



**Universitat**  
de les Illes Balears

## **TRABAJO DE FIN DE MÁSTER**

# **MAYOR RAPIDEZ EN LA DETECCIÓN DE CÍRCULOS FRENTE A TRIÁNGULOS**

**Carlos Rey Romero**

**Máster Universitario Màster en Evolució i Cognició Humana**

**(Especialidad/Itinerario *Ciencias Sociales*)**

**Centro de Estudios de Postgrado**

**Año Académico 2019-20**

# **MAYOR RAPIDEZ EN LA DETECCIÓN DE CÍRCULOS FRENTE A TRIÁNGULOS**

**Carlos Rey Romero**

**Trabajo de Fin de Máster**

**Centro de Estudios de Postgrado**

**Universidad de las Illes Balears**

**Año Académico 2019-20**

Palabras clave del trabajo:

**Círculos, triángulos, búsqueda visual, características de bajo nivel.**

*Nombre Tutor/Tutora del Trabajo **Enric Munar Roca***

*Nombre Tutor/Tutora (si procede)*

*Nombre Tutor/Tutora (si procede)*

## Resumen

El *anger-superiority effect* implica que las expresiones de enfado capturan antes la atención. El *happiness superiority effect* defiende que son las expresiones alegres las que capturan antes la atención. Estudios previos asocian figuras geométricas simples a significados emocionales. Sugieren que un triángulo apuntando hacia abajo suscita una expresión de enfado, mientras que un círculo suscita una expresión alegre. Algunos muestran que el triángulo apuntando hacia abajo captura más rápido la atención. Otros proponen que la curvatura guía la búsqueda visual. Usamos un triángulo apuntando hacia abajo y un círculo como diana en una tarea de respuesta rápida con matrices 3x3, 4x4 y 5x5. Dos combinaciones de las dianas fueron usados como distractores. Los participantes respondieron más rápido al círculo que al triángulo en las matrices pequeñas, pero la significación desaparece a medida que el tamaño de matriz aumenta. Proponemos que los círculos capturan la atención antes que el triángulo por la influencia de las características de curvatura.

## Índice

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| Índice .....                     | 2  |
| Introducción .....               | 3  |
| Método .....                     | 7  |
| Participantes .....              | 7  |
| Materiales .....                 | 7  |
| Procedimiento .....              | 9  |
| Resultados .....                 | 10 |
| Discusión .....                  | 15 |
| Conclusiones .....               | 21 |
| Referencias bibliográficas ..... | 23 |

## Introducción

Siguiendo la línea propuesta por Ekman (2003) que sugirió la existencia de unos mecanismos innatos, “autoappraisers”, capaces de reconocer rápida e inconscientemente expresiones faciales, diversos autores sugirieron que la captura atencional rápida de expresiones faciales de enfado podría conllevar una ventaja evolutiva. Por ello, se realizaron diferentes experimentos de búsqueda visual donde se halló que las expresiones faciales de enfado capturaban más rápidamente la atención y, a veces, de manera más eficiente, que las expresiones faciales de alegría (Dickins & Lipp, 2014; Eastwood et al., 2001; Fox et al., 2000; Öhman et al., 2001). Este efecto se denominó “anger-superiority effect” (Hansen & Hansen, 1988).

Larson et al. (2007) propusieron que figuras geométricas simples, tales como el triángulo y el círculo, podrían suscitar expresiones faciales de enfado y alegría respectivamente. De acuerdo con el *anger-superiority effect*, en una búsqueda visual la presentación de figuras no-representacionales que evocasen una expresión de enfado, tendrían una captura más rápida de la atención. Concretamente, hipotetizan que la presentación de un triángulo apuntando hacia abajo capturaría más rápida y eficazmente la atención que la presentación de un círculo. Argumentan que esto sucedería debido a que, mientras que el círculo suscitaría una expresión de alegría, el triángulo evocaría una expresión de enfado y esta sería percibido evolutiva e inconscientemente como una posible amenaza. Estudiaron esta hipótesis usando matrices regulares 4x4, presentando el triángulo como diana rodeado de círculos como distractores y viceversa. El participante debía indicar lo más rápido posible si en la matriz había o no presente una diana. Realizaron un total de 5 experimentos donde alternaron los estímulos y acabaron concluyendo que el triángulo apuntando hacia abajo capturaba más rápidamente la atención que el círculo. En Larson et al. (2009) continuaron la línea de investigación y

realizaron el mismo experimento con el registro de la actividad neuronal mediante fMRI de las estructuras cerebrales implicadas. Mientras que en el contraste del triángulo apuntando hacia arriba con el triángulo apuntando hacia abajo encontraron activadas la amígdala, ínsula, cíngulo o el cíngulo anterior, el contraste del triángulo apuntando hacia arriba con el círculo no hallaron diferencias significativas.

Becker et al. (2011) plantearon que la emergencia del *anger-superiority effect* en la literatura podría deberse a errores metodológicos que favorecieran este efecto. Así, propusieron algunas recomendaciones en el paradigma de la búsqueda visual para evitar errores metodológicos en experimentos donde se utilicen caras expresando alguna emoción. Realizaron 7 experimentos donde hallaron que la presentación de caras alegres captaba más rápidamente la atención y denominaron a este efecto “*happines superiority effect*”. Sugirieron que es probable que, en el mundo real, una reacción de enfado o ira sean expresiones amenazantes más llamativas atencionalmente, pero que, presentadas estáticamente y controlando los factores de bajo nivel, estas no muestran factores innatos que faciliten su detección temprana. Especularon también que la posible detección más rápida de las expresiones de alegría podría ser debido a ser más visualmente discriminables y menos ambiguas que el resto de las expresiones emocionales. Otros autores hallaron también el efecto *happines superiority effect* en diferentes tareas (Calvo & Nummenmaa, 2008; Craig et al., 2014). Savage et al. (2013) argumentaron que la inconsistencia en la literatura sobre estos efectos podría ser debida a las características de bajo nivel que provocan que un efecto u otro emerja en función de la base de datos utilizada, más que de la expresión facial en sí.

Utilizando el paradigma de búsqueda visual, Wolfe (2018) propuso diferentes características de bajo nivel que guían la búsqueda visual. Propuso que la curvatura es una característica básica que guía la atención en la búsqueda visual. Treisman y

Gormican (1988) ya definían la curvatura como una característica básica en la búsqueda visual y lo evidenciaban con experimentos donde ésta se detectaba rápidamente, aunque estos hallazgos obtuvieron críticas. Posteriormente, Wolfe, et al. (1992) realizaron 6 experimentos concluyendo que la curvatura es una característica básica para la búsqueda visual independientemente de la orientación, también reconocida como una característica básica. Diversos estudios evidenciaron esta propuesta hallando una detección más rápida de la curvatura en experimentos de búsqueda visual utilizando como estímulos líneas o figuras geométricas simples (Álvarez & Blanco, 2002; Foster & Savage, 2002; LoBue, 2014). Bertamini et al. (2019) realizaron 4 experimentos con figuras abstractas comparando polígonos rectilíneos y la versión curvada de estos (*smoothed version*) y encontraron que las respuestas para los estímulos curvados eran más rápidas. Argumentaron que esto evidencia que contornos continuos curvados son procesados más eficientemente y tienen tendencia a ser tratados como diana frente a los contornos rectilíneos o angulosos. Establecieron una relación entre un procesamiento más eficiente de la curvatura y la preferencia por la curvatura ampliamente contrastada en la literatura, tanto en objetos abstractos (Palumbo & Bertamini, 2016), objetos reales (Bar & Neta, 2006), infantes (Jadva, Hines, & Golombok, 2010), grandes simios (Munar, Gómez-Puerto, Call, & Nadal, 2015) y desde un marco histórico y conceptual (Gómez-Puerto, Munar, & Nadal, 2016).

