



**Universitat**  
de les Illes Balears

**Título: Preferencia de tipo de contorno en un paradigma de visualización libre: análisis de los movimientos oculares.**

**AUTOR: *Erick Gustavo Chuquichambi Apaza***

**Memoria del Trabajo de Fin de Máster**

Máster Universitario en *Evolución y Cognición Humana*  
(Especialidad/Itinerario *Ciencias Sociales y Jurídicas*)

de la

**UNIVERSITAT DE LES ILLES BALEARS**

Curso Académico 2017/2018

*Fecha 06 de Junio de 2018*

*Nombre Tutor del Trabajo: Enric Munar Roca*

*Nombre Cotutor (si es necesario)*

## Índice

1. Introducción .....	4
2. Método .....	7
2.1. Participantes .....	7
2.2. Materiales y estímulos .....	7
2.3. Paradigma experimental .....	7
2.4. Procedimiento .....	9
2.5. Eye tracking análisis .....	9
3. Resultados .....	9
3.1. Depuración de datos .....	9
3.2. Análisis estadístico .....	10
4. Discusión .....	11
5. Conclusiones .....	12
6. Referencias .....	13

## **Resumen**

Las personas tenemos una tendencia a preferir el contorno curvado en comparación al anguloso, demostrado delante de un amplio rango de estímulos visuales. Construyendo un paradigma de visualización libre nuestro objetivo fue determinar si podíamos encontrar esta predisposición utilizando estímulos abstractos y analizando el comportamiento ocular con un EyeTribe tracker. Presentamos pares de figuras simétricas o asimétricas que diferían en el contorno curvado vs anguloso. 16 estudiantes de la Universidad de las Islas Baleares participaron en esta investigación. Realizamos un análisis del patrón de fijaciones centrado en la primera fijación, el tiempo hasta la primera fijación y el tiempo total de fijaciones. No encontramos diferencias en cuanto a las dos primeras variables, sin embargo, el tiempo total de las fijaciones fue significativamente mayor hacia las figuras de contorno curvado en comparación a las angulosas. En los ensayos donde el par de estímulos era asimétrico encontramos una mayor proporción en las primeras fijaciones y en el tiempo total de las fijaciones hacia los estímulos curvados. Interpretamos estos resultados en la línea de la evidencia sobre la preferencia por la curvatura y hacemos énfasis en la utilidad del comportamiento ocular en la investigación dentro del campo de la estética experimental.

**Palabras clave:** preferencias, curvatura, movimientos oculares, eye tracker

## 1. Introducción

---

Las características perceptivas visuales influyen en nuestro comportamiento, toma de decisiones y juicios, tanto en el ámbito de las preferencias estéticas como en muchos otros. En esta investigación nos centramos en el contorno visual, diferenciando la curvatura de la angulosidad, un atributo visual que influye en nuestra percepción estética y también en nuestro juicio estético.

En general, valoramos los contornos curvados como placenteros, armoniosos, relajantes y agradables. Esta preferencia se ha encontrado con imágenes de objetos reales (Bar & Neta, 2006, 2007), habitaciones (Vartanian et al., 2013), diseño de productos (Westerman et al., 2012), y figuras geométricas y abstractas (Bertamini, Palumbo, Gheorghes, & Galatsidas, 2016; Palmer, Schloss, & Sammartino, 2013; Palumbo & Bertamini, 2016; Palumbo, Ruta, & Bertamini, 2015; Silvia & Barona, 2009). Se ha demostrado también que esta predisposición por la curvatura se mantiene con objetos caracterizados por una valencia afectiva positiva o neutral, pero no con los de valencia negativa (Leder, Tinio, & Bar, 2011). En comparación, se interpreta que los contornos angulosos o rectos serían percibidos como menos agradables, dada su potencial asociación con una sensación

primitiva y evolutiva de amenaza (Bar & Neta, 2006, 2007).

De acuerdo a investigaciones en diferentes culturas (Gómez-Puerto et al., 2017), y a estudios con recién nacidos (Fantz & Miranda, 1975; Miranda & Fantz, 1973), se sugiere que la preferencia por la curvatura podría ser universal en el ser humano, e incluso compartida con los grandes simios. Es plausible pensar que haya evolucionado de forma temprana en un ancestro común dado el origen homólogo de nuestros mecanismos neuronales y cognitivos en el procesamiento visual (Munar et al., 2015).

