



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE MEDICINA
ESCUELA DE POSTGRADO



***LA ATENCIÓN Y LA FAMILIARIDAD VISUAL
MODULAN DIFERENCIALMENTE LA SECUENCIA DE
FIJACIÓN OCULAR EN LA EXPLORACIÓN LIBRE DE
ESCENAS NATURALES***

PABLO IGNACIO NOVA BAEZA

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGISTER EN NEUROCIENCIAS

Directores de Tesis: Dr. Pedro Maldonado A. – Dra. Rocío Loyola N.

2023

Dedicada a todos quienes han puesto la confianza en mí... Mi esposa, mi familia, mis amigos y mis estudiantes.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer primeramente a Dios
por su eterna fidelidad.

Quiero agradecer a mi esposa Carola Tapia Moraga
por todo el apoyo en tiempos donde
uno no desea seguir.

Quiero agradecer a mis padres Néstor Nova Vidal y Laura Baeza Valdés
por todo el trabajo, esfuerzo y el apoyo que nos han
brindado a mí y a mis hermanas.

Quiero agradecer a mis hermanas Laura Nova Baeza y Verónica Nova Baeza,
las cuales amo con todo mi corazón.

Quiero agradecer a mis directores de Tesis, Dr. Pedro Maldonado A. y a la Dra.
Rocío Loyola N. por toda la paciencia y el apoyo brindado en esta etapa.

Quiero agradecer a Samuel Madariaga por haberme brindado
apoyo en la obtención de algo muy complejo de
hacer, la obtención de los datos.

Quiero agradecer a mi mejor amigo Prof. William Aguilar N.
por haberme animado y brindado su apoyo
incondicional en todo este proceso.

No puedo dejar de agradecer a Alexandra Elbakyan,
sin ella, nada de esto sería posible.

Y quiero agradecer a cada una de las personas que me han
brindado una palabra de aliento en esta etapa,
cuenten conmigo siempre...

ÍNDICE

RESUMEN	6
ABSTRACT	7
1. INTRODUCCIÓN	8
1.1 PERCEPCIÓN VISUAL Y RECONOCIMIENTO DE OBJETOS	9
1.2 MOVIMIENTOS OCULARES	11
1.3 ATENCIÓN VISUAL	13
1.4 FAMILIARIDAD VISUAL	20
2. HIPÓTESIS	27
3. OBJETIVOS	27
3.1 OBJETIVO GENERAL	27
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	27
4. MATERIALES Y MÉTODOS	28
4.1 COMITÉ DE ÉTICA	28
4.2 MATERIALES Y MÉTODOS	28
4.2.1 SUJETOS DE ESTUDIO Y ESTÍMULOS	28
4.2.2 PROCEDIMIENTOS	29
4.3 ANÁLISIS DE DATOS	34
5. RESULTADOS	39
5.1 DESCRIPCIÓN DEL COMPORTAMIENTO VISUAL	39
5.1.1 CONTRIBUCIÓN DE LA ATENCIÓN	39
5.1.2 CONTRIBUCIÓN DE LA FAMILIARIDAD	41
5.1.3 DESCRIPCIÓN DEL COMPORTAMIENTO VISUAL POR BLOQUE	43

5.2 DETERMINACIÓN DE LA CONTRIBUCIÓN DE LA ATENCIÓN EN LA EXPLORACIÓN VISUAL	48
5.3 DETERMINACIÓN DE LA CONTRIBUCIÓN DE LA FAMILIARIDAD EN LA EXPLORACIÓN VISUAL	49
5.4 COMPARACIÓN ENTRE BLOQUES	51
5.4.1 ATENCIÓN VISUAL	51
5.4.2 FAMILIARIDAD VISUAL	53
6. DISCUSIÓN	56
7. CONCLUSIONES	63
8. REFERENCIAS	64
9. ANEXOS	73
9.1 ANEXO 1	73
9.2 ANEXO 2	75
9.3 ANEXO 3	78
9.4 ANEXO 4	79

RESUMEN

Se sabe que con nuestra conducta visual exploramos el mundo a través de los movimientos oculares (sacadas, microsacadas y fijaciones) y una pregunta que no ha sido completamente resuelta es ¿Por qué se miran algunos lugares u objetos de una escena visual y no otros?. En parte se ha propuesto que eso ocurre a través de la prominencia, pero es posible que haya otros factores que modulen la secuencia de las fijaciones oculares en una exploración libre de una escena natural. Entre ese factor y muchos otros, este estudio tiene el interés en resolver dos: la atención y la familiaridad visual. La atención visual es el conjunto de mecanismos mediante los cuales se selecciona la información visual relevante y se ignora la información visual irrelevante y la familiaridad visual es el mecanismo por el cual se retiene la información visual relevante y se suprime la información irrelevante. Por lo tanto, surge la pregunta ¿cómo estos factores interactúan entre sí para contribuir a la exploración visual?, proponemos que la atención y la familiaridad visual modulan diferencialmente la secuencia de fijación ocular en la exploración libre de escenas naturales.

Aquí se muestra que, usando una tarea de exploración libre, la agrupación (cantidad) y secuencia (orden jerárquico) de las fijaciones se realizan influenciadas por objetos vistos antes de ser expuestos a una escena natural y viceversa. Finalmente, se sugiere que estos dos factores no modulan diferencialmente la secuencia de fijaciones oculares, sino más bien modulan de manera simultánea la elección de objetivos visuales.

ABSTRACT

We know that with our visual behavior, we explore the world through eye movements (saccades, microsaccades, and fixations), and a question that still needs to be fully resolved is why some places or objects in a visual scene are looked at and not others. In part, it has been proposed that this occurs through salience. Still, it is possible that other factors modulate the sequence of ocular fixations in a free exploration of a natural scene. Between that factor and many others, this study is interested in solving two: attention and visual familiarity. Visual attention is the mechanism by which relevant visual information is selected, and irrelevant visual information is ignored. Visual familiarity is the mechanism by which relevant visual information is retained, and irrelevant information is suppressed. Therefore, the question arises, how do these factors interact with each other to contribute to visual exploration? We propose that attention and visual familiarity differentially modulate the ocular fixation sequence in the free exploration of natural scenes.

Here it is shown that using a free exploration task, the grouping (quantity) and sequence (a hierarchical order) of fixations are influenced by objects seen before exposure to a natural scene and vice versa. Finally, it is suggested that these two factors do not differentially modulate the sequence of ocular fixations but rather simultaneously modulate the choice of visual targets.

1. INTRODUCCIÓN

Se sabe que con nuestra conducta visual exploramos el mundo a través de los movimientos oculares y una pregunta que no ha sido completamente resuelta es ¿Por qué miramos algunos lugares u objetos de una escena visual y no otros?. En parte se ha propuesto que eso ocurre debido a la prominencia, la que consiste en que un objeto es notable o sobresaliente a simple vista con respecto a los objetos que se encuentran a su alrededor (Veale, 2016). Pero es posible que haya otros factores involucrados que modulen la secuencia de fijaciones oculares en una escena visual. Este estudio tiene el interés en resolver la contribución de dos: la atención y la familiaridad. Se ha postulado que estos factores antes mencionados contribuyen de manera independiente a la hora de realizar una tarea de reconocimiento de objetos visuales (Peterson, 2009; Ramey, 2019). Ambos procesos son selectivos, por un lado la atención visual permite discriminar un estímulo en desmedro de otro (Awh, 2006) y la familiaridad visual es un mecanismo que permite la evocación de un estímulo con el cual la persona tuvo contacto previamente, seleccionarlo y usarlo a la hora de que nuestro cerebro requiere de él acorde a la tarea que nos encontremos realizando (Olivers, 2011; Gazzaley, 2012; Guo, 2021). De acuerdo a lo anterior se podría preguntar ¿Cómo estos factores interactúan entre sí para contribuir a la exploración visual?. Se pueden tener múltiples representaciones visuales de objetos en nuestro cerebro, pero solo una recibe el foco de atención actual. Las circunstancias de la tarea determinan entonces qué tan exitosamente se puede priorizar esta representación central sobre sus competidores mnemotécnicos.

1.1 PERCEPCIÓN VISUAL Y RECONOCIMIENTO DE OBJETOS

La percepción es la forma en la que el cerebro interpreta las sensaciones que recibe, a través de los órganos de los sentidos, con la finalidad de formar una impresión consciente o inconsciente de la realidad física de su entorno (Munar, 2007). El proceso cognitivo conocido como percepción, y en este caso específico la percepción visual, es entendida como un proceso sensoriomotor en la que se relacionan actividades tanto sensitivas como motoras, primordialmente en la indagación y contemplación de objetos visuales que llaman la atención dentro de una escena natural (Maturana & Varela, 1984).

Con la finalidad de identificar un estímulo visual en una observación libre, es decir, en una escena natural, (Figura 1) que corresponde a aquel entorno cotidiano al que se enfrentan los individuos humanos al percibir visualmente (White H, 2019), se requiere de mecanismos como la atención y la familiaridad visual.



Figura 1. Ejemplo de una escena natural

Estos procesos derivan del reconocimiento de objetos que permiten una respuesta conductual que implica a su vez la adaptabilidad del sujeto que se encuentra percibiendo, por lo tanto, se considera que los objetos y dentro de ellos los objetos visuales, corresponden a concepciones mentales más que a la replicación exacta de los estímulos (O'Regan & Nöe, 2001). Es decir, el resultado perceptual del estímulo es subjetivo y no puede medirse de manera directa por lo que normalmente se ha estudiado mediante paradigmas que incluyen declaraciones de características hechas por individuos humanos (Meuwese, 2012).

Uno de los mecanismos primordiales para que se origine la percepción visual, es que requiere de una serie organizada de actos y movimientos realizados por los globos oculares, los cuales buscan activamente centrar en el punto máximo de agudeza visual (fóvea central de la retina) los diferentes objetos de una imagen con el objetivo de separarlos de un fondo, procesarlos y extraer la información más relevante de dicha imagen (McCamy, 2014; Souto, 2021).