Nuestro estudio tiene el objetivo de arrojar luz sobre las contradicciones que parece haber entre los resultados de Larson et al. (2007) que hallaron que el triángulo apuntando hacia abajo era detectado más rápido que el círculo y la literatura aquí expuesta, como la propuesta de que la curvatura es una característica de bajo nivel que guía la atención (Wolfe, 2018) y que es procesada más eficientemente que las figuras rectilíneas (Bertamini et al., 2019). Para ello, diseñamos una tarea parecida a la de

Larson et al. (2007) con algunas diferencias metodológicas, donde examinamos si un triángulo apuntando hacia abajo capturaba la atención más rápido que un círculo o a la inversa. Savage et al. (2013) indicó que no se debían utilizar los mismos estímulos como distractores y como dianas en una tarea de búsqueda visual debido a que metodológicamente no se puede establecer cuál de los dos está mejorando el procesamiento de la información. Aplicándolo al estudio de Larson et al. (2007), ello dificultaría poder saber si la mayor rapidez de detección del triángulo era debida a la propia diana o a los círculos distractores. Por ello, creamos una combinación de los estímulos utilizados como diana, es decir, triángulo y círculo, para utilizar como distractores. Además, esto garantizaba el control de similitud con las dianas y una presentación balanceada de las características de bajo nivel.

Por otra parte, Frischen et al. (2008) propusieron que variando los tamaños de las matrices se obtiene información sobre las pendientes de búsqueda visual para así calcular la eficacia de la búsqueda para cada elemento. Una pendiente poco pronunciada o prácticamente nula a través de los diferentes tamaños de matriz, sugeriría que las características de bajo nivel de la figura están guiando la atención y provocando una detección instantánea o “*pop-out*” (Wolfe, 2018; Wolfe & Utochkin, 2019). Por este motivo, utilizamos diferentes tamaños de matriz. Hipotetizamos que la detección del círculo como diana sería más rápida que la detección del triángulo apuntando hacia abajo (LoBue, 2014; Treisman & Gormican, 1988; Wolfe, 2018; Wolfe et al., 1992; Wolfe, Klempen, & Shulman, 1999).



## Método

### Participantes

La muestra estaba compuesta por 57 estudiantes (11 hombres,  $M_{\text{edad}} = 20.46$ ;  $SD_{\text{edad}} = 5.28$ ) de la Universidad de las Islas Baleares. Todos ellos aceptaron el consentimiento informado y reportaron una visión normal o corregida-normal. El estudio fue realizado siguiendo la declaración de Helsinki (2008) y aceptado por el Comité de Ética para la Investigación (CER) de las Islas Baleares (IB 3828/19 PI).

### Materiales

Los estímulos presentados eran matrices compuestas por figuras geométricas simples. Un círculo y un triángulo isósceles apuntando hacia abajo actuaban como diana, mientras que dos figuras mixtas actuaban como distractores (figura 1). Las figuras mixtas fueron creadas combinando un círculo y un triángulo y viceversa, controlando así la similitud con las dianas y obteniendo una presentación balanceada de las características de bajo nivel sin aumentar la complejidad del estímulo. Con la creación de dos distractores en lugar de uno solo, la presentación de estos fue controlada y contrabalanceada.



*Figura 1. Figuras empleadas para la creación de las matrices: (C) círculo, (T) triángulo apuntando hacia abajo, (D1) distractor 1, (D2) distractor 2*

Todas las figuras geométricas medían 91 píxeles de alto y 93 de ancho. Las matrices podían contener un círculo o un triángulo (presencia de diana), o estar formadas únicamente por uno de los dos distractores (ausencia de diana), así formando un total de 6 tipos de matrices: triángulo rodeado de distractores 1, triángulo rodeado de distractores 2, círculo rodeado de distractores 1, círculo rodeado de distractores 2, únicamente distractores 1 y únicamente distractores 2. Cada tipo de matriz fue presentada en 3 tamaños: 3x3, 4x4 y 5x5 (figura 2).

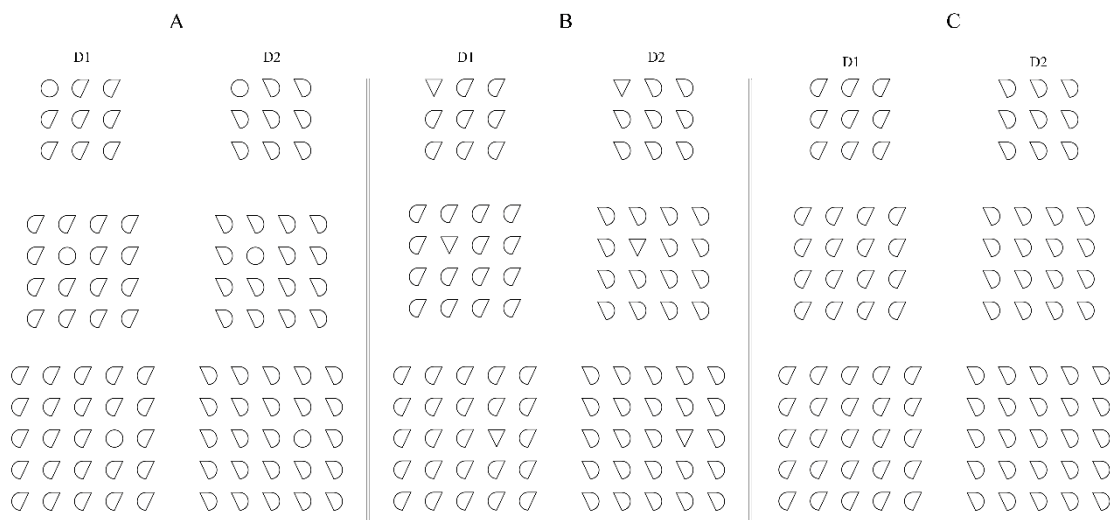


Figura 2. Los seis tipos de matrices empleadas en el estudio y los tres tamaños de matriz: (A) círculo como diana, (B) triángulo apuntando hacia abajo como diana, (C) matriz ausente de diana. De arriba a abajo: tamaño 3x3, 4x4 y 5x5

La tarea fue diseñada con el software Open Sesame 3.2 y presentada en pantallas de 21.5” de resolución 1920 x 1080 píxeles a unos 45 centímetros aproximadamente del participante. El experimento tenía lugar dentro de las cabinas aisladas del laboratorio de psicología. Los instrumentos (software, pantalla, CPU, periféricos etc.) y las condiciones ambientales eran las mismas en cada cabina.