El comportamiento visual ha demostrado ser útil en la exploración de evaluaciones subjetivas altamente variables como las preferencias estéticas (Holmes & Zanker, 2012). Los movimientos oculares proporcionan un índice comportamental discreto, sensible y en tiempo real del procesamiento visual y cognitivo (Henderson, 2003). Han sido examinados en la visualización de imágenes (Tatler, Wade, Kwan, Findlay, & Velichkovsky, 2010; Yarbus, 1967), en la lectura (Land & Furneaux, 1997; Rayner, 1998), en tareas de búsqueda visual (Connor, Egeth, & Yantis, 2004), en la percepción compleja de escenas del mundo real (Henderson, 2003), y en tareas motoras (Land, 2007). Por ejemplo, son frecuentes los estudios empíricos con solo dos estímulos

presentados al mismo tiempo, donde la preferencia se atribuye a uno de ellos cuando atrae la mirada por encima del azar (más del 50% del tiempo de presentación) o donde las áreas que reciben una alta densidad de fijaciones se interpretan como de interés para el espectador. Así, se sugiere que los movimientos oculares podrían predecir preferencias en condiciones de visualización libre. También permiten explorar aspectos visuales salientes en los estímulos que pueden contribuir a entender la influencia de los procesos *bottom-up* y *top-down* en la experiencia estética (Massaro et al., 2012).

El avance y el interés por el estudio del comportamiento ocular han propiciado el desarrollo de herramientas de seguimiento visual no solo en psicología, sino también en otros campos de investigación como la ingeniería, la cartografía, la investigación de paisajes, el marketing y la publicidad, el deporte y las ciencias del movimiento (Akinlofa, Holt, & Elyan, 2014; Dupont, Antrop, & Van Eetvelde, 2014; Kristien Ooms, De Maeyer, Fack, Van Assche, & Witlox, 2012; Vansteenkiste, Cardon, D'Hondt, Philippaerts, & Lenoir, 2013; Wedel & Pieters, 2008). Consecuentemente, la precisión de los sistemas de registro de los movimientos oculares ha mejorado, al mismo tiempo que su coste se hacía más accesible para la

investigación. A pesar de su económico precio, el EyeTribe tracker ha demostrado ser un dispositivo prometedor y útil en la investigación psicológica experimental. Dalmaijer (2014), comparando los resultados de un EyeTribe y un EyeLink 1000, sugiere que la exactitud y la precisión del EyeTribe son bastante buenas en condiciones óptimas (utilizando un *chin-rest*, en una habitación con poca luz y sin fuentes de interferencia infrarroja) para realizar análisis de fijaciones y de pupilometría. Sugiere que es preferible utilizar un eye tracker con una mayor frecuencia de muestreo para estudios de saccadometría. Naturalmente hay que tener en cuenta que el EyeTribe permite una tasa máxima de muestreo de 60 Hz. Ooms, Dupont, Lapon, & Popelka, (2015), no están de acuerdo con algunas de las características metodológicas utilizadas por Dalmaijer (2014). Destacan que hay varios factores que pueden invalidar los resultados de un EyeTribe, como la configuración experimental, la calibración, el registro y/o el procesamiento de los datos. A pesar de ello, estos autores utilizando un EyeTribe y un SMI RED 250, dos dispositivos más equiparables por ser sistemas de relativa baja tasa de registro, sugieren que la precisión y la exactitud de los resultados son comparables entre los dos dispositivos y que, por lo tanto, un EyeTribe tracker puede ser un instrumento útil en la

investigación académica cuando se utiliza correctamente.

Basándonos en investigaciones previas, esperábamos encontrar una predisposición hacia la curvatura reflejada en una primera fijación, un menor tiempo hasta la primera fijación y una mayor duración total de las fijaciones a este tipo de estímulos en comparación a los angulosos. Las fijaciones son períodos relativamente estables de la mirada, de las cuales se deduce que los participantes centran su atención en un área o en un estímulo concreto. Por esta razón, el análisis de los patrones de fijación pueden ser utilizados como índices de cuánto un individuo atendió a una característica específica (Dalmaiher, 2014). Amir, Biederman, & Hayworth, (2011), utilizando un eye tracker ISCAN RK-464 a 240 Hz, y presentando pares de geones que aparentaban tridimensionalidad y diferían en la curvatura del eje principal, el paralelismo y la curvatura positiva de sus lados, encontraron una mayor proporción de primeras fijaciones y un mayor tiempo total de fijaciones a los geones curvos. Asimismo, Gomez-Puerto, Munar, Kano, & Call, (2015), investigaron la preferencia por la curvatura con eye-tracking comparando una muestra compuesta por personas adultas, con una formada por grandes simios del Wolfgang Köhler Primate Research Center (12 chimpancés, 6

bonobos, 6 orangutanes y 1 gorila). Utilizaron imágenes de objetos reales y figuras con patrones novedosos, mientras registraban los movimientos oculares con un Tobii X120 a 60 Hz. Con los objetos reales, tanto los humanos como los grandes simios mostraron una tendencia significativa a realizar la primera fijación, hacerlo de forma más rápida y dedicar un mayor tiempo total de fijaciones a los objetos curvados. En cambio, cuando miraban a las figuras con patrones novedosos, solo los humanos mostraron una mayor proporción de primeras fijaciones hacia los estímulos curvados, y solo el grupo de grandes simios dedicó un mayor tiempo total de fijaciones a estos estímulos. Ambos grupos tuvieron un menor tiempo hasta la primera fijación hacia las figuras curvas. Estos autores no interpretan sus resultados en la línea de que la angulosidad sería potencialmente percibida como amenazante, sino de acuerdo a una genuina preferencia por la curvatura, sugiriendo que sería una característica percibida como más atractiva o más fácil de detectar por el observador.