Los aspectos más relevantes, para efectos de esta investigación, en la observación y la percepción visual de una escena natural surge a partir de las siguientes preguntas:

- ¿Por qué se miran algunos lugares u objetos de una escena visual y no otros?
- ¿Cuáles factores podrían influir en la observación de una escena visual natural (cotidiana) a la hora de realizar una exploración visual libre de esta?

De acuerdo con estas preguntas, en este trabajo consideramos que los mecanismos de atención y familiaridad son de suma importancia a la hora de observar libremente diferentes objetos en una escena natural.

Una escena natural se caracteriza por poseer una alta cantidad de información visual, como información respecto a la luminosidad, el contraste, movimiento, profundidad y la información cromática (Henderson, 2003). Estos factores, que contribuyen a la prominencia de los objetos, se han identificado como aquellas singularidades físicas que mayoritariamente predicen el sitio que será observado por los sujetos en carencia de un objetivo visual específico, pero la prominencia explica solo un 35% de por qué miras un lugar primero, por lo tanto, no lo explica todo (Pellicano, 2021), además hay mecanismos atencionales involucrados como el *top-down*, que permite controlar la atención visuoespacial (Ramírez-Villegas, 2010; Corbetta, 2002; Petersen, 2012), el cual será descrito posteriormente. El propósito de este estudio, en el caso de la atención, no es separar cada componente que contribuya a dicho mecanismo, sino más bien se considera que todos estos componentes se encuentran modulando al mismo tiempo en el proceso de atención visual.

1.2 MOVIMIENTOS OCULARES

Cuando un sujeto observa una escena o una imagen se valdrá de una serie de movimientos oculares para explorar. Existen tres tipos de movimientos oculares: los movimientos sacádicos, las microsacadas y las fijaciones (Fooker, 2021). Tanto las fijaciones como las sacadas no se producen de manera azarosa, sino que los

movimientos oculares siguen patrones exploratorios (Buswell, 1935; Yarbus, 1967). Estos patrones varían según la tarea que se le pida al sujeto, es decir, de acuerdo al objetivo actual del observador. Debido a este descubrimiento los movimientos oculares comenzaron a ser considerados como una herramienta para inferir estados o etapas de procesos mentales que se llevan a cabo durante tareas de observación de imágenes, pero de manera “intangible”, tales como: la atención (Itti & Koch, 2000; Reichle, 2003; Wang, 2009), la familiaridad (Gilchrist, 2000; Kafkas, 2012), la emoción (Allard, 2010), la teoría de la mente (Hoehl, 2009), entre otros. Estos factores contribuyen en la observación de un punto específico, un objeto u otro estímulo en una escena natural cuando miramos.

En este estudio se evaluó el comportamiento de las fijaciones frente a diversos estímulos visuales presentados en una tarea de exploración libre. Una fijación consiste en mantener fijos los globos oculares principalmente en los detalles de una escena (objetos y sus formas, color, entre otras), siendo este el periodo donde ocurre la asimilación de la información visual (Van Diepen & D’Odwalle, 2003; Pool, 2009). Los individuos realizan entre 3 a 4 fijaciones por segundo en una exploración visual, la duración media de una fijación durante la visualización de una escena es de 330 ms., aunque existe una gran variabilidad en torno a esta medida tanto dentro de un individuo como entre individuos (Martínez-Conde, 2004; Tatler, 2005).

Para que se pueda llevar a cabo el reconocimiento de estímulos visuales, se requiere la supresión activa del movimiento del ojo cuando se está mirando un objeto de interés, la que ocurre fijando la mirada de una manera relativa y permanente

mientras se realiza la obtención de la información visual por parte de la retina que se encuentra en los globos oculares. Posteriormente de haber realizado dicha fijación los globos oculares se mueven rápidamente, movimientos que se denominan “sacadas”, que permite que el eje del globo ocular se movilice a un nuevo punto de interés donde se va a realizar una nueva fijación (Van Diepen & D’Odewalle, 2003). Cabe destacar que existe una asociación entre la percepción de objetos visuales con los lugares de fijación de la mirada, es decir, las regiones estudiadas se condicen con lugares de importancia dentro de una imagen, denominadas “regiones de interés”, las cuales en gran parte de las ocasiones se correlacionan con la aparición de estas regiones dentro de una escena natural (Berger, 2011; McCamy, 2014).

1.3 ATENCIÓN VISUAL

Al enfrentarse al mundo visual existe una gran cantidad de información a la que es sometido un sujeto. Una persona a pesar de estar expuesta a una gran cantidad de estímulos, de todas formas, experimenta una relativa comprensión del mundo visual. Este proceso requiere discriminar y seleccionar información relevante de la irrelevante, en esto es clave la atención (McDowd, 2007).

La atención visual es el proceso que convierte mirar (acto sensorial), en ver (comprender lo que se mira) (Driver, 2001). Es decir, ignorar la información que no es relevante, permite atender e interpretar las partes relevantes de lo que se observa. La atención permite procesar selectivamente la gran cantidad de información visual a la que se enfrenta un individuo, este proceso se logra al centrarse en una determinada

ubicación u objeto de la escena visual, es decir, prioriza algunos aspectos de la información e ignora otros (Carrasco, 2011). Es importante mencionar que la influencia de la atención en la observación visual posee un papel preponderante del punto de vista de la selectividad de estímulos relevantes, lo que resulta en la construcción de un mundo visual influido por la relevancia conductual de la información a expensas de una descripción precisa y completa del mismo (Treue, 2001).

A la hora de categorizar la atención visual se han descrito tres tipos principales:

- Atención **espacial**, que puede ser **abierta** cuando un observador mueve sus ojos a una ubicación relevante y el foco de atención coincide con el movimiento de los ojos, o **encubierta** cuando la atención se despliega en lugares relevantes, pero sin que los movimientos oculares se dirijan a esos lugares que son relevantes para el observador.
- Atención **basada en características**, que se puede implementar de forma abierta o encubierta en aspectos específicos de los objetos en el entorno (color, orientación o dirección del movimiento), independientemente de su ubicación.
- Atención **basada en objetos**, en la que la atención es influenciada o guiada por la estructura de un objeto como un todo.

Al enfocarse en diferentes tipos de información, estos tipos de atención optimizan nuestro procesamiento visual. Mientras la atención espacial guía a un observador a

una ubicación particular, la atención basada en características guía a un observador a características particulares en una escena visual (Olson, 2001; Scholl, 2001).

Existen diferentes mecanismos de control involucrados a la hora de seleccionar un estímulo en desmedro de otros, los cuales ayudan a identificar lo que me es relevante en una escena visual y lo que no, dependiendo del contexto y el objetivo planteado a la hora de ir a seleccionar una información determinada con el fin de que me permita realizar una construcción del ambiente en el cual nos encontramos. Estos mecanismo de control se han descrito de la siguiente forma (Figura 2 y 3):

- El primero es conocido como procesamiento atencional **bottom-up** o proceso de preatención dependiente de la prominencia de los objetos e independiente de la tarea, es un mecanismo de reorientación (Ramírez-Villegas, 2010; Corbetta, 2002; Petersen, 2012).
- El segundo es conocido como procesamiento **top-down** o proceso de atención, mucho más lento que el mecanismo anterior, controlado por la voluntad, por lo tanto, dependiente de la tarea específica en ejecución (Ramírez-Villegas, 2010; Corbetta, 2002; Petersen, 2012).

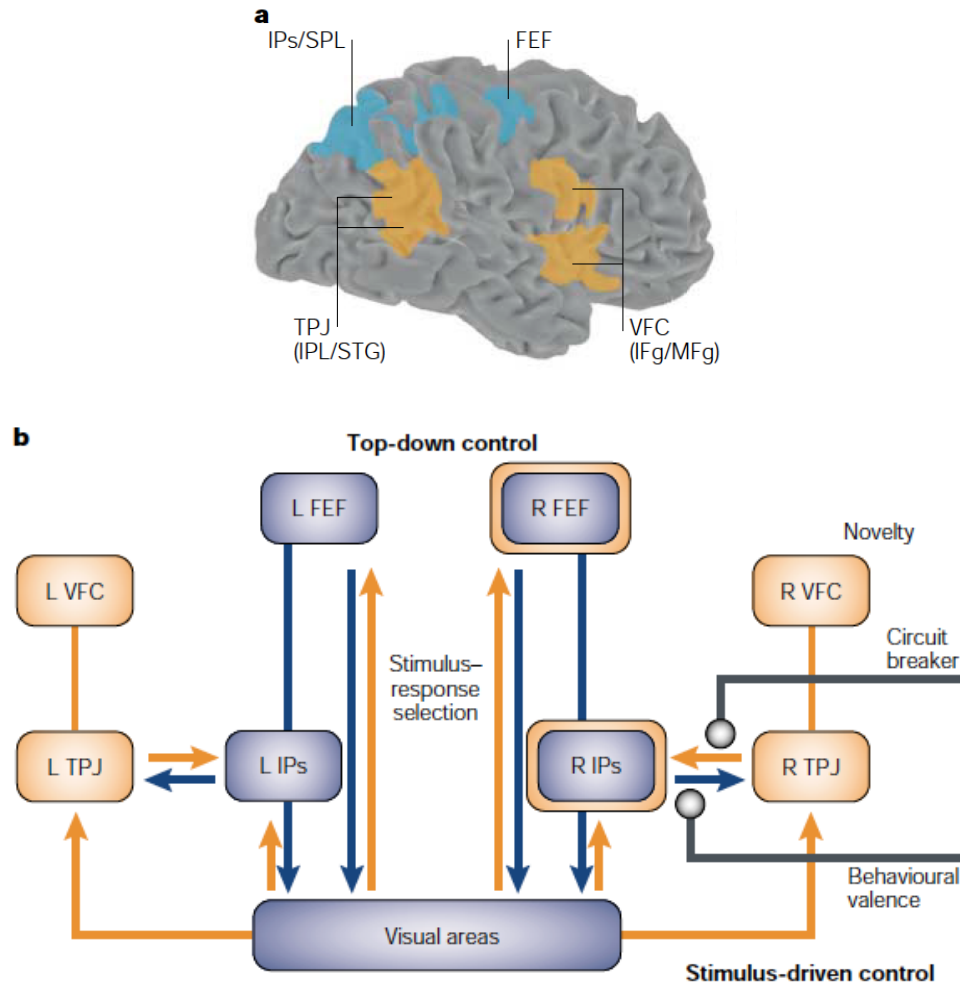


Figura 2. Modelo neuroanatómico del control de la atención. (a) Las áreas en azul indican la red frontoparietal dorsal. FEF, campo ocular frontal; IPs/SPL, surco intraparietal/lobulillo parietal superior. Las áreas en naranja indican la red frontoparietal ventral impulsada por estímulos. TPJ, unión temporoparietal (IPL/STG, lobulillo parietal inferior/giro temporal superior); VFC, corteza frontal ventral (IFg/MFg, giro frontal inferior/giro frontal medio). (b) Modelo anatómico de control *top-down* dirigido por estímulos. La red IPs-FEF está involucrada en el control *top-down* del procesamiento visual (flechas azules). La red TPJ-VFC está involucrada en el control impulsado por estímulos (flechas naranjas). Los IP y FEF también están modulados por el control impulsado por estímulos. Las conexiones entre el TPJ y los IP interrumpen el control *top-down* en curso cuando se detectan estímulos desatendidos. La relevancia del comportamiento está mediada por conexiones directas o indirectas (no mostradas) entre los IP y TPJ. El VFC podría estar involucrado en la detección de novedades. L, izquierda; R, derecha

(Corbetta, 2002).

