99]

Eye tracking y Diseño Centrado en el usuario (DCU)

Al revisar la literatura sobre el tema, el seguimiento ocular se remonta a las primitivas técnicas de investigación utilizadas en la década de 1800 en la psicología humana y la publicidad, pero la evolución más notable de la tecnología y sus aplicaciones se produjo en la última década. En este sentido, desde la década de los años noventa se están utilizando herramientas de las neurociencias aplicadas al análisis del comportamiento de los usuarios frente a una interfaz (Jacob & Karn, 2003), destacándose la primera aplicación de *eye tracking* conocida actualmente como ingeniería de la usabilidad propuesta por Fitts, Jones y Milton (1950), y estudios como el de Just y Carpenter (1976), pionero en relacionar elementos de *eye tracking* tales como las fijaciones a algunos procesos cognitivos específicos.

Por otra parte, el Diseño Centrado en el Usuario (DCU), como filosofía de diseño se relaciona con un heterogéneo

conjunto de metodologías y técnicas que comparten un objetivo común: conocer y comprender las necesidades, limitaciones, comportamiento y características del usuario, involucrando en muchos casos a usuarios potenciales o reales en el proceso. Dentro de las técnicas existentes del DCU para estimar usabilidad se encuentra el *eye tracking*, una tecnología que registra los movimientos oculares de un individuo, principalmente con la finalidad de determinar anomalías o la interacción frente a estímulos o tareas definidas previamente. Esta finalidad se puede medir mediante el análisis de los datos generados durante el uso o aplicación de dicha tecnología (Duchowski, 2002).

En este sentido el DCU se puede definir como un enfoque multidisciplinar que sirve al desarrollo de productos que toma como eje las necesidades humanas, buscando comprender mejor al usuario objetivo y sus actividades, lo que posibilita diseñar, evaluar y mejorar las propuestas de diseño, a través de todo el proceso de diseño y con

el propósito de generar productos más útiles y usables (Norman, 1988; Vredenburg, Isensee y Righi, 2002; Mao, Vredenburg, Smith y Carey, 2005; Veryzer y Borja, 2005; Jakobsen, 2019).

En este sentido el *eye tracking*, como lo concibe Zurawicki (2010), es un instrumento por medio del cual es posible analizar la forma en que se lee, la distribución, el tiempo de mirada y la dilatación de la pupila. Esta técnica permite observar la forma en que la impresión influye en la atención del sujeto y en el procesamiento cognitivo; cabe destacar que, durante el análisis, diseño y creación de interfaces digitales deben tenerse en cuenta además de la usabilidad, la accesibilidad y *findability* (capacidad de encontrar), dado que el entorno no es solo el contenido y la estructura sino también la experiencia de usuario (Roa y Vidotti, 2020) y por esto la importancia de estudios e investigaciones que involucren estas temáticas y tecnologías como el *eye tracking* que apoyan procesos de recolección y evaluación con enfoque en el usuario.

Considerando que la usabilidad está contenida por la experiencia de usuario y el diseño centrado en el usuario, la evaluación de aspectos de usabilidad implica una contribución en la evaluación de UX destacando medidas de usabilidad objetivas dadas por los datos obtenidos con la tecnología *eye tracking*. La International Organization for Standardization (ISO) define la usabilidad como el “grado de eficacia, eficiencia y satisfacción con la que los usuarios específicos pueden lograr objetivos específicos, en contextos de uso específicos” (ISO, 1998).

La usabilidad en cada interfaz puede medirse dependiendo de los objetivos que se necesiten cumplir con su uso y con el usuario que haga uso de la interfaz. Otro de los métodos de evaluación de usabilidad que está teniendo mucho auge en el área de Interacción Humano Computadora es el seguimiento ocular, aunque este ha sido utilizado desde hace más de 100 años en distintas áreas, por ejemplo, en psicología (Kim, 2015; Valero y Arce, 1994; Poole y Ball, 2005), neuropsicología (Duchowski, 2007; Cipresso et al., 2012), mercadotecnia (Reutskaja, Nagel, Camerer y Rangel, 2011; Duchowski, 2007) y su uso es relativamente reciente en el área de usabilidad (Rogers, Sharp & Preece, 2011; Hassan, Martín y Iazza, 2004). Por lo tanto es pertinente ahondar en este tipo de investigaciones y aportar en este campo de conocimiento.