Nuestro objetivo en esta investigación fue determinar si los movimientos oculares podrían mostrar una predisposición hacia la curvatura. Para ello utilizamos un paradigma de visualización libre con estímulos abstractos (2D) (*Free-Viewing*

*Paradigm*). Los participantes veían simultáneamente dos figuras, una de contorno curvado y la otra de contorno anguloso, cada una en un lado de la pantalla. Asimismo, ambas figuras tenían una forma simétrica o asimétrica que permanecía constante en cada ensayo. Es decir, las dos eran simétricas o asimétricas.

## 2. Método

### 2.1 Participantes

16 estudiantes, 8 mujeres y 8 hombres, de la Universitat de les Illes Balears (UIB) participaron en esta investigación ( $M=24.87$   $SD=3.36$ ). Todos tenían visión normal o corregida y firmaron un consentimiento informado de participación. El experimento recibió la aprobación del comité ético de la UIB y se realizó de acuerdo con la declaración de Helsinki (2008).

### 2.2 Materiales y estímulos

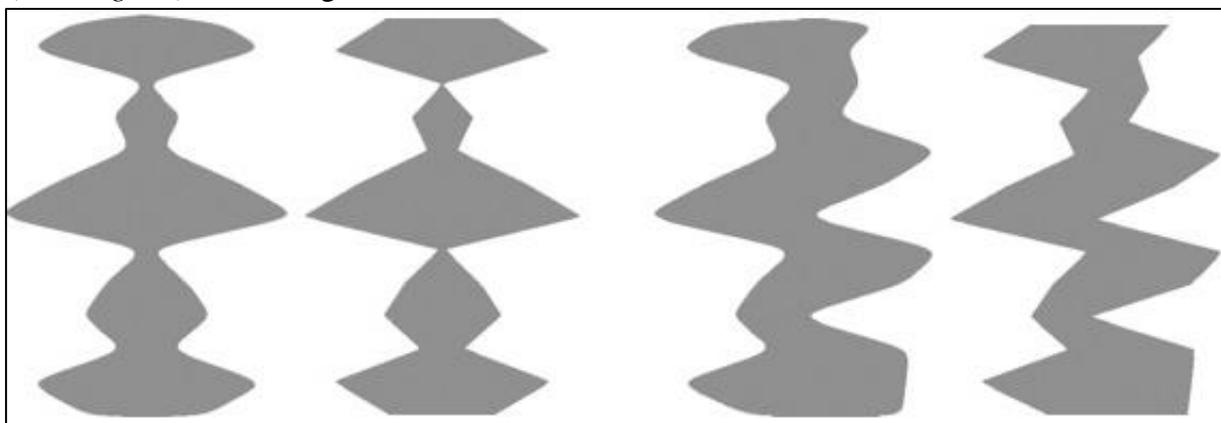
Se usaron 48 estímulos de formas abstractas (*meaningless*). Las imágenes se diseñaron

con EazyDraw7 (Dekorrra Optics LLC, Poynette, WI, USA). Utilizamos formas abstractas porque minimizan el rol de la valencia afectiva, la familiaridad o el significado semántico (Leder et al., 2011; Palumbo & Bertamini, 2016). Se diferenciaban en las propiedades de contorno y simetría, de manera que se podían dividir en cuatro combinaciones: simétricos-curvos, simétricos-angulosos, asimétricos-curvos y asimétricos-angulosos. Así, había dos versiones simétricas y asimétricas de cada figura, siendo una de contorno curvado y la otra de contorno anguloso (Figura 1).

Los estímulos se presentaron en escala de grises con una altura y anchura de 300 x 208 píxeles y una resolución de 96.012 píxeles por pulgada.