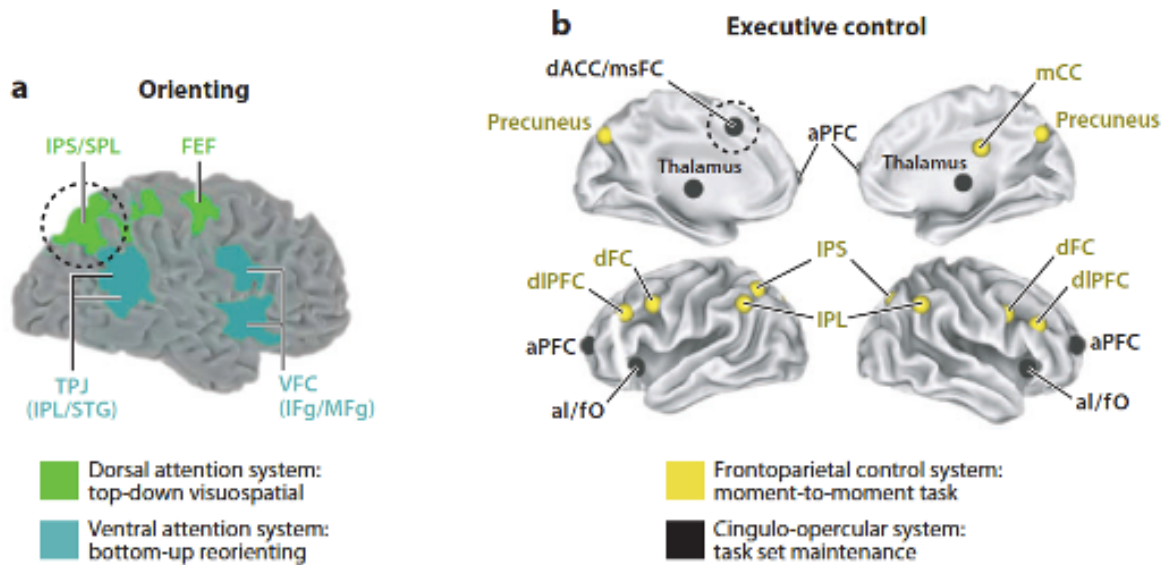


Figura 3. (a) Redes de orientación dorsal y ventral (según Corbetta 2002). La red de atención dorsal (verde claro) consta de campos oculares frontales (FEF) y el surco intraparietal/lobulillo parietal superior (IPS/SPL). La red de atención ventral (verde azulado) consta de regiones en la unión temporoparietal (TPJ) y la corteza frontal ventral (VFC). **(b) Dos redes del sistema de control ejecutivo.** La región encerrada en un círculo indica el miembro original del sistema de control ejecutivo de Posner & Petersen (1990). Las regiones restantes provienen de la elaboración del sistema cingulo-opercular original (negro) y la adición del sistema frontoparietal (amarillo) (adaptado de Dosenbach et al. 2007).

De acuerdo a la tarea realizada en este estudio, en la que los participantes exploraron libremente imágenes, que en un principio eran nuevas y después eran conocidas debido a que se les volvían a mostrar las mismas en el mismo orden; por el hecho de haber sido expuesta una persona a una imagen donde aparece uno o más objetos que le llamen la atención ¿Podrá generar que se focalice la atención en esos mismos objetos vistos previamente si estos son expuestos nuevamente en otra escena visual?.

Para dar una respuesta a la pregunta anterior, Underwood (2008), realiza un experimento en el cual expone a sujetos de prueba a varios estímulos donde se encuentran dos imágenes casi idénticas de escenas naturales de forma paralela (Figura 4), las cuales tienen objetos en un contexto en particular.



Figura 4. Un ejemplo de un par de imágenes presentadas en el experimento, con las fijaciones de los ojos de un espectador superpuestas a la imagen. Los círculos representan fijaciones. La primera fijación se hizo a un marcador en el centro de la pantalla, entre las dos imágenes, y el participante luego hizo dos fijaciones en la imagen de la derecha, una de las cuales estaba lo suficientemente cerca al objeto incongruente (una lata de tomates) para ser considerado como una fijación de objeto. Luego se hizo un movimiento sacádico a la imagen de la izquierda a la región de la imagen correspondiente a la región donde habría estado la lata de tomate. La decisión se tomó poco después de fijar esta región (Underwood, 2008).

En una de las dos imágenes se encuentra un objeto descontextualizado, el cual él denominó “incongruente”, este objeto se utilizó como un distractor atencional, por el hecho de que no reunía las características para ser considerado como un objeto perteneciente al contexto mostrado. El sujeto de estudio comenzaba mirando un punto

de fijación central, luego debía ir en búsqueda del objeto que no pertenecía al contexto al cual fue expuesto anteriormente y posterior a ello se evaluaba con un rastreador ocular hacia dónde dirige su mirada a la hora de ir a ver nuevamente la misma imagen (pero sin el objeto puesto en ella), para determinar si su mirada la dirige hacia objetos nuevos (objetos donde no había hecho fijaciones oculares anteriormente) o directamente donde estaba el objeto incongruente que había visto previamente, las fijaciones realizadas coincidían en la imagen con el objeto incongruente versus la imagen donde no se encontraba dicho objeto. Los sujetos realizaron sus fijaciones en el objeto incongruente y luego se dirigían inmediatamente al lugar donde este podría encontrarse. Esto refiere que el hecho de haber sido expuesto a un objeto anteriormente, el individuo vuelve a colocar su atención al mismo objeto que ya había visto antes, ya que ese objeto llamó la atención de la persona debido a su descontextualización.

Respecto al concepto de atención usado en esta tesis, la consideramos como un proceso neurobiológico en el cual se destaca algo por sobre el fondo, es decir, se ocupan nuestros recursos cognitivos para procesar la actividad relacionada con un objeto en desmedro de otro. La atención tiene dos componentes importantes, mencionados anteriormente, un mecanismo *top-down*, es decir, por ejemplo, si una persona comienza a buscar sus llaves va a seleccionar objetos del mundo que se parezcan a las llaves, en cambio, el componente *bottom-up* principalmente está relacionado con la propiedades física del estímulo, lo que se denomina como la prominencia de los objetos. En este estudio cuando se haga alusión al concepto de atención visual, no se tiene acceso al mecanismo de *top-down*, pero si al de *bottom-*

up, entonces ¿cómo se tiene acceso al mecanismo de *bottom-up*?, la literatura menciona que el mecanismo atencional *bottom-up* depende de los objetos salientes (Katsuki, 2013). Por ejemplo, si una persona observa primero una imagen con objetos aislados como una cara, luego una manzana roja y luego otro objeto, los cuales los miró porque le llamaron la atención, uno esperaría que se mire en ese mismo orden los objetos cuando estos se encuentren incluidos en una escena natural, porque las propiedades físicas de los estímulos son idénticas entre una imagen y otra. Sin embargo, no hay plena coincidencia porque en las imágenes naturales podrían haber objetos u otras cosas más prominentes, pero al menos entre los objetos se debiera seguir el mismo orden. Respecto a las categorías mencionadas, es necesario dejar en claro que en el tipo de atención espacial se da por hecho en este estudio el uso de la atención abierta, es decir que, donde el sujeto realizó una fijación ocular es donde éste presta su atención visual.

1.4 FAMILIARIDAD VISUAL

La familiaridad es el mecanismo por el cual se retiene la información visual relevante y se suprime la información irrelevante, la que a posterior, dependiendo de la tarea, se vuelva a evocar de forma selectiva (Olivers, 2011; Gazzaley, 2012). El efecto de la familiaridad es el fenómeno en el que la búsqueda de un objetivo ya visto entre distractores no conocidos es más eficiente que la búsqueda de un objetivo no conocido entre distractores nuevos (Guo, 2021).

La familiaridad en la observación de un objeto está determinada por las

características visuales que al parecer son procesadas de forma automática e independiente de la cognición o de lo que demanda un objetivo visual propiamente tal y estas quedan alojadas en nuestra memoria para que luego dicha información relevante pueda ser utilizada a futuro durante una tarea (Olivers, 2011).

La familiaridad y el reconocimiento de objetos visuales es un fenómeno profundamente estudiado, considerado quizás como una de las principales funciones adaptativas de la visión. Este complejo proceso depende de las características innatas de nuestro cerebro, también depende de los efectos de la experiencia visual previa y en ese aspecto proporciona un maravilloso ejemplo de cómo el cerebro almacena y recupera la información en la memoria (Logothetis, 1996). El reconocimiento de objetos se lleva a cabo en la corteza visual de orden superior en monos y se centra en los correlatos neuronales de lo que se conoce como visión de alto nivel, caracterizada por la máxima tolerancia a la variación en las condiciones de visualización. Esta característica que a menudo se describe como invariancia, es indispensable para la exploración exitosa de los entornos naturales (DiCarlo, 2012; Cooke, 2015).