Otro concepto a tener en cuenta es el de las etapas definidas para la creación de un producto de software. En este sentido es importante señalar que la creación de software es un proceso con etapas que pueden ser iterativas o lineales según las necesidades del proyecto. Así las cosas, el rol que desempeña el diseñador de experiencia de usuario dentro del diseño de software puede ser visto como un proceso comunicativo, inspirado en el modelo de comunicación (Shannon y Weaver, 1949); bajo esta teoría el diseñador se convierte en un mediador entre las necesidades comunicativas que establece la persona o institución que solicita o encarga el producto (clientes) y las necesidades informativas y funcionales de las personas que van a usar el producto (usuarios).

***Eye tracking* y emociones**

Con el uso del *eye tracking* también se ha indagado en el estudio del reconocimiento emocional y de los estados emocionales en las expresiones faciales (Shepherd, 2010). Los resultados de estas investigaciones han sido utilizados tanto para interpretar las acciones humanas como para introducir factores humanos en sistemas artificiales, como ocurre en el desarrollo de aplicaciones que incluyen símbolos que representan estados emocionales (Brom, Starkova, Lukavský, Javora y Bromová, 2016). Calvo y Nummenmaa (2007) y Lang, Bradley y Cuthbert (1999) los cuales han investigado con rastreadores oculares cómo el procesamiento emocional representa una ventaja evolutiva.

El *eye tracking* ha sido utilizado en múltiples campos de estudio, aunque el más conocido es el del neuromarketing (Dos Santos, De Oliveira, Rocha y Giraldo, 2015). No obstante, sorprende la variedad de usos que tiene esta herramienta, los cuales incluyen investigaciones sobre procesos de lectoescritura (Wade, 2010), trastornos del espectro autista (Boraston y Blakemore, 2007), emociones (De Lemos, Sadeghnia, Ólafsdóttir y Jensen, 2008, Gutiérrez de Piñeres, 2019), comportamiento social (Gobel, Kim, y Richardson 2015), entre otros.

***Eye tracking* y música: tecnologías de seguimiento ocular y EEG en el campo del diseño de interfaces audiovisuales**

Existen múltiples tecnologías en el campo del seguimiento ocular a continuación se muestran algunas investigaciones en el campo que están relacionadas con el diseño de interfaces y dispositivos en relación con el campo audiovisual es decir relación entre música y sonido.

Algunas investigaciones como las de Miranda, Lloyd, Josipovic & Williams (2014), evidencian nuevos enfoques en la composición musical, ya que unen tecnología de imágenes cerebrales, inteligencia artificial musical y neurofilosofía; es el caso de *Symphony of Minds Listening*, una composición experimental para orquesta en tres movimientos, basada en los escáneres FMRI tomados de tres personas diferentes, mientras escuchaban el segundo movimiento de la Séptima Sinfonía de Beethoven, lo cual conlleva a una mejor comprensión del cerebro musical combinado con avances técnicos en ingeniería biomédica y tecnología musical. Lo anterior es fundamental para el desarrollo de sistemas de interfaz de música cerebro-computadora (BCMI) cada vez más sofisticados y a través de esta investigación se establecen posibles beneficios para los sectores médico y de salud, así como para la industria del entretenimiento. El impacto potencial en la creatividad musical de una mejor comprensión científica del cerebro y el desarrollo de tecnología cada vez más sofisticada para escanear su actividad.

Por otra parte Fink, Lange, & Groner (2018) abordan el seguimiento ocular más allá y distan de este, visto usualmente como una metodología aplicada en el dominio de la investigación visual, sugiriendo su relevancia en el contexto de la investigación musical. Por último aportes como el de Miret, López, & de Córdoba (2017) y Gutiérrez

(2019), nos, brindan herramientas a los investigadores en el control de la evaluación con usuarios a través del uso del *eye trackers* y proveen una guía metodológica en la evaluación de las categorías y posibles dificultades en el uso del control ocular de la interfaz.

Al respecto es importante citar el desarrollo en crecimiento de aplicaciones móviles y plataformas que relacionan la música con las tecnologías neurocientíficas como el FMRI, la encefalografía o el *eye tracking*. Ejemplo de estas es la aplicación basada en una interfaz cerebro-ordenador, que puede transmitir música desde la parte central del sistema nervioso (encéfalo) a una partitura, mediante el pensamiento (Pinegger, Hiebel, Wriessnegger, & Müller-Putz, 2017) quienes toman como punto de partida un método existente en el sistema interfaz cerebro-ordenador (BCI, por sus siglas en inglés) que es empleado para trasladar el pensamiento a un papel.