### 2.3 Paradigma experimental

Construimos un paradigma de visualización libre (*Free-viewing Paradigm*) con el software de psicología experimental



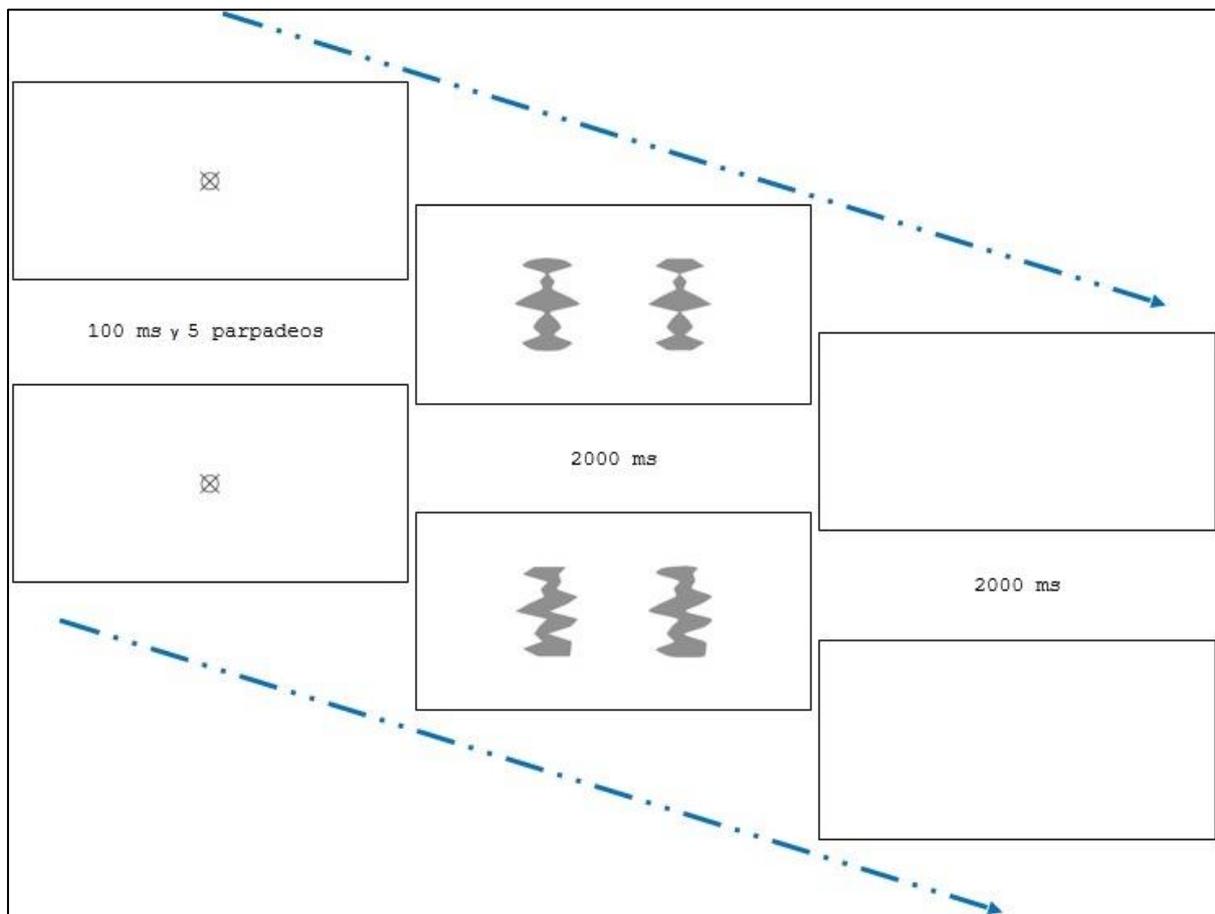
**Figura 1.** Pares de estímulos simétricos y asimétricos que varían en el contorno curvo o anguloso.

OpenSesame (3.1) (Mathôt, Schreij & Theeuwes, 2012). Este programa incorpora códigos y paquetes de PyGaze (PyTribe) (Dalmaijer, Mathôt, & Van der Stigchel, 2014), una herramienta de Python que proporciona soporte a diversos tipos de eye-trackers.

La tarea fue similar a la diseñada por Amir et al., (2011), presentando pares *de geones* que variaban en la propiedad del curvatura (cero, ligera o mayor) y estrechamiento desde la parte inferior a la superior, esto es con valores de estrechamiento cero (completamente paralelo), ligero estrechamiento y gran estrechamiento. Organizamos la tarea en un bloque de

práctica de 4 ensayos y 4 bloques experimentales de 24 ensayos. Cada figura apareció 4 veces, dos veces en cada lado de la pantalla de forma contrabalanceada. Ningún estímulo se repitió hasta que se presentaron todos.

El participante tenía que pulsar la barra espaciadora para comenzar un ensayo. Se presentaba una señal de fijación ( $1.88^\circ$ ) en el centro de la pantalla durante 100 ms que parpadeaba cinco veces. A continuación se presentaban las dos formas a aproximadamente  $6.5^\circ$  del centro la pantalla en el eje horizontal y en la mitad del eje vertical durante 2000 ms. Por último, se presentaba una pantalla en blanco durante



**Figura 2.** Representación de un ensayo experimental en el paradigma de visualización libre.

2000 ms para eliminar post-efectos sensoriales (Figura 2).