Reconocer a una persona o un objeto cuando se encuentran en un contexto diferente, es esencial para desarrollar las relaciones sociales y el conocimiento del mundo físico, por lo tanto, los efectos de un cambio de contexto, definido como cualquier característica que no es parte de la información “para ser recordada”, o las características que son irrelevantes o no pertinentes en un evento o escenario particular sobre la recuperación de la memoria, han sido ampliamente estudiados (Jones, 2011).

La capacidad de recuperar recuerdos a través de un cambio en las características contextuales codificadas en la memoria se ha caracterizado como flexibilidad representacional, y se desarrolla durante el periodo de la infancia (Richmond & Nelson, 2007). En el cerebro maduro, se cree que la flexibilidad de representación es una característica fundamental de las representaciones de memoria codificadas y recuperadas a través del hipocampo y sus conexiones con el sistema de memoria del lóbulo temporal medial (Sauvage, 2008).

Diversos estudios avalan la contribución de la familiaridad en el reconocimiento de objetos por parte de los sujetos previamente expuestos durante una tarea de exploración visual y que posteriormente reconocen el mismo objeto embebido entre otros distractores. Uno de ellos es el realizado por Olivers (2011), en cuyo estudio se le presentó a los sujetos un círculo con un color determinado, en el siguiente estímulo se les presenta ese mismo círculo entre muchos otros de diferente color y además se le agrega una figura de contorno diferente (un diamante), luego se les presenta nuevamente varios círculos con diferentes diseños (Figura 5). Su investigación arrojó que los sujetos realizan cerca de un 70% de sus fijaciones en el círculo que fue presentado la primera vez en desmedro de los círculos nuevos. En conclusión, el hecho de haber tenido contacto visual previo con ese objeto, lo volvió a ver nuevamente.

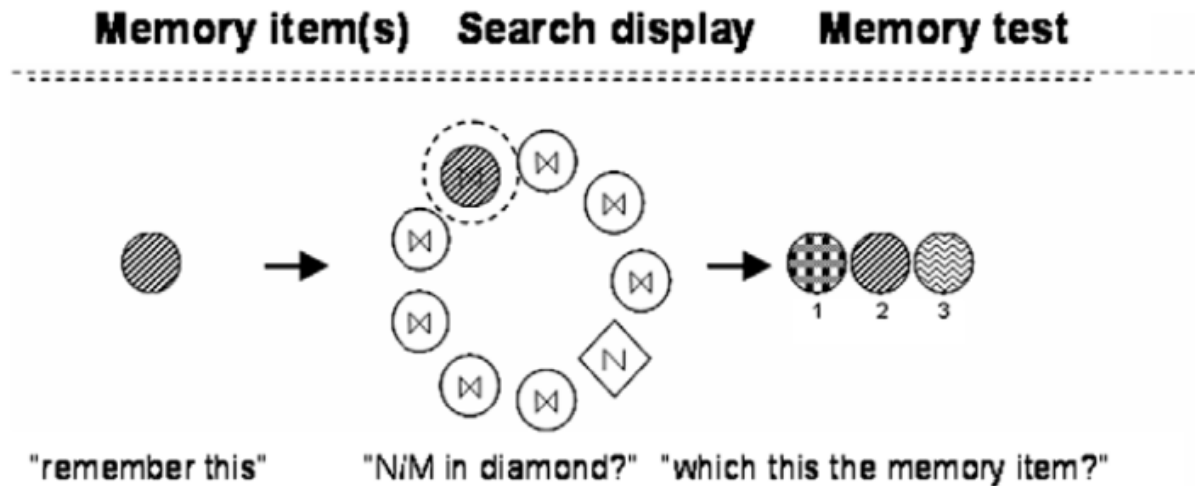


Figura 5. Ejemplo de prueba realizada por Olivers (2011) en su experimento.

El hecho de familiarizarse con objetos o una imagen previamente ¿Se vuelven a mirar los mismos objetos e imágenes presentados y en el mismo orden que se vieron por primera vez o se realiza con un orden diferente?. Warden & Miller (2010) realizaron un experimento en el cual los sujetos de estudio son expuestos a ver diferentes imágenes. Primero se les presenta un punto de fijación de 1000 ms., posterior a ello un estímulo durante 500 ms., luego un punto de fijación de 1000 ms. y nuevamente un estímulo durante 500 ms., pero con una imagen diferente a la anterior (Figura 6). Al finalizar se les muestra las dos imágenes vistas previamente más una completamente nueva en un solo estímulo. El estudio arrojó que los sujetos dirigieron su mirada en el estímulo donde se encuentran las tres imágenes, en el siguiente orden: primero dirigieron su mirada a la primera imagen que habían sido expuestos, luego a la segunda imagen que fueron expuestos en estímulos anteriores. Por lo cual, el haberse familiarizado con los objetos vistos anteriormente al último estímulo, los volvían a mirar, y además, los veían en el mismo orden con que los habían visto cuando se les

presentaron por primera vez.

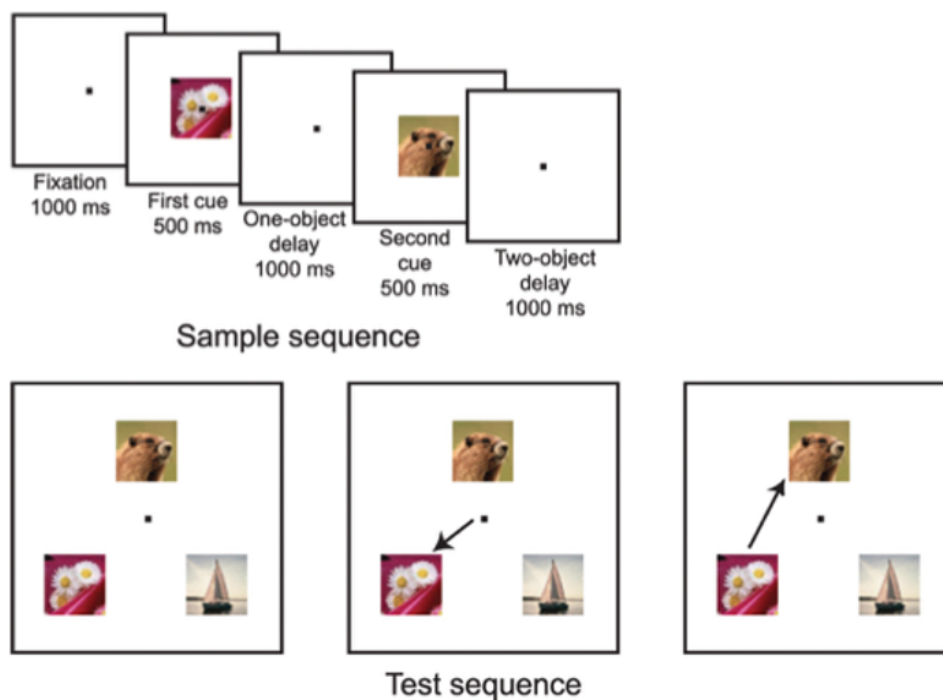


Figura 6. Ejemplo de la prueba realizada por Warden & Miller (2010) en su experimento.

Houtkamp (2006) realiza un experimento similar al de Olivers (2011), donde se expone a los sujetos frente a un punto de fijación en una pantalla durante 600 ms., luego se le presenta un estímulo con un fondo blanco por 2000 ms. que contiene dos figuras, posterior a ello nuevamente se les presenta un punto de fijación, pero esta vez de 1000 ms. y por último, nuevamente se les presenta un estímulo con 6 figuras donde aparece entre ellas la figura que se encontraba a la derecha en el primer estímulo presentado. En el siguiente estímulo, vuelve a presentar 6 figuras, pero ahora se encuentran entre ellas las dos figuras que fueron presentadas en el primer estímulo (Figura 7). Los resultados del estudio arrojaron que los sujetos realizaron la búsqueda de las primeras figuras en los subsecuentes estímulos, por lo cual un alto porcentaje de miradas fueron realizadas en los estímulos ya vistos por sobre los objetos nuevos.

Se puede concluir que, el hecho de ser expuesto (estar en contacto, familiarizarse) a objetos o figuras que se encuentran aislados y luego ver imágenes donde esos objetos son presentados entre otros distractores, gran parte de los sujetos realizaron o focalizaron su mirada (fijaciones) en los objetos vistos anteriormente, por lo cual, la familiaridad estaría modulando el comportamiento de las fijaciones a lo largo de la tarea, aun así, no tenemos claro si la familiaridad y la atención están actuando a la par o de manera individual en este tipo de tareas. Por lo tanto, ¿tendremos la misma respuesta si se les presentan objetos aislados a un individuo y luego se le presentan esos mismos objetos en una escena natural al realizar una exploración visual libre?

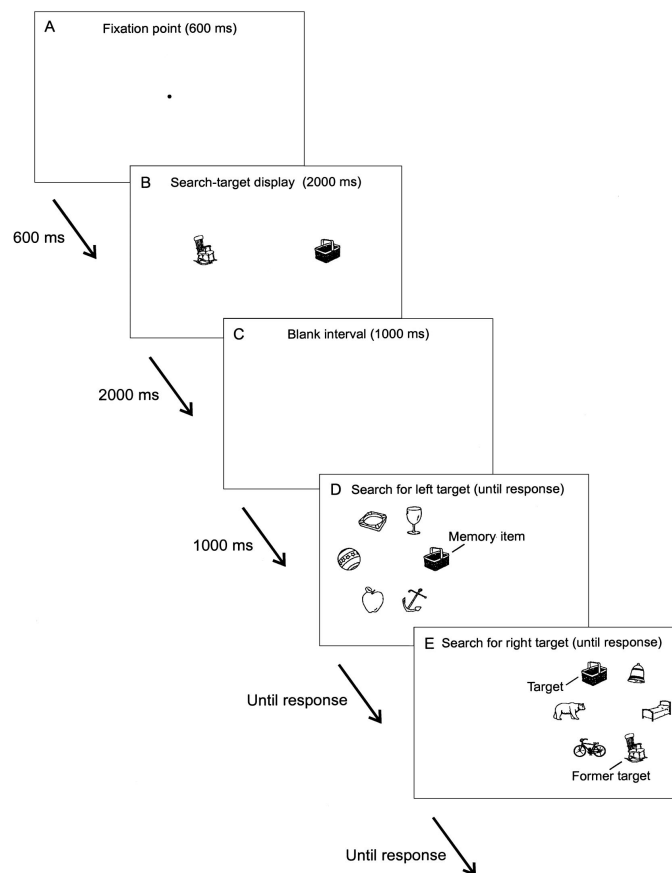


Figura 7. Ejemplo de la prueba realizada por Houtkamp (2006) en su experimento.