Otra herramienta tecnológica de interés es el “EyeHarp”, una interfaz dispuesta a manera de un piano circular. Esta interfaz se usa a través de un pequeño dispositivo que monitoriza la mirada y detecta qué posición de la pantalla está mirando el usuario, trasladando esta información al ordenador. Además, el instrumento digital se puede tocar de forma expresiva y aplicando matices y volúmenes entre otros. La interacción y la expresividad con el instrumento lo realiza el usuario seleccionando los acordes y arpeggios, la melodía y el volumen, sólo a través de su mirada (Vamvakousis y Ramirez, 2016); la evaluación de esta herramienta obtuvo condiciones similares a las del un instrumento tradicional con una curva de aprendizaje pronunciada y que posibilita producir interpretaciones expresivas tanto desde la perspectiva del intérprete como de la audiencia.

Similar al anterior encontramos a “EyeMusic”, un sistema desarrollado por investigadores de la Universidad Hebrea de Jerusalén, (Hornof & Sato, 2004), que utiliza tonos y escalas musicales para ayudar a los discapacitados visuales. Por último, cabe destacar las investigaciones en Colombia en donde una de estas es la llevada a cabo por la universidad de Caldas llamada “Brain Score” (Sistema Compositivo, Gráfico y Sonoro) creado a partir del Comportamiento Frecuencial de las Señales Cerebrales. Es un sistema que lee, clasifica y traduce las señales electroencefalográficas (EEG) en información para crear una sonificación fundamentada en música atonal partiendo de la teorías del pitch set y el postserialismo (Aguirre, Gaviria, Castro, Torres, y Rodríguez, 2019); donde los datos procesados obtenidos del EEG a través de la interfaz cerebro ordenador (BCI) son utilizados para controlar un sistema de interfaces gráficas que representan la notación musical y generan estructuras creativas de composición atonal a través de la manipulación de datos MIDI, que finalmente se traducen en instrumentos musicales digitales tales como los sintetizadores y las máquinas de sampling, entre otros.

Discusión y Conclusiones

A través de esta revisión se evidencia el gran crecimiento de esta técnica en investigaciones relacionadas con el campo de la usabilidad, el diseño de la experiencia del usuario y la accesibilidad a conceptos claves hoy en

día, sobre todo en el diseño y desarrollo de productos digitales audiovisuales así como su uso como controlador de dispositivos. El desarrollo de interfaces forma parte importante del área de la Interacción Humano-Computador, debido a que el mismo representa el medio entre el sistema y el usuario. Así las cosas esta técnica no solo favorece las mejoras a un prototipo teniendo en cuenta metodologías propias del DCU sino que permitirán crear interfaces ajustadas a las necesidades actuales.

Considerando que la usabilidad está contenida por la experiencia de usuario y el diseño centrado en el usuario, la evaluación de aspectos de usabilidad implica una contribución en la evaluación de UX destacando medidas de usabilidad objetivas dadas por los datos obtenidos con la tecnología *eye tracking*.

El diseño puede aportar competitividad, mejorando los procesos productivos; innovando y mejorando la calidad, las prestaciones y los valores formales y simbólicos del producto, y favoreciendo la comunicación en sus diversas variantes; por tanto es importante incentivar desde la academia el hecho de integrar el concepto de diseño en la industria y el rol del diseñador con los actores que integran el panorama de las industrias culturales poniendo en el centro la necesidad de los usuarios.

Por último, es importante investigar sobre los efectos que pueden tener las ondas cerebrales en las personas al usar interfaces digitales y dispositivos de control ocular que nos lleven a reflexionar en cómo se relaciona el cerebro con el diseño de la interfaz visual y sonora, vislumbrando cuales son los efectos que tienen la música y la imagen sobre los estados de relajación mental de los usuarios en una interfaz de este tipo. Por otra parte, gracias al control ocular de este tipo de dispositivos se abren las posibilidades de ser una herramienta terapéutica que proporcione beneficios al usuario y aporte al diseño inclusivo de productos accesibles .