## 2.4 Procedimiento

La tarea se realizó en una cabina aislada, no iluminada y equipada con un ordenador y el dispositivo EyeTribe. Utilizamos un monitor LCD Philips con una resolución de 1920 x 1080 pixeles. La pantalla se situó a 60 cm de la cabeza de los participantes que estaba apoyada en un *chin-rest* y los estímulos subtendían un ángulo de 7° de altura y 4.88° de anchura.

Se utilizó la interfaz de usuario del EyeTribe para comprobar que la posición del participante era correcta. La tarea comenzaba con la calibración de OpenSesame y PyGaze en la que el participante tenía que mirar la posición de un punto de acuerdo a su cambio de lugar en la pantalla (9 posiciones). Estos programas nos proporcionaban un feedback detallado de la precisión en la mirada y la posición de los ojos, y consideramos como válida una calibración con un valor de tasa de error inferior a 0.7°.

La tarea tenía una duración aproximada de 12 minutos. Los participantes recibieron instrucciones verbales y escritas antes de realizarla. Tenían que presionar la barra espaciadora para iniciar cada ensayo, mirar a la señal parpadeante en el centro de la pantalla y, una vez esta desaparecía, podían

mirar a cualquier lugar de la pantalla donde aparecerían las dos formas abstractas. Los movimientos de los ojos se registraron desde la desaparición de la señal central de fijación hasta la aparición de la pantalla en blanco posterior al par de estímulos. Finalmente, preguntamos a los participantes respecto a su estrategia a la hora de mirar los estímulos durante los ensayos, dado el carácter exploratorio y libre de la tarea.

## 2.5 Eye tracking análisis

La posición de los ojos se registró con un dispositivo EyeTribe tracker con una tasa de muestreo de 60 Hz (una muestra cada 16.667 ms). Creamos dos regiones de interés (RdI) con un marco de 8° x 8° sobre la posición del par de estímulos. De acuerdo con Amir et al., (2011), definimos una fijación como una permanencia de la mirada durante un mínimo de 100 ms en un radio de .67° a una de nuestras áreas de interés. Obtuvimos el tiempo total de fijaciones sumando la duración de todas las fijaciones para cada tipo de estímulo curvado o anguloso.

## 3. Resultados

---

### 3.1 Depuración de datos

Realizamos la depuración de datos con RStudio versión 1.1.383 (RStudio Team, 2016). Dos participantes no realizaron correctamente la tarea, por falta de

concentración y por mirar más del 50% del tiempo fuera de nuestras RdIs, por lo que fueron excluidos del análisis estadístico (192 ensayos, 12.5%). El EyeTribe realiza un registro de la posición de la mirada cada 16.667 ms. Los registros eliminados debido a pestañeos, movimientos de la cabeza y a la inhabilidad del EyeTribe en muestras concretas (*trackloss*), supusieron un 5.61% del total de muestras. Excluimos los ensayos en que los participantes no empezaron el ensayo desde el centro de la pantalla (38 ensayos, 2.47%). También prescindimos de los ensayos en los que las miradas de los participantes no constituyeron una fijación sobre las RdIs (11 ensayos, 0.71%). Así, cada participante completó una media de 92.5 ensayos válidos y el análisis estadístico se realizó con 1295 ensayos (84.3%).

### 3.2 Análisis estadístico

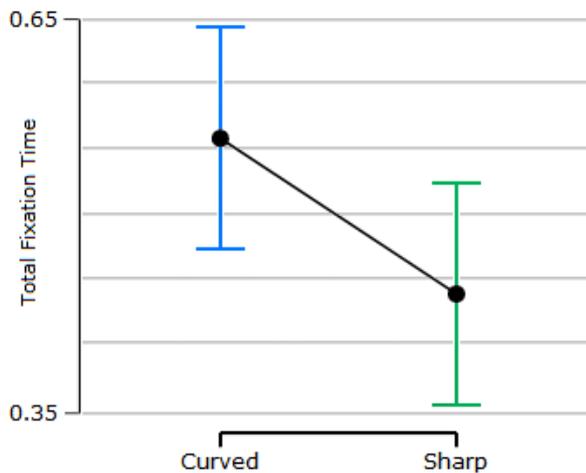
Los resultados mostraron que ni el factor género ni el balanceo fueron