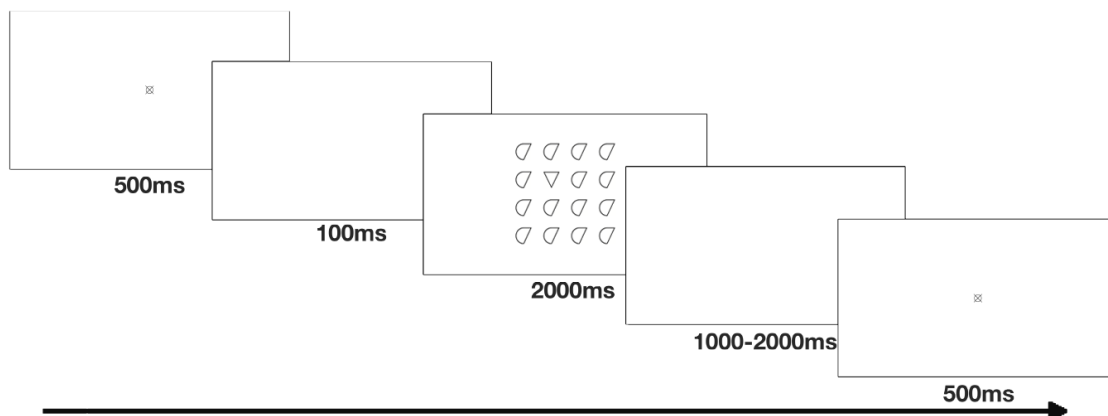
## Procedimiento

Con la llegada del participante, se le solicitaba leer y firmar el consentimiento informado. Seguidamente, accedía a la cabina donde las instrucciones de la tarea eran proyectadas en la pantalla del ordenador mientras el experimentador las explicaba verbalmente. Se les explicaba que se les presentaría diferentes figuras geométricas en forma de matriz y que su tarea sería responder si detectaba que todas las figuras de la matriz eran iguales o si detectaba que había una figura diferente en la matriz.

Seguidamente, había 8 ensayos de práctica. La tarea estaba dividida en 3 bloques: bloque de matrices 3x3, bloque de matrices 4x4 y bloque de matrices 5x5. Cada bloque estaba subdividido en dos sub-bloques: matrices con distractor 1 y matrices con distractor 2, controlando el cambio de distractor en de la tarea.

La tarea costaba de 400 ensayos: 72 en el bloque 3x3, 128 en el bloque 4x4 y 200 en el bloque 5x5. Los números de ensayos eran distintos para cada bloque debido a las posibles posiciones que ocupaba la diana en las diferentes matrices. En cada bloque hubo el mismo número de matrices con diana que matrices sin presencia de diana. En cada sub-bloque, tanto la presencia o ausencia de diana como la posición de esta eran factores aleatorios. El orden de los bloques y sub-bloques fue contrabalanceado.

Cada ensayo estaba compuesto por una cruceta de fijación durante 500 ms, seguido por una pantalla en blanco durante 100 ms. A continuación, se presentaba una matriz hasta que el participante emitía su respuesta o hasta un máximo de 2000 ms. Entre ensayos (inter-trial interval - ITI) se presentaba una pantalla en blanco durante un periodo aleatorio de entre 1000 y 2000 ms (figura 3). De manera contrabalanceada, la mitad de los participantes debía responder con la tecla A si detectaba que todas las figuras de la matriz eran iguales y con la L si detectaba que había una figura diferente en la matriz, y la otra mitad de participantes a la inversa.



*Figura 3. Estructura de los ensayos que se llevaban a cabo en la tarea.*

## Resultados

De los 57 participantes de la muestra, uno fue eliminado por tener una tasa de error por encima del 25%. Los ensayos totales del resto de participantes formaban un total de 22800 ensayos. Se definió el error como respuesta incorrecta o no ejecutar respuesta dentro de los 2000 ms de presentación del estímulo y la respuesta anticipada como respuesta dada dentro de los primeros 200 ms tras la presentación del estímulo. Así, 575 ensayos fueron eliminados por respuesta incorrecta, 98 por respuesta retrasada, 3 por respuesta anticipada y 329 por preprocesamiento estadístico de valores extremos. La muestra final constaba de 21395 ensayos, los cuales fueron analizados en relación con el tiempo de respuesta (RT).

Los análisis fueron realizados con los programas estadísticos SPSS 25.0.0 y R. El primer análisis llevado a cabo fue un ANOVA de medidas repetidas de los TRs donde Diana (círculo y triángulo), Tamaño de matriz (3x3, 4x4 y 5x5) y Distractor (distractor 1 y distractor 2) eran factores intra-sujetos y la secuencia de bloques y sub-bloques (es decir, el orden de los diferentes tamaños de matriz y los diferentes distractores) eran factores entre sujetos. Los resultados de estos factores entre sujetos resultaron no significativos:  $F(5, 55) = .6, p = .7, \eta_p^2 = .06, 90\% CI [0, .08]$  para los bloques y  $F(1, 55) = 1.4, p = .24, \eta_p^2 = .026, 90\% CI [0, .12]$  para los sub-bloques. Los resultados para el factor Diana fueron significativos  $F(1, 55) = 7.63, p = .008, \eta_p^2 = .12, 90\% CI [.019, .26]$  indicando que los participantes respondieron más rápido significativamente cuando los círculos eran diana ( $M = 668 \text{ ms}, SD = 87$ ) que cuando eran triángulos ( $M = 680 \text{ ms}, SD = 90$ ) (figura 3).