Referencias bibliográficas

- Aguirre-Crisales, C., Gaviria-Cardenas, E., Castro-Londoño, V. H., Torres-Cardona, H. F., & Rodríguez-Sotelo, J. L. (2019, July). *Emotion Recognition System Based on EEG Signal Analysis Using Auditory Stimulation: Experimental Design*. In *International Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 223-230). Springer, Cham.
- Boraston, Z., & Blakemore, S. J. (2007). *The application of eye tracking technology in the study of autism*. *The Journal of physiology*, 581(3), 893-898.
- Brom, C., Stárková, T., Lukavský, J., Javora, O., & Bromová, E. (2016, October). *Eye Tracking in Emotional Design Research: What are its Limitations?*. In *Proceedings of the 9th Nordic Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 1-6).
- Calvo, M. G., & Nummenmaa, L. (2007). *Processing of unattended emotional visual scenes*. *Journal of Experimental Psychology: General*, 136(3), 347.
- Cipresso, P., Serino, S., Villani, D., Repetto, C., Sellitti, L., Albani, G., ... & Riva, G. (2012). *Is your phone so smart to affect your state? An exploratory study based on psychophysiological measures*. *Neurocomputing*, 84, 23-30.
- De Lemos, J., Sadeghnia, G. R., Ólafsdóttir, Í., & Jensen, O. (2008, August). *Measuring emotions using eye tracking*. In *Proceedings of measuring behavior* (Vol. 226, pp. 225-226).

- Dos Santos, R. D. O. J., de Oliveira, J. H. C., Rocha, J. B., & Giraldi, J. D. M. E. (2015). *Eye tracking in neuromarketing: a research agenda for marketing studies*. *International Journal of Psychological Studies*, 7(1), 32.
- Duchowski, A. T. (2002). A breadth-first survey of eye-tracking applications. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 34(4), 455-470.
- Duchowski, A. (2007). *Eye tracking techniques*. In *Eye tracking methodology* (pp. 51-59). Springer, London.
- Fitts, PM, Jones, RE y Milton, JL (1950). *Movimientos oculares de los pilotos de aeronaves durante las aproximaciones de aterrizaje por instrumentos*. *Revisión de ingeniería aeronáutica*, 9 (2), 1-6.
- Fink, L. K., Lange, E. B., & Groner, R. (2018). The application of eye-tracking in music research. *Journal of Eye Movement Research*, 11(2).
- Gutiérrez de Piñeres Botero, C. (2019). Aplicaciones del eye tracking. Gutiérrez de Piñeres Botero, C. (2019). *Registro de movimientos oculares con el eye tracker Mobile eye XG*. Bogotá: Editorial Universidad Católica de Colombia.
- Hornof, A., & Sato, L. (2004, June). EyeMusic: making music with the eyes. In *Proceedings of the 2004 conference on New interfaces for musical expression* (pp. 185-188).
- ISO 9241-11 (1998). *Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs)-Part 11: Guidance on usability*. International Organization for Standardization. Recuperado de <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-11:ed-1:v1:en>
- Jacob, R. J., & Karn, K. S. (2003). *Eye tracking in human-computer interaction and usability research: Ready to deliver the promises*. In *The mind's eye* (pp. 573-605). North-Holland.
- Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1976). The role of eye-fixation research in cognitive psychology. *Behavior Research Methods & Instrumentation*, 8(2), 139-143.
- Gobel, M. S., Kim, H. S., & Richardson, D. C. (2015). *The dual function of social gaze*. *Cognition*, 136, 359-364.
- Hassan, Y., Martín Fernández, F. J., & Iazza, G. (2004). *Diseño web centrado en el usuario: usabilidad y arquitectura de la información*. Hipertext. net, (2).
- Jakobsen, AL (2019). *Investigación en tecnología de traducción con seguimiento ocular*. El Manual de traducción y tecnología de Routledge, 398-416.
- Lang, P. J., Bradley, M. M., & Cuthbert, B. N. (1999). International affective picture system (IAPS): Instruction manual and affective ratings. *The center for research in psychophysiology, University of Florida*.
- Mao, J. Y., Vredenburg, K., Smith, P. W., & Carey, T. (2005). *The state of user-centered design practice*. *Communications of the ACM*, 48(3), 105-109.
- Miret, A. C., López, R. R., & de Córdoba Herralde, R. (2017). *Valoración de sistemas de seguimiento de la mirada con usuarios con discapacidades neuromotoras graves* (Doctoral dissertation, Universidad Politécnica de Madrid).
- Kim, G. (2015). *Human-computer interaction*. Auerbach Publications.
- Miranda, E. R., Lloyd, D., Josipovic, Z., & Williams, D. (2014). *Creative music neurotechnology with symphony of minds listening*. In *Guide to Brain-Computer Music Interfacing* (pp. 271-295). Springer, London.
- Norman, D. A. (1988). *The psychology of everyday things*. Basic books.
- Pinegger, A., Hiebel, H., Wriessnegger, S. C., & Müller-Putz, G. R. (2017). *Composing only by thought: Novel application of the P300 brain-computer interface*. *PLoS one*, 12(9), e0181584.
- Poole, A., & Ball, L. J. (2005). *Eye Tracking in Human-Computer Interaction and Usability Research: Current Status and Future Prospects*. *Encycl Human-Computer Interact* 211-219. doi: 10.4018.
- Rogers, Y., Sharp, H., & Preece, J. (2011). *Interaction design: beyond human-computer interaction*. John Wiley & Sons.
- Reutskaja, E., Nagel, R., Camerer, C. F., & Rangel, A. (2011). Search dynamics in consumer choice under time pressure: An eye-tracking study. *American Roa-Martinez, S. M., & Vidotti, S. A. B. G. (2020). Eye tracking y usabilidad en ambientes informacionales digitales: revisión teórica y propuesta de procedimiento de evaluación*. *Transinformação*, 32.
- Shannon, C. E. and Weaver, W., 1949. *The Mathematical Theory of Communication*, Urbana: University of Illinois Press
- Valero, P., & Arce, J. S. (1994). La perspectiva psicológica en el diseño de interfaces hombre-computador. *Revista de psicología general y aplicada: Revista de la Federación Española de Asociaciones de Psicología*, 47(1), 5-11.
- Vamvakousis, Z., & Ramirez, R. (2016). *The EyeHarp: A gaze-controlled digital musical instrument*. *Frontiers in psychology*, 7, 906.
- Veryzer, R. W., & Borja de Mozota, B. (2005). *The impact of user-oriented design on new product development: An examination of fundamental relationships*. *Journal of product innovation management*, 22(2), 128-143.
- Wade, N. (2010). *Signs of Neanderthals mating with humans*. The New York Times.
- Vredenburg, K., Isensee, S., & Righi, C. (2002). *User-Centered Design: An Integrated Approach*, Prentice Hall.
- Shepherd, S. V. (2010). *Following gaze: gaze-following behavior as a window into social cognition*. *Frontiers in integrative neuroscience*, 4, 5.
- Zurawicki, L. (2010). *Exploring the Brain*. In *Neuromarketing* (pp. 1-53). Springer, Berlin, Heidelberg.