estadísticamente significativos en ninguna de nuestras variables dependientes. Comprobamos el cumplimiento del supuesto de normalidad en la distribución de las primeras fijaciones y el tiempo hasta la primera fijación. La prueba t reflejó que la proporción de primeras fijaciones a los estímulos curvados ( $M=.51$ ,  $SD=.037$ ) no fue significativamente diferente respecto al azar [ $t(13)=1.04$ ,  $p=.32$ ,  $d=.27$ , 95% IC (.49; .53)]. Asimismo, la prueba t de muestras emparejadas indicó que no hubo diferencias significativas entre la rapidez de la primera fijación a los estímulos curvados ( $M=408$  ms,  $SD=43.27$ ) en comparación a los angulosos ( $M=410.2$  ms,  $SD=50.24$ ); [ $t(13)=.23$ ,  $p=.82$ ,  $d=.06$ , 95% IC (-22.38; 18.04)]. Respecto al tiempo total de las fijaciones, debido al incumplimiento del supuesto de normalidad en la distribución ( $SW=.87$ ,  $p=.036$ ), utilizamos la prueba no paramétrica de los rangos con signo de Wilcoxon. Los resultados indicaron que los participantes miraron significativamente

	N	Mean	SD	t	df	p	Cohen's d	95% CI	
								Lower	Upper
First Fixation Curved	14	0.510	0.037	1.036	13	0.319	0.277	0.489	0.531
Time to First Fixation Curved	14	408.0	43.27	-0.232	13	0.820	-0.062	-22.38	18.04
Time to First Fixation Sharp	14	410.2	50.24						
				W		p	Rank-biserial Correlation ( $r_{rb}$ )	95% CI	
Total Fixation Time Curved	14	0.559	0.104	85.00		0.042	0.619	0.002	0.264
Total Fixation Time Sharp	14	0.441	0.104						

**Tabla 1.** Primera fijación, tiempo hasta la primera fijación y tiempo total de fijaciones a los estímulos curvos y angulosos.

más tiempo a los estímulos curvados ( $M=.56$ ,  $SD=.1$ ) en comparación a los angulosos ( $M=.44$ ,  $SD=.1$ ); [ $Z=85$ ,  $p=.042$ ,  $r=.619$ , 95% IC (.002; .264)] (figura 3).



**Figura 3.** Tiempo total de fijaciones a los estímulos curvados o a los angulosos.

Por otra parte, agrupando los ensayos en los que ambos estímulos eran simétricos o asimétricos, hallamos diferencias estadísticamente significativas en las primeras fijaciones en los ensayos en que ambas figuras eran asimétricas. En concreto, había una mayor proporción hacia los estímulos curvados ( $M=.53$ ,  $SD=.04$ ) respecto al azar, [ $t(13)=3.25$ ,  $p=.006$ ,  $d=.87$ , 95% IC (.51; .55)]. De la misma manera, en los ensayos asimétricos, el tiempo total de fijaciones fue significativamente mayor a los estímulos curvados ( $M=.57$ ,  $SD=.1$ ) frente a los angulosos ( $M=.43$ ,  $SD=.1$ ); [ $Z=92$ ,  $p=.011$ ,  $r=.75$ , 95% IC (.028; .029)]. Esto no ocurrió con los ensayos en los que ambos estímulos eran simétricos, ya que las diferencias no alcanzaron la significación estadística.

#### 4. Discusión

El estudio del movimiento de los ojos ha demostrado ser útil en la investigación de procesos perceptivos y cognitivos que subyacen a la experiencia estética. El comportamiento ocular podría proveer una medida “objetiva” sobre el interés, la atención, la saliencia o el atractivo que posee una característica visual para el observador.

Dado que, en general, no hallamos resultados significativos en la primera fijación y el tiempo hasta la primera fijación hacia los estímulos curvados, esto no apoya nuestras primeras hipótesis respecto a la preferencia por la curvatura. Esperábamos que la diferencia de contorno se viera reflejada en una mayor frecuencia de la primera fijación hacia las figuras curvadas y un menor tiempo hasta la primera fijación hacia las mismas. En cambio, Gómez-Puerto et al. (2015), en el grupo de humanos, encontraron resultados significativos y favorables hacia la curvatura en ambas variables, tanto presentando objetos reales como figuras de patrones novedosos.

Por otra parte, el tiempo total de las fijaciones fue mayor hacia los estímulos curvados en comparación a los angulosos. Este resultado es consistente con los de Amir et al., (2011) utilizando pares de

geones que variaban en la curvatura del eje principal y el paralelismo de los lados. Mostraron un mayor tiempo total de fijaciones a los geones de ejes curvados y lados no paralelos, frente a los de ejes rectos y lados paralelos. Estos autores utilizaron el término preferencia en el sentido de selectividad perceptiva, independientemente del juicio del observador. Sugieren que sus hallazgos en cuanto a la preferencia por los geones curvados y no paralelos pueden ser explicados por una preferencia por las características curvadas. Por su parte, Gómez-Puerto et al., (2015), en el grupo de humanos, hallaron este mayor tiempo total de fijaciones hacia la curvatura, aunque solo con objetos reales.