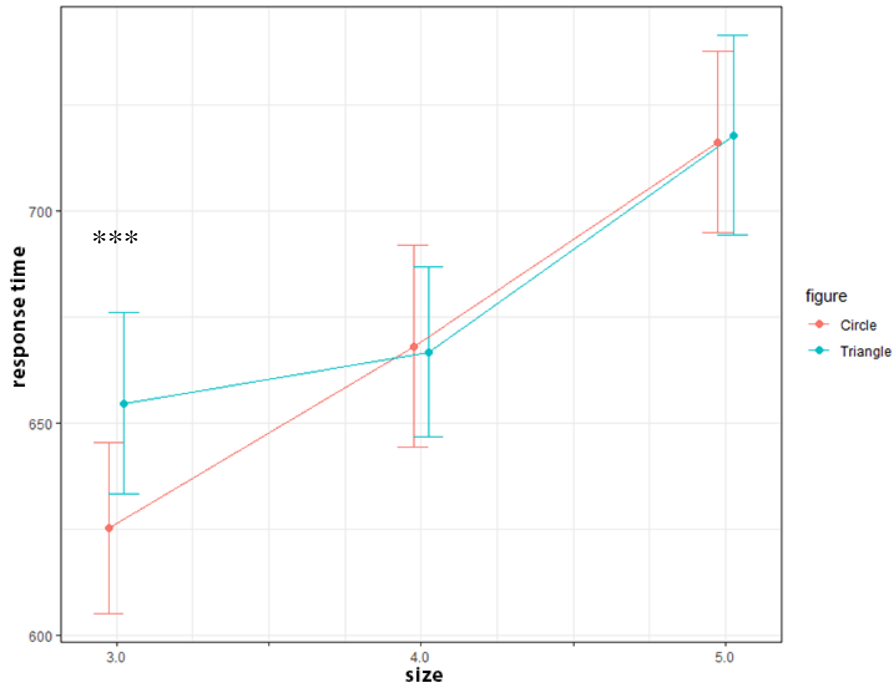


Figura 3. Tiempo de respuesta en función de la interacción Diana y Tamaño de matriz (\*\*\*)  $p < .001$ ). Las barras de error representan un IC de 95%.

Para el factor Tamaño de matriz, los resultados también fueron significativos  $F(2, 55) = 41.16, p < .001, \eta_p^2 = .43, 90\% CI [.44, .68]$ , mostrando que las matrices 3x3 ( $M = 638$  ms,  $SD = 89$ ) eran detectadas más rápido significativamente que las matrices 4x4 ( $M = 666$  ms,  $SD = 87$ ),  $t(55) = -3.4, p^*_{Bonferroni} = .004, g = -.32, 95\% CI [-48.31, -7.6]$ , y también más rápido significativamente que las matrices 5x5 ( $M = 716$  ms,  $SD = 90$ ),  $t(55) = -9.6, p^*_{Bonferroni} < .001, g = -.87, 95\% CI [-97.64, -57.6]$ . También fueron significativamente más rápidas las respuestas en las matrices 4x4 que en las matrices 5x5,  $t(55) = -5.2, p^*_{Bonferroni} < .001, g = -.56, 95\% CI [-73.3, -26]$  (figura 3 y 4).

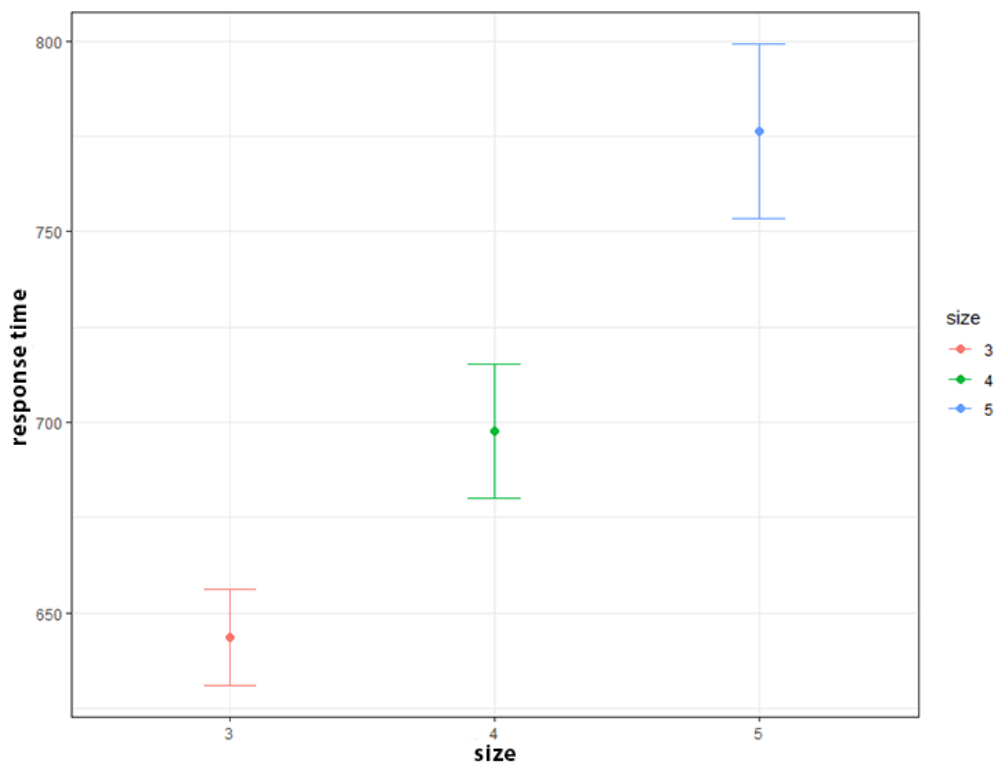


Figura 4. Tiempo de respuesta en función del Tamaño de matriz. Las barras de error representan un IC de 95%.

La interacción Diana x Tamaño de matriz resultó significativa,  $F(2, 55) = 5.73, p = .004, \eta_p^2 = .09, 90\% CI [.03, .3]$ . Esto se ve claramente en la figura 3, donde la diferencia entre triángulos ( $M = 655$  ms,  $SD = 95$ ) y círculos ( $M = 623$  ms,  $SD = 83$ ) fue

significativa únicamente en el tamaño de matriz 3x3,  $t(55) = 4.36$ ,  $p < .001$ ,  $g = -.36$ , 95% CI [-53.9, -10.14].

También se halló que el factor Distractor tenía un efecto significativo,  $F(1, 55) = 6.6$ ,  $p = .013$ ,  $\eta_p^2 = .11$ , 90% CI [.01, .25]. Es decir, los participantes respondían más rápidamente al distractor 1 ( $M = 666$  ms,  $SD = 87$ ) que al distractor 2 ( $M = 677$  ms,  $SD = 87$ ), test de Wilcoxon signed-rank,  $Z = 623.5$ ,  $p = .16$ ,  $r = .22$ , 95% CI [-.48, .08].