En resumen, varios estudios apuntan a que estos dos factores modulan de manera

diferenciada la exploración visual (Underwood, 2008; Olivers, 2011; Warden & Miller, 2010; Houtkamp, 2006). Por lo tanto, no se tiene claridad respecto a si la atención y la familiaridad son mecanismos que participan en la exploración visual de forma simultánea o diferencialmente. En este trabajo se realizó un estudio de análisis de fijaciones oculares sobre escenas visuales tipo naturales, definidas como imágenes de ambientes naturales o cotidianos, para determinar la contribución de la atención y la familiaridad en una exploración libre de escenas naturales.

2. HIPÓTESIS

La atención y la familiaridad visual modulan diferencialmente la secuencia de fijaciones oculares en la exploración libre de escenas naturales.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar la contribución de la atención y la familiaridad en la conducta visual en la observación libre de escenas naturales.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Organizar una base de datos que relacione la atención y la familiaridad en la observación libre de escenas naturales.
- 2) Determinar la contribución de la familiaridad en la conducta visual en la observación libre de escenas naturales.
- 3) Determinar la contribución de la atención en la conducta visual en la observación libre de escenas naturales.
- 4) Contrastar la contribución de la atención y la familiaridad en la conducta visual en la observación libre de escenas naturales.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 COMITÉ DE ÉTICA

Los datos utilizados en este estudio fueron recolectados en un trabajo previo en el Laboratorio de Neurosistemas de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile (Loyola, 2015), por lo que la parte experimental y los registros fueron aprobados por el comité de ética de la Facultad (Anexo 1). Todos los participantes fueron informados sobre el proceso al que fueron sometidos y debieron firmar el documento de consentimiento informado antes de realizar el registro, el cual contiene información detallada acerca del estudio (Anexo 2). Se complementó la información de forma verbal por parte de la investigadora y se informó acerca de la posibilidad de suspender el registro en caso de que el sujeto lo hubiese solicitado.

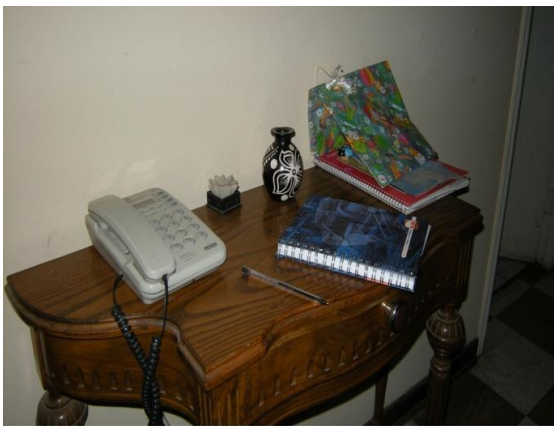
4.2 MATERIALES Y MÉTODOS

4.2.1 Sujetos de estudio y estímulos

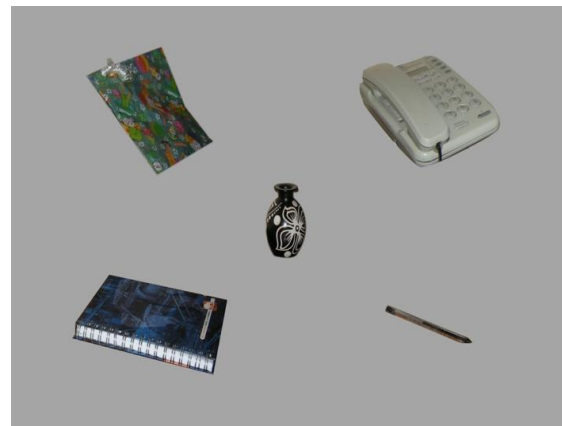
Se reclutaron un total de 20 individuos adultos todos alumnos de pre y postgrado pertenecientes a la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile, con un rango de edad entre 19 a 38 años. Los individuos poseían visión normal o corregida y ninguno contaba con conocimiento previo de la prueba en la que participó.

Los estímulos de prueba utilizados fueron 28 imágenes (14 imágenes tipo “escena

mosaico” y 14 imágenes tipo “escena natural”) (Anexo 3). Cada imagen se constituyó por escenas naturales (Figura 8. a) y objetos extraídos de estas mismas para formar las escenas tipo mosaico (Figura 8. b), que fueron tomadas específicamente para su uso en este estudio con una cámara fotográfica Nikon Coolpix de 8.1 megapíxeles. Para crear el set de escena mosaico, se escogieron cinco objetos (objetos de interés) de cada una de las escenas naturales, se recortaron y se dispusieron sobre un fondo gris. En promedio, los objetos de interés fueron de 5,8° visuales de diámetro.



a)



b)

Figura 8. Estímulos de prueba. a) imagen tipo escena natural; b) imagen tipo escena mosaico, (los objetos de b) fueron extraídos de a)).

4.2.2 Procedimientos

Se ubicó un monitor de resolución 1080p a una distancia de 72 cm. del individuo con imágenes de 1024x768 píxeles, por lo cual las imágenes abarcan 45° visuales horizontales y 26° verticales, con aproximadamente 22 píxeles por grado visual, cuyo orden de presentación entre cada sujeto fueron determinados pseudoaleatoriamente (Figura 9).

Se instruyó a los participantes para que exploren libremente cada una de las imágenes y se registraron los movimientos oculares mediante un rastreador (*Eye-Tracker*) modelo EyeLink 1000 Desktop (SR Research Ltd., Mississauga, Ontario, Canadá) ubicado en el Laboratorio de Neurosistemas de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile (Figura 9 y 10). Este sistema de rastreo se basa en el análisis a alta velocidad de las imágenes adquiridas a través de una cámara. Estas imágenes contienen la información de la posición de la pupila y la reflexión corneal, adquirida por una cámara infrarroja (Figura 10 y 11). Este sistema presenta una alta resolución temporal y espacial, con una tasa de muestreo de 500 Hz y con un ruido de posición menor a $0,01^\circ$. Se realizaron tres calibraciones por sujeto (una al inicio de cada bloque). Lo que arrojó un modelo predictivo, a través del muestreo de las imágenes producidas cuando el sujeto fijaba sucesivamente cinco puntos de localización conocidos y dispuestos en la pantalla. Posteriormente esta información predictiva se evalúa a través del proceso de validación, donde el sujeto fija nuevamente los cinco puntos de localización conocida. Esto entrega un error de calibración o error de predicción, que equivale a la diferencia entre la posición de la mirada predicha y la muestra tomada en la validación. En este estudio el error de calibración promedio se mantuvo menor a 1° visual (20 individuos, media = 0.35° , DS = 0.13°).



Figura 9. Esquema del sistema Eye-Tracker, modelo EyeLink 1000. El sistema cuenta con una pantalla, una cámara infrarroja, un emisor de luz infrarroja y un soporte para mantener la cabeza estática durante el experimento.

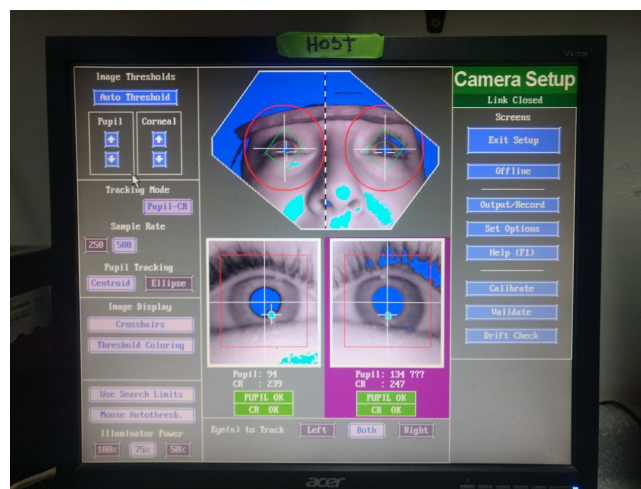


Figura 10. Ejemplo del computador de registro del sistema EyeLink 1000. Se puede observar el comportamiento de ambos ojos, además de variar diferentes parámetros como la tasa de muestreo, luminosidad, monocularidad o binocularidad, entre otros.

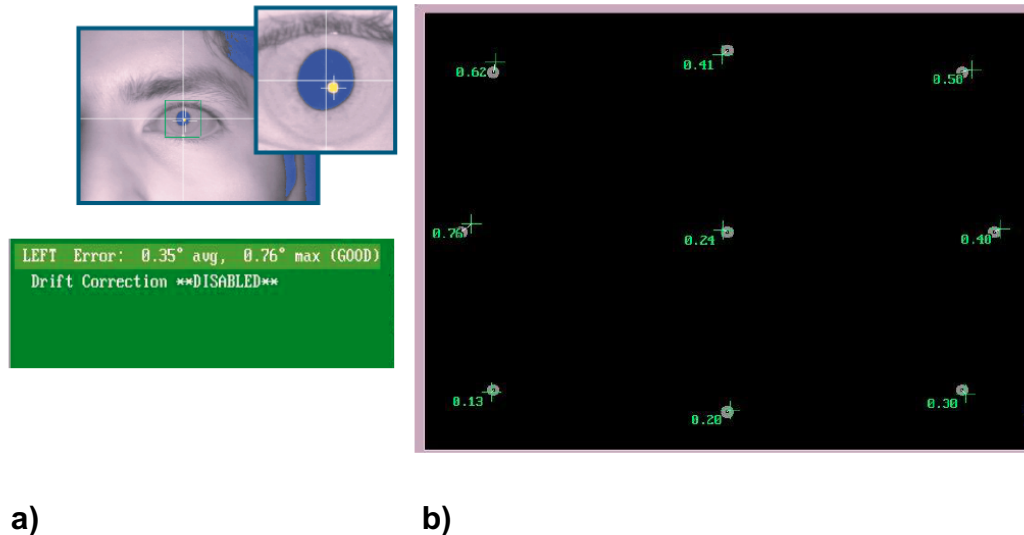


Figura 11. Sistema de rastreo ocular. Se muestran ejemplos tomados de los registros realizados. a) muestra cómo se visualiza el rastreo de la pupila y el reflejo corneal. b) ejemplo de calibración (puntos blancos) y validación (cruces verdes). Se muestran los errores de calibración punto a punto (números en la imagen negra) y error promedio (texto en el recuadro verde).