Adicionalmente, es interesante que en los ensayos asimétricos, a diferencia de los simétricos, hayamos encontrado resultados significativos favorables a la curvatura tanto en las primeras fijaciones como en el tiempo total de fijaciones. Es probable que la propiedad de simetría/asimetría influyera en la preferencia por la curvatura.

Consideramos que la preferencia por la curvatura es una interpretación plausible al hecho de que los participantes, aparentemente, hayan mostrado un mayor interés por las características curvadas de las figuras abstractas. Hay evidencia de que preferimos los contornos curvados en un

amplio rango de estímulos visuales, con distintos paradigmas experimentales e, incluso, presentando los estímulos durante tiempos muy breves (Gómez-Puerto et al., 2017). Así, estos resultados pueden considerarse como una evidencia adicional de que la preferencia por la curvatura puede evaluarse de forma objetiva con técnicas de eye-tracking y que el comportamiento ocular puede ser útil a la hora de indagar en la importancia de atributos visuales en nuestras preferencias visuales.

## **5. Conclusiones**

---

Utilizando un EyeTribe en un paradigma de visualización libre, en el cual presentamos pares de estímulos simétricos o asimétricos que diferían en el contorno curvado o anguloso, encontramos un mayor tiempo total de fijaciones a las figuras de contorno curvado. Asimismo, centrándonos en los ensayos asimétricos, encontramos una mayor proporción de primeras fijaciones y un mayor tiempo total de fijaciones a los estímulos curvados. Interpretamos estos resultados de acuerdo a la documentada preferencia por la curvatura y hacemos énfasis en la utilidad del registro del comportamiento ocular en el estudio de la estética experimental.

## Referencias

---

- Akinlofa, O. R., Holt, P. O., & Elyan, E. (2014). The cognitive benefits of dynamic representations in the acquisition of spatial navigation skills. *Computers in Human Behavior, 30*, 238–248. <http://doi.org/10.1016/J.CHB.2013.09.009>
- Amir, O., Biederman, I., & Hayworth, K. J. (2011). The neural basis for shape preferences. *Vision Research, 51*(20), 2198–2206. <http://doi.org/10.1016/j.visres.2011.08.015>
- Bar, M., & Neta, M. (2006). Humans Prefer Curved Visual Objects. *Psychological Science, 17*(8), 645–648. <http://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2006.01759.x>
- Bar, M., & Neta, M. (2007). Visual elements of subjective preference modulate amygdala activation. *Neuropsychologia, 45*(10), 2191–200. <http://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2007.03.008>
- Bertamini, M., Palumbo, L., Gheorghes, T. N., & Galatsidas, M. (2016). Do observers like curvature or do they dislike angularity? *British Journal of Psychology, 107*(1), 154–178. <http://doi.org/10.1111/bjop.12132>
- Connor, C. E., Egeth, H. E., & Yantis, S. (2004). Visual Attention: Bottom-Up Versus Top-Down. *Current Biology, 14*(19), R850–R852. <http://doi.org/10.1016/J.CUB.2004.09.041>
- Dalmajer, E. S. (2014). USING EYETRIBE TRACKERS FOR RESEARCH. Is the low-cost EyeTribe eye tracker any good for research? <http://doi.org/10.7287/peerj.preprints.585v1>
- Dalmajer, E. S., Mathôt, S., & Van der Stigchel, S. (2014). PyGaze: An open-source, cross-platform toolbox for minimal-effort programming of eyetracking experiments. *Behavior Research Methods, 46*(4), 913–921. <http://doi.org/10.3758/s13428-013-0422-2>
- Dupont, L., Antrop, M., & Van Eetvelde, V. (2014). Eye-tracking Analysis in Landscape Perception Research: Influence of Photograph Properties and Landscape Characteristics. *Landscape Research, 39*(4), 417–432. <http://doi.org/10.1080/01426397.2013.773966>
- Fantz, R. L., & Miranda, S. B. (1975). Newborn infant attention to form of contour. *Child Development, 46*(1), 224–8. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1132272>
- Gomez-Puerto, G., Munar, E., Kano, F., &