(figura 5)

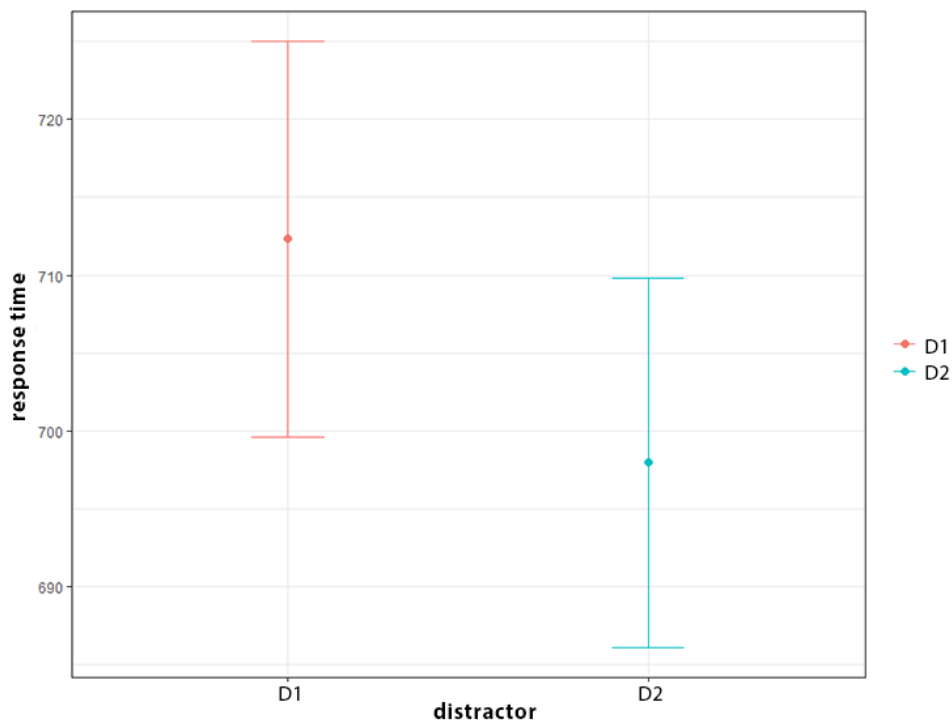


Figura 5. Tiempo de respuesta en función del Distractor. Las barras de error representan un IC de 95%.

También se analizó la precisión de los participantes, calculando el porcentaje de respuestas correctas y efectuando un ANOVA con los mismos factores que se habían tenido en cuenta para el análisis del TR. La triple interacción Diana x Tamaño de matriz x Distractor no resultó significativa, aunque sí el efecto del tamaño de matriz,  $F(1.8, 51) = 4.45$ ,  $p = .02$ ,  $\eta_p^2 = .08$ , 90% CI [.012, .26]. Los participantes respondieron más erróneamente en matrices 5x5 ( $M = .956$ ,  $SD = .05$ ) que en matrices 4x4 ( $M = .967$ ,  $SD$

= .045),  $t(51) = 3.2$ ,  $p = .007$ ,  $g = -.23$ , 95% CI [.003, .024]. Ninguna comparación entre otros niveles resultó significativa. También resultó significativa la interacción Diana x Tamaño de matriz,  $F(1.7, 51) = 5.8$ ,  $p = .007$ ,  $\eta_p^2 = .1$ , 95% CI [.01, .32], causada por un menor número de fallos con los círculos ( $M = .979$ ,  $SD = .042$ ) en comparación con los triángulos ( $M = .956$ ,  $SD = .044$ ) en las matrices 3x3,  $t(51) = 3.66$ ,  $p = .005$ ,  $g = .53$ , 95% CI [.007, .04] (figura 6).

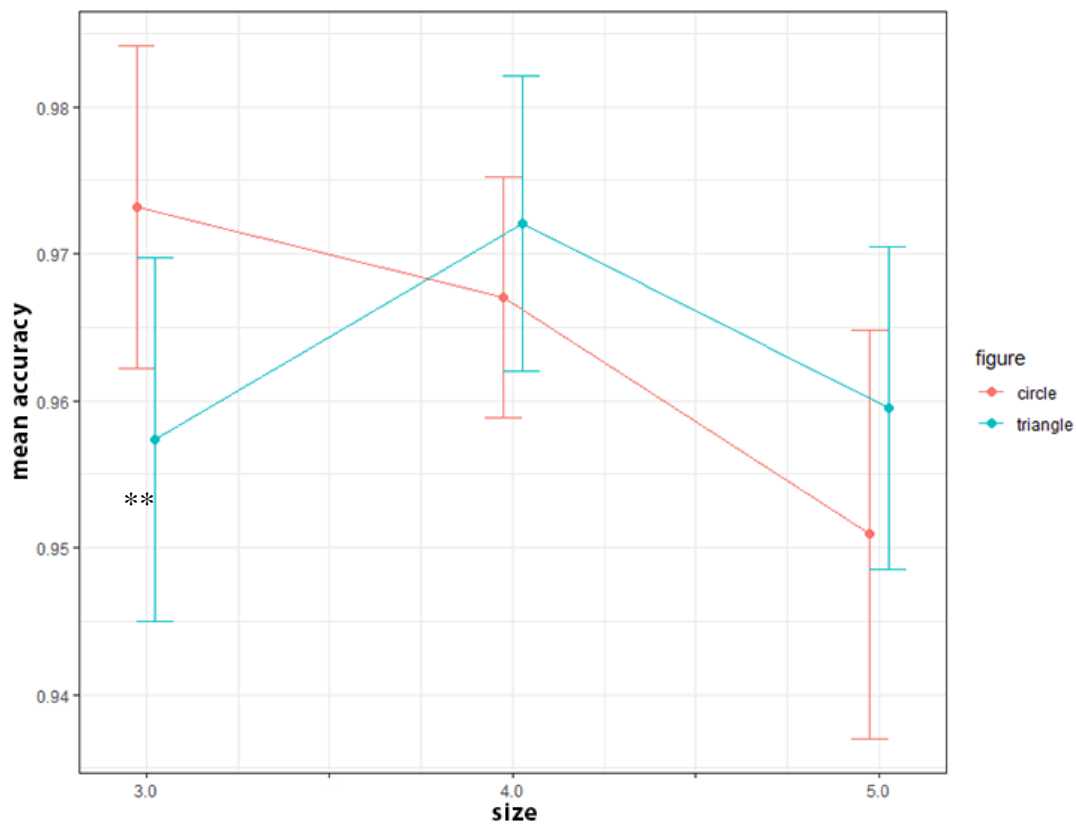


Figura 6. Promedio de respuestas correctas en función de la interacción Diana y Tamaño de matriz. (\*\* $p < .01$ ). Las barras de error representan un IC de 95%.

Se llevaron a cabo análisis de regresión lineal para examinar la pendiente del TR en función del tamaño de matriz. Concretamente, se llevaron a cabo 3 análisis, uno para cada matriz de diana y uno para las matrices con ausencia de diana. A pesar de que los tres análisis resultaron significativos, en el caso de los círculos esta significación era más débil,  $\beta = 5.34$ ,  $t(166) = 5.12$ ,  $p < .001$  ( $R^2_{adj} = .13$ ). En el caso de los triángulos la



significación era también débil  $\beta = 3.82$ ,  $t(164) = 3.84$ ,  $p < .001$  ( $R^2_{adj} = .077$ ), mientras que en el caso de ausencia de diana la significación era algo más notoria  $\beta = 13.04$ ,  $t(162) = 8.05$ ,  $p < .001$  ( $R^2_{adj} = .28$ ). Así, la relación entre TR y número de ítems era significativa para cualquier tipo de matriz, pero especialmente en ausencia de diana, es decir, matrices formadas únicamente por distractores.