A cada individuo se le presentaron tres bloques de veintiocho imágenes cada uno, que fueron mostradas de forma pseudoaleatoria entre los sujetos. En cada bloque las imágenes fueron ordenadas de forma alternada y ese orden se repitió en los tres bloques para cada individuo, cada ensayo correspondía primero, a una imagen escena mosaico y luego a una imagen escena natural (Figura 12). No necesariamente en cada ensayo, los objetos de la imagen mosaico se corresponden inmediatamente con su imagen de escena natural donde están incluidos, incluso podían pasar varios ensayos antes de aparecer su respectiva escena natural. Cabe destacar que, si bien la presentación del tipo de imagen (escena mosaico o escena natural) fue preestablecido, las imágenes que aparecieron en cada ensayo fueron azarosas. En los tres bloques, para cada ensayo se presentó:

- Una cruz de fijación durante 500 ms. seguido de un intervalo interestímulo de 500 ms.
- El estímulo de prueba fue de 6000 ms. correspondiente a una escena mosaico.
- Una cruz de fijación durante 500 ms. seguido de un intervalo interestímulo de 500 ms.
- El estímulo de prueba fue de 6000 ms. correspondiente a una escena natural.

Entre los bloques (cada catorce ensayos) se realizó un *drift-correct*, que corresponde a una autocorrección del desplazamiento de la mirada respecto a la calibración previamente realizada. Cada sujeto observó un total de ochenta y cuatro imágenes durante el experimento.

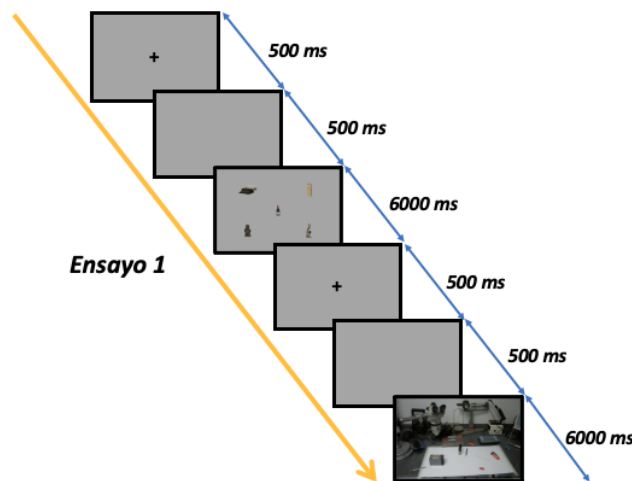


Figura 12. Estructura de la tarea. Ejemplo de ensayo, cada uno de los tres bloques presentados contenían catorce ensayos ordenados azarosamente.

4.3 ANÁLISIS DE DATOS

Los datos registrados se encontraban en formato ASCII. A partir de la base de datos, se ordenaron las imágenes tipo mosaico y tipo escena natural de acuerdo a como se le presentaron a cada individuo durante la prueba. En cada una de las imágenes se les insertó una circunferencia de 4° visuales de diámetro orientados de acuerdo a un punto central para cada objeto de interés usando coordenadas X e Y (Anexo 4), ya que, por la naturaleza de las imágenes, en algunos casos las fijaciones oculares se encontraban dentro de dos objetos de interés, para evitar aquello se determinó que cada circunferencia que engloba un objeto no tuviera un radio mayor a 2° visuales. Respecto a la medida establecida de la circunferencia que engloba los objetos, en la tesis de Iván Plaza realizada el año 2016, indica que la agrupación de las microsacadas y fijaciones realizadas por los sujetos fue independiente del tamaño de los objetos percibidos, manteniendo el tamaño absoluto de la agrupación al escalar las imágenes de estímulo, debido a ello se utilizó la aproximación de 4° visuales de diámetro para cada objeto de interés (Plaza, 2016) (Figura 13).



a)



b)

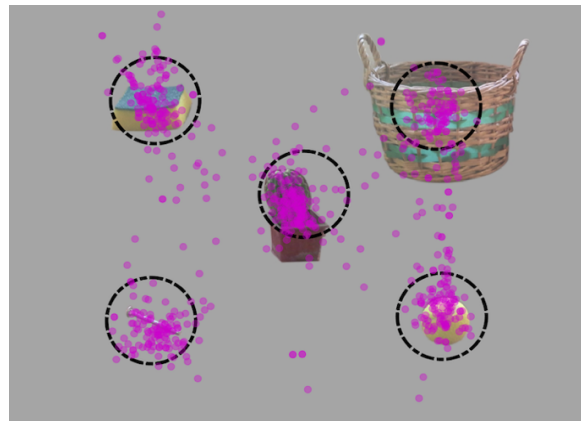
Figura 13. Método utilizado para identificar las fijaciones. a) en esta imagen tipo escena natural se

pueden observar las circunferencias establecidas con un radio de 2° visuales para evitar que una fijación estuviera dentro de dos objetos. b) circunferencias establecidas en una imagen tipo escena mosaico.

Una vez establecidas las circunferencias en los objetos de interés, se procedió a realizar la adquisición de la cantidad de fijaciones que se realizaron en cada objeto de acuerdo a como se fueron presentando las imágenes durante la tarea (Figura 14).



a)



b)

Figura 14. Fijaciones realizadas por un sujeto en ambos tipos de escenas.

Se realizó la búsqueda de la cantidad de fijaciones en cada uno de los objetos de interés, en los periodos de tiempo donde se presentaron los estímulos para cada ensayo. Los cuales fueron realizados de la siguiente manera: a partir de los 1000 ms. hasta los 7000 ms. en la imagen tipo escena mosaico y desde los 8000 ms. hasta los 14000 ms. en la imagen tipo escena natural. Cada fijación se reporta con su posición X e Y y con un dato lógico si se encuentra dentro de un objeto rodeado por una circunferencia con 2° de radio visual. Los datos adquiridos fueron tabulados en un archivo Excel, en el que se consideró el número de cada individuo, su bloque correspondiente, si apareció primero la escena natural o la escena mosaico respectiva,

las coordenadas de las fijaciones y las fijaciones realizadas en cada uno de los objetos de las escenas mosaicos y de las escenas naturales.

Entendiendo que la atención en sí es un proceso de selección de estímulos que va a establecer una secuencia de mirada. Para efectos de este estudio la atención visual se traduce en qué secuencia se miraron los objetos, la selección implica una cierta jerarquía, por ende, se midió el orden en que los sujetos miraron los objetos, tanto en la escena mosaico, como en la escena natural en ambas condiciones (Warden & Miller, 2010; Underwood, 2008). Se denomina condición A cuando apareció primero la escena mosaico y luego su respectiva escena natural y se denomina condición B cuando apareció primero la escena natural y luego su respectiva escena mosaico. Para determinar la contribución de la atención en la exploración visual, se procedió a contar el número de coincidencias que hubo entre ambos tipos de escenas para ambas condiciones. Una vez obtenido este dato se procede a comparar entre la condición A y la condición B. Si la atención modula fuertemente la mirada uno debería esperar que se repita la secuencia entre la escena mosaico y la escena natural y la cantidad de coincidencias sea notoriamente más alta entre una condición y otra. Mientras más coincidencias existan, con mayor énfasis está modulando la atención. Cada vez que se encontró una coincidencia se le designaba un punto.

Los datos fueron procesados en el software GraphPad Prism 8 para determinar si existían diferencias significativas entre la condición A y la condición B respecto a la contribución de la atención en la tarea realizada. Una vez obtenidos los datos (número de coincidencias) se tabuló en un archivo Excel el promedio de coincidencias que

obtuvo cada individuo. Para ello se aplicó un test de normalidad (Shapiro-Wilk test y Kolmogorov-Smirnov), lo cual arrojó que los datos en el caso de la condición A se comportaron de manera no normal. En vista de lo antes expuesto, se decidió aplicar una prueba de Wilcoxon para comparar entre ambas condiciones.

La familiaridad es el mecanismo por el cual se retiene la información visual relevante y se suprime la información irrelevante, la que a posterior, dependiendo de la tarea, se vuelva a evocar de forma selectiva (Olivers, 2011; Gazzaley, 2012). Por lo tanto, no importa el orden ni cuantas veces miren cada objeto, sino qué objetos han sido previamente vistos globalmente en las escenas mosaicos van a ser más vistos en una escena natural o viceversa. Si un individuo ha sido expuesto a observar algunos objetos y la familiaridad impacta en la exploración de dichos objetos, se debería esperar que haya un mayor porcentaje de fijaciones en los objetos que ya vio versus los objetos nuevos (Houtkamp, 2006; Warden & Miller, 2010; Olivers, 2011). Para el caso de las escenas de tipo mosaico, como se mencionó anteriormente, no importa cuantas veces miró los objetos en dicha escena porque por el solo hecho de mirar la escena los objetos ya le son familiares. Resulta obvio indicar que la expectativa en ese caso va a ser que la mayoría de las fijaciones sea en los objetos aislados. Para determinar la familiaridad se cuantificó el porcentaje promedio de las fijaciones que realizó cada individuo sobre los objetos que ya habían visto, mientras mayor es ese porcentaje de fijaciones, mayor va a ser el impacto de la familiaridad.