Abstract: This article aims to reflect on the current state of research and technological developments that have implemented eye tracking technology or eye tracking for the control or evaluation of audiovisual digital interfaces; the methodology of hermeneutic approach of qualitative descriptive type is performed through literature review, review of publications developed in the last fifteen years on the main contributions of eye tracking in relation to user-centered design.

Keywords: Eye tracking - Digital interfaces - User centered design - Usability.

Resumo: Este artigo tem como objetivo refletir sobre o estado atual das pesquisas e desenvolvimentos tecnológicos que implementaram a tecnologia eye tracking ou rastreamento ocular para o controle ou avaliação de interfaces digitais audiovisuais; a metodologia de abordagem hermenêutica do tipo descritiva qualitativa é realizada por meio da revisão de literatura, revisão de publicações desenvolvidas nos últimos quinze anos sobre as principais contribuições do eye tracking em relação ao design centrado no usuário.

Palavras-chave: Eye tracking - Interfaces digitais - Design centrado no usuário - Usabilidade.

(*) **Diana Paola Angarita:** Magister en diseño de Experiencia del usuario UNIR, Docente Investigador. Corporación Unificada Nacional -CUN, Santa Marta, Colombia. Correo: diana_angarita@cun.edu.co. Jorge Andres Torres Cruz: Magister en Estudios del Sonido y Artes Sónicas UdK Berlin, Docente Investigador. Universidad de Medellín, Programa en Comunicación y Entrenamiento Digital. Correo: jatorres@udem.edu.co