## Discusión

Algunos autores proponen el *anger-superiority effect* según el cual caras enfadadas percibidas como amenazantes captan la atención más rápido que caras con expresión neutra o con valencia positiva. Defienden que la detección sería instantánea debido a que esos estímulos serían procesados en paralelo y no serialmente (Eastwood et al., 2001; Fox et al., 2000; Hansen & Hansen, 1988). Por otra parte, otros autores defienden que, controlando las características de bajo nivel, este efecto no solo no surge, sino que además predomina el llamado *happines superiority effect* y que consiste en que las caras que expresan emoción de alegría captan más rápido la atención que caras de enfado (Becker et al., 2011; Craig et al., 2014). Savage (2013) propone que la aparición de un efecto u otro se debe en gran medida a diferencias de método, es decir, dependen del control de características de bajo nivel y de la base de datos utilizada, así influyendo características desde el género de la persona fotografiada hasta la cantidad de distractores o la posición de estos.

Larson et al. (2007), siguiendo la propuesta de los primeros autores, demostraron que un triángulo apuntando hacia abajo por su similitud con las facciones de una cara con expresión de enfado (evidente en la forma de las cejas y la boca) y de acuerdo al *anger-superiority effect*, capta más rápido la atención que un círculo, que a su vez se asemeja a las facciones de una cara alegre. Los resultados que hemos obtenido en este

experimento no replican el efecto descritos por Larson et al. e incluso muestran parcialmente la dirección opuesta: los círculos captan más rápido la atención que los triángulos, especialmente en matrices de tamaño 3x3. Esto parece ser debido a las diferencias metodológicas. Larson et al. utilizaron las propias dianas, es decir, el círculo y el triángulo, como distractores, así dificultando la interpretación de los resultados. ¿El menor tiempo de respuesta para las matrices con el triángulo como diana y los círculos como distractores era debido a la captación de la atención rápida de la diana triángulo o al procesamiento rápido de los distractores círculos? Otro aspecto a tener en cuenta es que los autores presentaron las matrices en casillas, es decir, las figuras geométricas estaban encasilladas. Esto podría crear un efecto que perjudicase la percepción rápida de unas características específicas (por ejemplo, la curvatura) y/o favoreciese otras. En el experimento de nuestro estudio se presentaron matrices sin líneas de separación entre figuras. Por otra parte, se crearon unas figuras geométricas simples con las que se pudieran comparar las dianas. Concretamente, se combinaron las dos dianas y se crearon dos figuras, dos distractores, manteniendo la complejidad y similitud respecto a los distractores y el balance de las características de bajo nivel, además de la orientación.

Las diferencias de resultados evidencian parcialmente lo que autores como Wolfe (2018) proponen, esto es, que la curvatura funciona como característica básica que guía la búsqueda visual. Algunos estudios encuentran que existe una alta sensibilidad para detectar características curvadas en una búsqueda visual en comparación con características rectilíneas o angulares (Treisman & Gormican, 1988; Wilso et al., 1997; Wolfe et al., 1992). Estos hallazgos están relacionados con un procesamiento más rápido de la curvatura que, a su vez, podría estar relacionado con la preferencia por la curvatura (Gómez-Puerto et al., 2016; Munar et al., 2015). Se ha

demostrado que las personas relacionan la curvatura con valencia positiva y angulosidad suele asociarse más a valencias negativas. Palumbo et al. (2015) muestran la asociación implícita entre la valencia positiva y la curvatura y, además, que esta asociación es más fuerte que la asociación de valencia negativa con características rectilíneas o angulosas. Esta relación de curvatura con valencia positiva puede parecerse similar al caso que se describe en el efecto de *happiness superiority effect*. Por otra parte, Yue et al. (2014) investigan en macacos la actividad cerebral por fMRI provocada durante el procesamiento de elementos curvos frente a elementos no-curvos y sugiere una posible conexión entre las redes neuronales del procesamiento de la curvatura y del procesamiento facial por la proximidad de las zonas implicadas, zonas que no son activadas significativamente para objetos no-curvos. Estos indicios, se relacionan con el *happiness superiority effect* y podrían dar una explicación neurobiológica al posible procesamiento rápido de la curvatura. Existen otras posibles explicaciones a estos hallazgos, puede que no excluyentes entre sí. Algunos autores proponen una explicación evolutiva a estas diferencias en la percepción de características básicas o de bajo nivel, proponiendo que la curvatura y la detección de estímulos curvos obtuvo importancia cuando antepasados nuestros debían detectar con rapidez estímulos similares a las serpientes, ya que su supervivencia dependía de ello (Van Strien et al., 2016). Esta explicación fue rebatida por algunos autores (Wolfe, 2018) sugiriendo que la percepción de peligro o amenaza, cuando las características de bajo nivel están controladas, es un atributo que no guía la búsqueda visual. Pueden ser varias las explicaciones, puede que la curvatura tenga un procesamiento más eficaz que la angulosidad en el sistema visual humano y por ello, un procesamiento más rápido, y probablemente también por ello, una preferencia por la curvatura. Estas especulaciones deben ser estudiadas con el fin, no solo de determinar con claridad y sin contradicciones cuáles son las características

básicas que guían el proceso perceptivo y atencional, si no también de determinar la causa del efecto. Pese a que constantemente se mencionan las características de bajo nivel en este documento, los estímulos aquí utilizados pueden no ser la mejor representación para estudiar las características de bajo nivel. Esto es debido a que se tratan de figuras geométricas simples, cerradas y probablemente con un significado emocional asociado que debería evitarse para tratar estas cuestiones. Esto puede verse como una posible limitación del estudio, pero también creemos importante relatar que este tipo de estímulos, con una asociación a emociones como relatan algunos autores y al igual que las caras utilizadas en búsquedas visuales del *anger-superiority effect*, están influidos por características de bajo nivel.

La diferencia de tiempos de respuesta entre el círculo y el triángulo únicamente llegó a la significación en las matrices 3x3. Se planteó la posibilidad de que fuese debido a que se presentaba un punto de fijación en el centro de la pantalla y esto podría facilitar la búsqueda de las posiciones centrales, posiciones que son más accesibles en un 3x3. Esta hipótesis se descartó tras realizar un análisis ANOVA a todas las matrices 5x5, pero únicamente teniendo en cuenta cuando la diana ocupaba una de las 9 posiciones centrales, es decir, lo equivalente a una matriz 3x3. A pesar de que los círculos volvieron a ser detectados más rápido que los triángulos, esta diferencia resultó no ser significativa, por lo que se extrajo que la rápida detección significativa en las matrices 3x3 era debido al número de distractores y no a la posición que ocupaba la diana. Otra posible explicación es que el efecto en las matrices 3x3 sea debido a que el efecto de las características de bajo nivel en la metodología utilizada es lo suficientemente fuerte para poder evidenciar la diferencia en pocos elementos, pero pierde fuerza a medida que se añaden distractores. Esto podría ser debido a la similitud entre las dianas y los distractores que, con la intención de mostrar una presentación

balanceada de las características de bajo nivel, hace que el mismo efecto de las características de bajo nivel de la curvatura pierdan efecto con la cantidad de distractores utilizados por matriz. Esto puede ser planteado como una limitación del estudio, pero, en mi opinión, la creación de distractores equilibrados en cuanto a características de bajo nivel para así poder obtener una comparación con las dianas era necesario y aportaba información en la investigación del rol de las características de bajo nivel en la guía de la atención con figuras geométricas simples.