Los datos fueron procesados en el software GraphPad Prism 8 para determinar si existían diferencias significativas entre las escenas naturales cuando ocurría la

condición A versus las escenas naturales cuando ocurría la condición B. Una vez obtenidos los porcentajes promedios de cada individuo para las escenas naturales se tabularon en un archivo Excel. Para ello se aplicó un test de normalidad (Shapiro-Wilk test y Kolmogorov-Smirnov), lo cual arrojó que los datos en ambas condiciones se comportaron de manera normal. Por lo cual, se decidió aplicar una prueba de t para comparar el porcentaje de fijaciones en las escenas naturales en ambas condiciones.

Para determinar si la contribución de la atención y la familiaridad aumentaba, se mantenía o disminuía en el tiempo, se expuso a cada uno de los individuos a realizar una observación libre de imágenes mosaicos e imágenes naturales en tres bloques como fue mencionado en el apartado 4.2.2. Para cada uno de los factores involucrados se realizó una comparación entre los tres bloques. Si la contribución de cada uno de los factores en el transcurso del tiempo tiene cambios significativos podemos determinar que modulan de forma diferenciada la exploración visual de una escena natural, de lo contrario estos componentes podrían modular de manera simultánea la exploración visual de una escena.

Los datos fueron procesados en el software GraphPad Prism 8 para determinar lo anteriormente descrito. En el caso de la atención se aplicó un test de normalidad el cuál arrojó que los datos no se comportan de manera normal, por lo cual, se aplicó un Friedman test. En el caso de la familiaridad se aplicó un test de normalidad el cuál arrojó que los datos se comportan de forma normal, por lo tanto, se aplicó un ANOVA.

5. RESULTADOS

Con la finalidad de demostrar que los procesos de atención y familiaridad visual modulan diferencialmente la secuencia de las fijaciones oculares, en este estudio se planteó analizar la contribución de la atención y la familiaridad en la conducta visual en observación libre de escenas naturales. Se ubicó a los sujetos frente a una pantalla para observar imágenes donde se encontraban objetos aislados y luego esos mismos objetos embebidos en una escena natural (condición A) o viceversa (condición B) con el fin de determinar el comportamiento o la conducta visual frente a los diversos estímulos presentados.

5.1 DESCRIPCIÓN DEL COMPORTAMIENTO VISUAL

5.1.1 CONTRIBUCIÓN DE LA ATENCIÓN

Para determinar la contribución de la atención en la tarea descrita en el apartado 4.2.2, se contó la cantidad de coincidencias que hubo entre las escenas mosaicos y las escenas naturales en las condiciones A y B.

En el caso de la condición A para las escenas naturales la cantidad promedio de coincidencias fue de 8 (SD \pm 3,3). Para evaluar si su distribución era de carácter normal se aplicó un test de normalidad de Shapiro-Wilk y de Kolmogorov-Smirnov, el cual arrojó que los datos se comportaron de manera no normal (Gráfico 1). Se puede observar que el número de coincidencias en al menos tres sujetos fue superior a 10,

el comportamiento del resto de los sujetos fue similar.

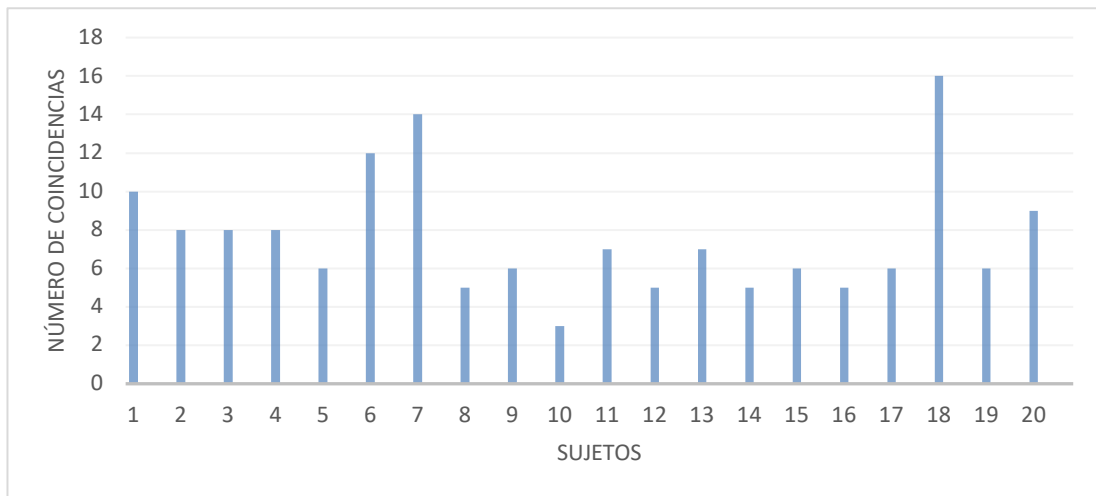


Gráfico 1. Número de coincidencias. Distribución de la cantidad promedio de coincidencias por sujeto cuando primero apareció la escena tipo mosaico y luego la escena tipo natural.

En el caso de la condición B para las escenas naturales la cantidad promedio de coincidencias fue de 8 (SD \pm 2,8). Para evaluar si su distribución era de carácter normal se aplicó un test de normalidad de Shapiro-Wilk y de Kolmogorov-Smirnov, el cual arrojó que los datos se comportaron de manera normal (Gráfico 2). Se puede observar que a diferencia de la condición A, antes descrita, al menos cuatro sujetos superaron las 10 coincidencias. Aun así, el promedio de coincidencias tanto para la condición A como para la condición B fue de 8 coincidencias.

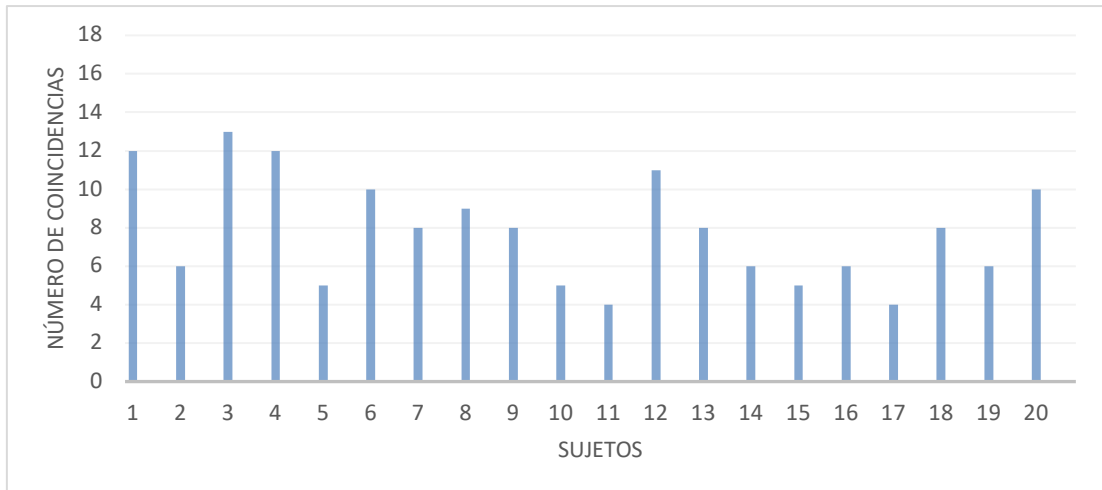


Gráfico 2. Número de coincidencias. Distribución de la cantidad promedio de coincidencias por sujeto cuando primero apareció la escena tipo natural y luego la escena tipo mosaico.

Estos resultados implican que no es relevante el orden en que se presentan las imágenes ni la distancia en que se encuentra una escena mosaico con su respectiva escena natural, la atención estaría modulando de la misma forma en cada condición presentada.

5.1.2 CONTRIBUCIÓN DE LA FAMILIARIDAD

Para determinar la contribución de la familiaridad en la tarea descrita en el apartado 4.2.2, se contó el porcentaje de fijaciones que hubo en las escenas naturales en las condiciones A y B. Las escenas de tipo mosaico no fueron consideradas debido a que como los objetos se encontraban aislados con un fondo gris, el sujeto por razones obvias iba a realizar la mayoría de las fijaciones en los objetos, ya que no tenía más objetos ni otros distractores para contrastarlos (para la condición A el porcentaje de fijaciones en las escenas mosaicos fue de 76% y la condición B de 77%).

En el caso de la condición A para las escenas naturales la cantidad promedio de fijaciones fue de 31,3% (SD \pm 3,2). Para evaluar si su distribución era de carácter normal se aplicó un test de normalidad de Shapiro-Wilk y de Kolmogorov-Smirnov, el cual arrojó que los datos se comportaron de manera normal (Gráfico 3). Podemos observar en esta condición que el porcentaje de fijaciones realizadas por los sujetos tuvo un comportamiento variable, que tan solo en un caso superó el 50%.

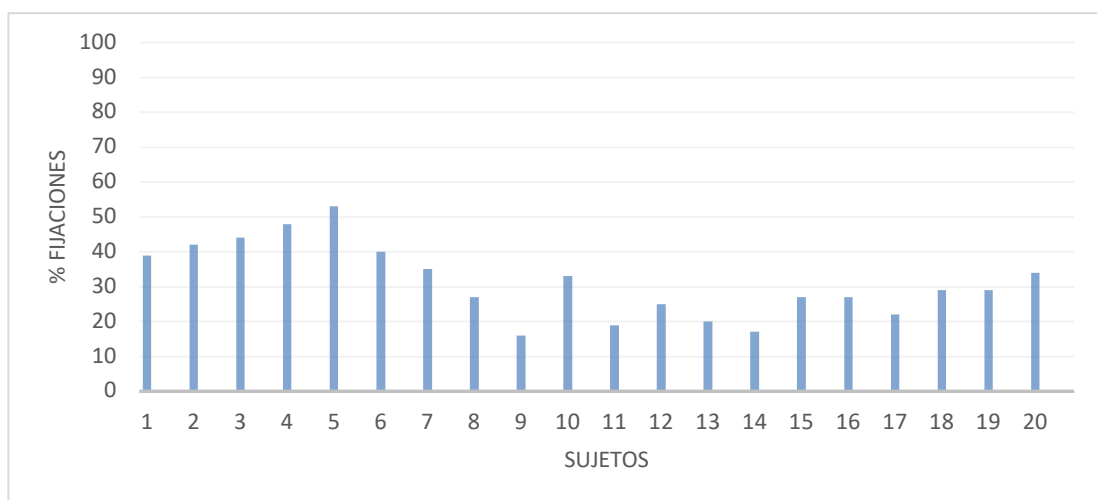


Gráfico 3. Porcentaje de fijaciones oculares en escenas naturales. Distribución del porcentaje promedio de fijaciones oculares que realizó cada individuo, los cuales fueron expuestos a escenas mosaico primero y luego a su respectiva escena natural.