- Call, J. (2015). Eye-tracking of primate's preference for curvature. *Perception*, *44*(S1), 32. <http://doi.org/10.1177/0301006615598674>
- Gómez-Puerto, G., Rosselló, J., Corradi, G., Acedo-Carmona, C., Munar, E., & Nadal, M. (2017). Preference for Curved Contours Across Cultures. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*. <http://doi.org/10.1037/aca0000135>
- Henderson, J. M. (2003). Human gaze control during real-world scene perception. *Trends in Cognitive Sciences*, *7*(11), 498–504. <http://doi.org/10.1016/J.TICS.2003.09.006>
- Holmes, T., & Zanker, J. M. (2012). Using an oculomotor signature as an indicator of aesthetic preference. *I-Perception*. <http://doi.org/10.1068/i0448aap>
- Land, M. F. (2007). Fixation strategies during active behaviour. In *Eye Movements* (pp. 75–95). Elsevier. <http://doi.org/10.1016/B978-008044980-7/50006-9>
- Land, M., & Furneaux, S. (1997). The knowledge base of the oculomotor system. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, *352*(1358), 1231–9. <http://doi.org/10.1098/rstb.1997.0105>
- Leder, H., Tinio, P. P. L., & Bar, M. (2011). Emotional valence modulates the preference for curved objects. *Perception*, *40*, 649–655. <http://doi.org/10.1068/p6845>
- Mathôt, S., Schreij, D., & Theeuwes, J. (2012). OpenSesame: An open-source, graphical experiment builder for the social sciences. *Behavior Research Methods*, *44*(2), 314–324. doi:10.3758/s13428-011-0168-7
- Massaro, D., Savazzi, F., Dio, C. Di, Freedberg, D., Gallese, V., Gilli, G., ... Holloway, R. (2012). When Art Moves the Eyes: A Behavioral and Eye-Tracking Study. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0037285>
- Miranda, S. B., & Fantz, R. L. (1973). Visual preferences of Down's syndrome and normal infants. *Child Development*, *44*(3), 555–61. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/4269813>
- Munar, E., Gómez-Puerto, G., Call, J., Nadal, M., Anderson, R., & Aureli, F. (2015). Common Visual Preference for Curved Contours in Humans and Great Apes. *PLoS ONE*, *10*(11), e0141106. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0141106>
- Ooms, K., De Maeyer, P., Fack, V., Van Assche, E., & Witlox, F. (2012).

- Interpreting maps through the eyes of expert and novice users. *International Journal of Geographical Information Science*, 26(10), 1773–1788. <http://doi.org/10.1080/13658816.2011.642801>
- Ooms, K., Dupont, L., Lapon, L., & Popelka, S. (2015). Accuracy and precision of fixation locations recorded with the low-cost Eye Tribe tracker in different experimental setups. *Journal of Eye Movement Research Ooms*, 85(1), 1–24. <http://doi.org/10.16910/jemr.8.1.5>
- Palmer, S. E., Schloss, K. B., & Sammartino, J. (2013). Visual Aesthetics and Human Preference. *Annual Review of Psychology*, 64(1), 77–107. <http://doi.org/10.1146/annurev-psych-120710-100504>
- Palumbo, L., & Bertamini, M. (2016). The Curvature Effect: A Comparison Between Preference Tasks. *Empirical Studies of the Arts*, 34(1), 35–52. <http://doi.org/10.1177/0276237415621185>
- Palumbo, L., Ruta, N., & Bertamini, M. (2015). Comparing angular and curved shapes in terms of implicit associations and approach/avoidance responses. *PLoS ONE*, 10(10), e0140043. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0140043>
- Rayner, K. (1998). Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. *Psychological Bulletin*, 124(3), 372–422. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9849112>
- RStudio Team (2016). RStudio: Integrated Development for R. RStudio, Inc., Boston, MA URL <http://www.rstudio.com/>
- Silvia, P. J., & Barona, C. M. (2009). Do People Prefer Curved Objects? Angularity, Expertise, and Aesthetic Preference. *Empirical Studies of the Arts*, 27(1), 25–42. <http://doi.org/10.2190/EM.27.1.b>
- Tatler, B. W., Wade, N. J., Kwan, H., Findlay, J. M., & Velichkovsky, B. M. (2010). Yarbus, eye movements, and vision. *I-Perception*, 1(1), 7–27. <http://doi.org/10.1068/i0382>
- Vansteenkiste, P., Cardon, G., D’Hondt, E., Philippaerts, R., & Lenoir, M. (2013). The visual control of bicycle steering: The effects of speed and path width. *Accident Analysis & Prevention*, 51, 222–227. <http://doi.org/10.1016/J.AAP.2012.11.025>
- Wedel, M., & Pieters, R. (2008). A Review of Eye-Tracking Research in Marketing. In *Review of Marketing Research (Review of Marketing Research, Volume 4)* (pp. 123–147). Emerald Group Publishing Limited. [http://doi.org/10.1108/S1548-6435\(2008\)0000004009](http://doi.org/10.1108/S1548-6435(2008)0000004009)

Westerman, S. J., Gardner, P. H., Sutherland, E. J., White, T., Jordan, K., Watts, D., & Wells, S. (2012). Product Design: Preference for Rounded versus Angular Design Elements. *Psychology and Marketing*, 29(8), 595–605. <http://doi.org/10.1002/mar.20546>

Yarbus, A. L. (1967). Eye movements and vision. *New York NY: Plenum Press*. New York NY: Plenum Press.