Un resultado interesante del estudio es la diferencia entre los distractores 1 y 2. Es decir, los participantes emitían una respuesta más rápida cuando la matriz estaba compuesta de distractores 2 que cuando esta estaba formada por distractores 1. El surgimiento de dos distractores en lugar de uno se debió a la necesidad de contrabalancear la orientación de éste. Una posible explicación a este fenómeno es la dirección de lectura de los participantes. Según Olivers et al. (2014) la manera en la que adquirimos nuestros primeros conocimientos, concretamente, nuestra alfabetización influye en cómo analizamos una escena visualmente cuando buscamos información, en como escaneamos visualmente objetos o directamente cómo analizamos estímulos visuales. En el distractor 1 el participante percibía antes parte de un círculo y después parte de un triángulo, mientras que en el distractor 2 era a la inversa. Es complicado extraer comparaciones y establecer cuál de las dos partes del estímulo está facilitando la percepción y cuál la está dificultando. Sin embargo, en nuestra opinión detectar primero medio triángulo, es decir, la detección del distractor 2, podría facilitar y hacer más rápida la discriminación del círculo y ralentizar o dificultar la discriminación del triángulo. En cambio, detectar primero mitad de círculo (distractor 1), podría dificultar la discriminación de la diana círculo, pero también es posible que a su vez dificultase la detección del triángulo, ya que, por sus propiedades, la mitad del círculo habría captado

la atención. Esta hipótesis debe ser estudiada con más detalle. Una posible manera de aminorar esta diferencia entre distractores es la presentación de estímulos con posición aleatoria en la matriz. Probablemente, al realizar un procesamiento serial, el usar matrices donde la diana y los distractores ocupan un sitio determinado no aleatorio, como es el caso de este estudio, aumenta este efecto. Otro motivo por el que es aportador realizar búsquedas visuales con elementos variables, es que se han encontrado importantes diferencias cuando se cambia este factor en el estudio. Por ejemplo, se han reportado el *happiness superiority effect* y el *happiness superiority effect* en función de si se ha utilizado estímulos fijados o estímulos variables (Lipp et al., 2009, Becker et al., 2011; Savage et al., 2013).

El análisis de las regresiones lineales donde se relacionaba el número de distractores y el tiempo de respuesta tenían la intención de establecer si en algún elemento se producía un procesamiento en paralelo y una detección instantánea, llamado “pop out”. Según Wolfe (2018), aumentando el número de distractores para cada búsqueda visual, obtendríamos una pendiente de la función que relaciona número de distractores y tiempo de respuesta. Si esta pendiente presentada es nula, o no significativa, podremos asumir que la percepción del estímulo frente a los distractores es prácticamente instantánea (*pop out*). En nuestro caso, las tres regresiones lineales resultaron ser significativas. Si bien es cierto que en el caso de los círculos y los triángulos esta pendiente era poco pronunciada, no podemos decir que el procesamiento de estas figuras geométricas fuera en paralelo. La significativa y pronunciada pendiente establecida en el caso de matrices sin distractores parece ser debida a una respuesta más retardada gracias a una continuación en la búsqueda de la diana. Es decir, los participantes posiblemente priorizaban buscar la diana hasta finalmente descartar esa

hipótesis tras una búsqueda exhaustiva, mientras que en la búsqueda de la diana esta se acababa al encontrar la diana.

## Conclusiones

En este estudio, los participantes detectaron más rápidamente y mejor los círculos que los triángulos. Es decir, los círculos como diana rodeados de distractores mixtos fueron detectados más rápidamente que los triángulos apuntando hacia abajo en las mismas condiciones, especialmente en matrices de tamaño 3x3. Este efecto se atenúa hasta perder significación en los tamaños de 4x4 y 5x5. Interesantemente, los círculos como diana rodeados de distractores mixtos también se detectaron mejor, es decir, con un menor número de fallos que los triángulos apuntando hacia abajo en matrices de tamaño 3x3. Nuevamente, este efecto perdía fuerza en los tamaños de 4x4 y 5x5.

Nuestras hipótesis estarían de acuerdo con parte de los resultados, mientras que los resultados de Larson et al. (2007) no parecen concordar con los mismos. Estos autores defendieron que los triángulos apuntando hacia abajo, por su similitud con una cara de enfado, serían detectados más rápidos que los círculos. Nuestros resultados, obtenidos con algunas diferencias de procedimiento al usado por ellos, parecen mostrar la dirección opuesta.

También apareció un efecto del número de distractores. Es decir, a medida que la matriz aumentaba en tamaño y, por ello, a medida que había más distractores en la matriz, el tiempo de respuesta aumentaba para ambas dianas y también para la ausencia de diana. Además, el efecto de la diana (diferencia entre círculos y triángulos apuntando hacia abajo) se iba perdiendo a medida que el número de distractores aumentaba.

Finalmente, un efecto interesante se halló en el tipo de Distractor. Hubo diferencias significativas en el TR entre el distractor 1 y el distractor 2, es decir, entre el

distractor mixto creado con medio triángulo a la izquierda y medio círculo a la derecha y el distractor creado con medio círculo a la izquierda y medio triángulo a la derecha. Este efecto no tuvo interacción significativa ni con el tipo de diana ni con el tamaño de matriz.

Resumiendo, (1) se halló que el círculo era detectado más rápido y con mayor eficacia que el triángulo apuntando hacia abajo en matrices de tamaño 3x3, (2) a medida que se aumentaba el número de distractores el tiempo de respuesta aumentaba y el efecto de la diana se tornaba no significativo y (3) el distractor 1 era detectado significativamente más rápido que el distractor 2.



## Referencias bibliográficas

- Álvarez, A., & Blanco, M. (2002). Influencia de la simetría y la curvilinealidad en el procesamiento de estímulos cerrados, *14*, 597–604.
- Bar, M., & Neta, M. (2006). Humans prefer curved visual objects. *Psychological Science*, *17*(8), 645–648. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2006.01759.x>
- Becker, D. V., Anderson, U. S., Mortensen, C. R., Neufeld, S. L., & Neel, R. (2011). The face in the crowd effect unconfounded: Happy faces, not angry faces, are more efficiently detected in single- and multiple-target visual search tasks. *Journal of Experimental Psychology: General*, *140*(4), 637–659.  
<https://doi.org/10.1037/a0024060>
- Bertamini, M., Palumbo, L., & Redies, C. (2019). An advantage for smooth compared with angular contours in the speed of processing shape. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *45*(10), 1304–1318.  
<https://doi.org/10.1037/xhp0000669>
- Calvo, M. G., & Nummenmaa, L. (2008). Detection of Emotional Faces: Salient Physical Features Guide Effective Visual Search. *Journal of Experimental Psychology: General*, *137*(3), 471–494. <https://doi.org/10.1037/a0012771>
- Craig, B. M., Becker, S. I., & Lipp, O. V. (2014). Different faces in the crowd: A happiness superiority effect for schematic faces in heterogeneous backgrounds. *Emotion*, *14*(4), 794–803. <https://doi.org/10.1037/a0036043>
- Dickins, D. S. E., & Lipp, O. V. (2014). Visual search for schematic emotional faces: Angry faces are more than crosses. *Cognition and Emotion*, *28*(1), 98–114.  
<https://doi.org/10.1080/02699931.2013.809331>

- Eastwood, J. D., Smilek, D., & Merikle, P. M. (2001). Differential attentional guidance by unattended faces expressing positive and negative emotion, *63*(6), 1004–1013.
- Ekman, P. (2003). *Emotions revealed. Recognizing Faces and Feelings to improve communication and emotional life*. New York: Times Books. Retrieved from [www.henryholt.com](http://www.henryholt.com)
- Foster, D. H., & Savage, C. J. (2002). Uniformity and asymmetry of rapid curved-line detection explained by parallel categorical coding of contour curvature. *Vision Research, 42*(18), 2163–2175. [https://doi.org/10.1016/S0042-6989\(02\)00121-9](https://doi.org/10.1016/S0042-6989(02)00121-9)
- Fox, E., Lester, V., Russo, R., Bowles, R. J., Pichler, A., & Dutton, K. (2000). Facial Expressions of Emotion: Are Angry Faces Detected More Efficiently? *Cognition & Emotion, 14*(1), 61–92. <https://doi.org/10.1080/026999300378996>
- Frischen, A., Eastwood, J. D., & Smilek, D. (2008). Visual Search for Faces With Emotional Expressions. *Psychological Bulletin, 134*(5), 662–676. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.134.5.662>
- Gómez-Puerto, G., Munar, E., & Nadal, M. (2016). Preference for Curvature: A Historical and Conceptual Framework. *Frontiers in Human Neuroscience, 9*(1), 43–60. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2015.00712>
- Hansen, C. H., & Hansen, R. D. (1988). Finding the face in the crowd: An anger superiority effect. *Journal of Personality and Social Psychology, 54*(6), 917–924. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.54.6.917>
- Jadva, V., Hines, M., & Golombok, S. (2010). Infants' preferences for toys, colors, and shapes: Sex differences and similarities. *Archives of Sexual Behavior, 39*(6), 1261–1273. <https://doi.org/10.1007/s10508-010-9618-z>
- Larson, C. L., Aronoff, J., Sarinopoulos, I. C., & Zhu, D. C. (2009). Recognizing threat:

- A simple geometric shape activates neural circuitry for threat detection. *Journal of Cognitive Neuroscience*. <https://doi.org/10.1162/jocn.2009.21111>
- Larson, C. L., Aronoff, J., & Stearns, J. J. (2007). The Shape of Threat: Simple Geometric Forms Evoke Rapid and Sustained Capture of Attention. *Emotion*, *7*(3), 526–534. <https://doi.org/10.1037/1528-3542.7.3.526>
- Lipp, O. V., Price, S. M., & Tellegen, C. L. (2009). Emotional faces in neutral crowds: Detecting displays of anger, happiness, and sadness on schematic and photographic images of faces. *Motivation and Emotion*, *33*(3), 249–260. <https://doi.org/10.1007/s11031-009-9136-2>
- LoBue, V. (2014). Deconstructing the snake: The relative roles of perception, cognition, and emotion on threat detection. *Emotion*, *14*(4), 701–711. <https://doi.org/10.1037/a0035898>
- Munar, E., Gómez-Puerto, G., Call, J., & Nadal, M. (2015). Common Visual Preference for Curved Contours in Humans and Great Apes. *PLOS ONE*, *10*(11), e0141106. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0141106>
- Öhman, A., Lundqvist, D., Esteves, F., & Ohman, A. (2001). The face in the crowd revisited: a threat advantage with schematic stimuli. *Journal of Personality and Social Psychology*, *80*(3), 381–396. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11300573>
- Olivers, C. N. L., Huettig, F., Singh, J. P., & Mishra, R. K. (2014). The influence of literacy on visual search. *Visual Cognition*, *22*(1), 74–101. <https://doi.org/10.1080/13506285.2013.875498>
- Palumbo, L., & Bertamini, M. (2016). The Curvature Effect: A Comparison between Preference Tasks. *Empirical Studies of the Arts*, *34*(1), 35–52.

<https://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. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0140043>
- Savage, R. A., Lipp, O. V., Craig, B. M., Becker, S. I., & Horstmann, G. (2013). In search of the emotional face: Anger versus happiness superiority in visual search. *Emotion*, *13*(4), 758–768. <https://doi.org/10.1037/a0031970>
- Treisman, A., & Gormican, S. (1988). Feature analysis in early vision: evidence for search asymmetries. *Psychological Review*, *95*(1), 15–48.
- Van Strien, J. W., Christiaans, G., Franken, I. H. A., & Huijding, J. (2016). Curvilinear shapes and the snake detection hypothesis: An ERP study. *Psychophysiology*, *53*(2), 252–257. <https://doi.org/10.1111/psyp.12564>
- Wilson, H. R., Wilkinson, F., & Asaad, W. (1997). Concentric orientation summation in human form vision. *Vision Research*, *37*(17), 2325–2330. [https://doi.org/10.1016/S0042-6989\(97\)00104-1](https://doi.org/10.1016/S0042-6989(97)00104-1)
- Wolfe, J. M. (2018). Visual Search. In *Stevens' Handbook of Experimental Psychology and Cognitive Neuroscience* (Vol. 20, pp. 1–55).
- Wolfe, J. M., Friedman-Hill, S. R., Stewart, M. I., & O'Connell, K. M. (1992). The Role of Categorization in Visual Search for Orientation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *18*(1), 34–49. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.18.1.34>
- Wolfe, J. M., Klempe, N. L., & Shulman, E. P. (1999). Which end is up? Two representations of orientation in visual search. *Vision Research*, *39*(12), 2075–2086. [https://doi.org/10.1016/S0042-6989\(98\)00260-0](https://doi.org/10.1016/S0042-6989(98)00260-0)

Wolfe, J. M., & Utochkin, I. S. (2019, October 1). What is a preattentive feature?

*Current Opinion in Psychology*. Elsevier B.V.

<https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2018.11.005>

Yue, X., Pourladian, I. S., Tootell, R. B. H., & Ungerleider, L. G. (2014). Curvature-

processing network in macaque visual cortex. *Proceedings of the National*

*Academy of Sciences*, *111*(33), E3467–E3475.

<https://doi.org/10.1073/pnas.1412616111>