En el caso de la condición B para las escenas naturales la cantidad promedio de fijaciones fue de 32% (SD \pm 4,1). Para evaluar si su distribución era de carácter normal se aplicó un test de normalidad de Shapiro-Wilk y de Kolmogorov-Smirnov, el cual arrojó que los datos se comportaron de manera normal (Gráfico 4). Se puede observar que el porcentaje de fijaciones realizadas por los sujetos tuvo un comportamiento variable y que al igual que la condición descrita anteriormente tan solo tuvo un caso

que superó el 50%.

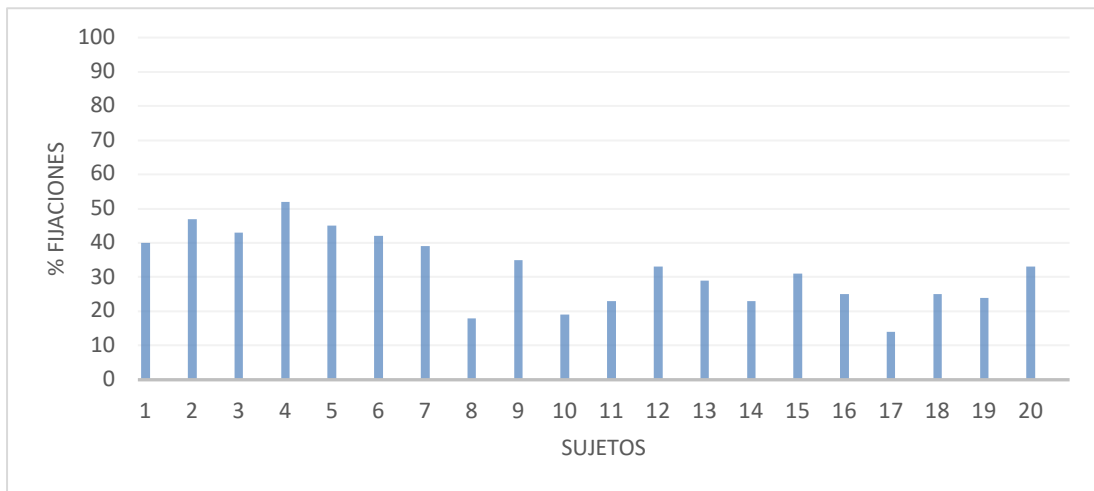


Gráfico 4. Porcentaje de fijaciones oculares en escenas naturales. Distribución del porcentaje promedio de fijaciones oculares que realizó cada individuo, los cuales fueron expuestos a escenas naturales primero y luego a su respectiva escena mosaico

Los sujetos, tanto para la condición A como para la condición B, presentan prácticamente el mismo porcentaje promedio de fijaciones. Esto sugiere que la familiaridad estaría modulando de la misma manera independiente de la condición en que se hayan presentado las imágenes.

5.1.3 DESCRIPCIÓN DEL COMPORTAMIENTO VISUAL POR BLOQUE

Para determinar el comportamiento de la fijaciones oculares en el tiempo, respecto al proceso de **atención visual**, se muestra el promedio de todos los individuos por cada bloque, lo cual tiene por finalidad poder comparar si hay diferencias significativas entre los bloques y así evaluar si a medida que se es más expuesto a los objetos el

número de coincidencias aumenta o disminuye a lo largo de la tarea.

Para la condición A, en el primer bloque dio un promedio de 2,5 (SD \pm 1,8) coincidencias, en el segundo 2,2 (SD \pm 1,6) coincidencias y en el tercer bloque 2,85 (SD \pm 1,8) coincidencias (Gráfico 5). Se puede observar que el promedio de coincidencias de cada bloque tiene un comportamiento similar, sin embargo, en el tercer bloque existe un aumento del promedio de coincidencias, pero sin relevancia.

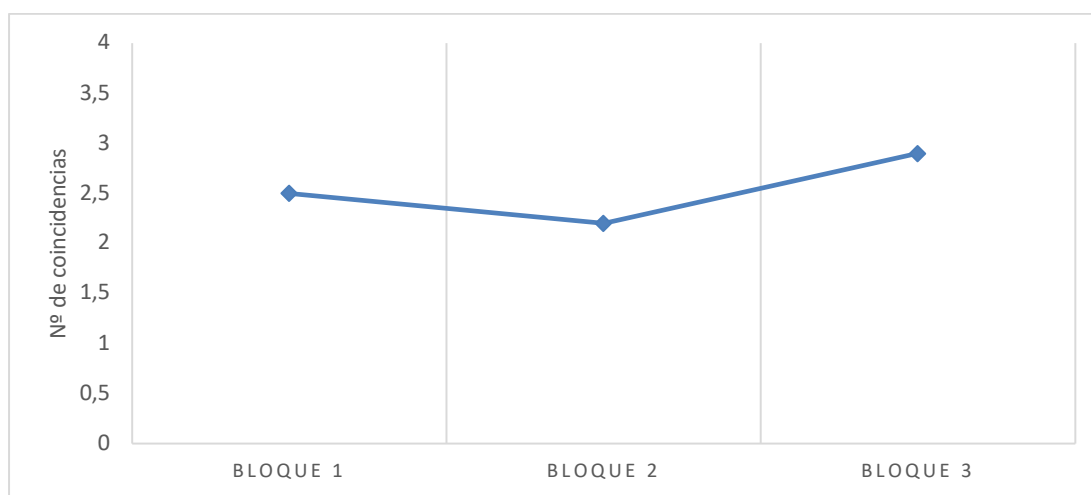


Gráfico 5. Cantidad de coincidencias de todos los sujetos de las fijaciones oculares realizadas en cada bloque para el proceso de la atención visual. Mecanismo de atención al comparar el número de coincidencias cuando aparece primero la escena mosaico (Condición A). (Bloque 1: \bar{X} = 2,5, SD \pm 1,8; Bloque 2: \bar{X} = 2,2, SD = 1,6; Bloque 3: \bar{X} = 2,85, SD = 1,8).

Para la condición B, en el primer bloque dio un promedio de 2,75 (SD \pm 1,6) coincidencias, en el segundo bloque 2,55 (SD \pm 1,7) coincidencias y en el tercer bloque 2,5 (SD \pm 1,5) coincidencias (Gráfico 6). Al igual que en la condición anterior, existe una similitud del promedio de coincidencias entre los tres bloques, pero este promedio

va disminuyendo levemente a medida que van transcurriendo los bloques. De todas formas, no existe una variación relevante entre ellos.

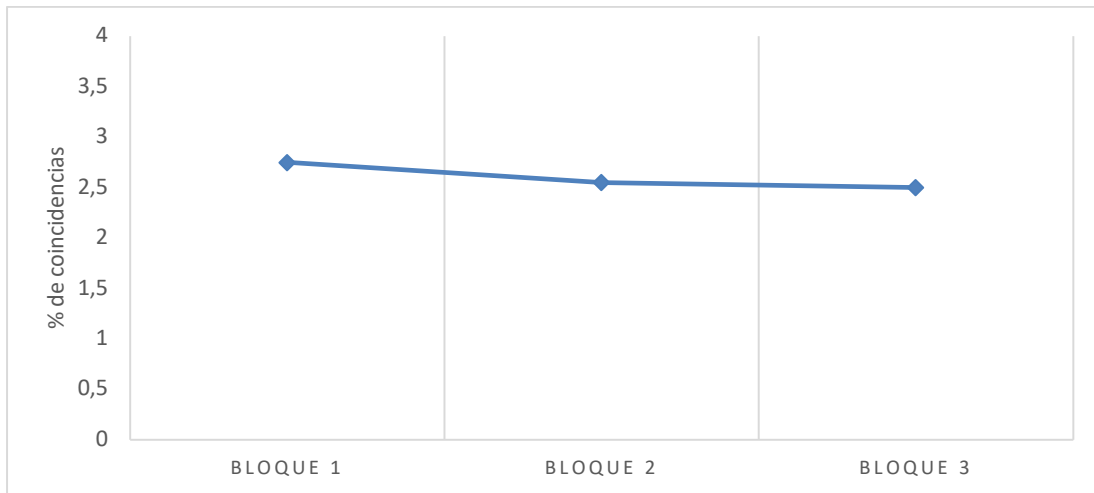


Gráfico 6. Cantidad de coincidencias de todos los sujetos de las fijaciones oculares realizadas en cada bloque para el proceso de la atención visual. Mecanismo de atención al comparar el número de coincidencias cuando aparece primero la escena natural (Condición B). (Bloque 1: $\bar{X} = 2,75$, $SD \pm 1,6$; Bloque 2: $\bar{X} = 2,55$, $SD = 1,5$; Bloque 3: $\bar{X} = 2,5$, $SD = 1,5$).

Estos resultados sugieren que a pesar de serles presentados más veces las imágenes durante el transcurso de la tarea, la atención estaría modulando a lo largo del tiempo de forma similar a como modula en el bloque uno como en el último bloque presentado. Por otro lado, el número de coincidencias entre la condición A y la condición B es muy similar, por lo tanto, la atención estaría modulando de la misma manera independiente de la condición en que se presenten las imágenes.

Para determinar el comportamiento de la fijaciones oculares en el tiempo, respecto al proceso de **familiaridad visual**, se muestra el promedio de las fijaciones oculares

de todos los individuos por cada bloque, lo cual tiene por finalidad poder comparar si hay diferencias significativas entre los bloques y así evaluar si a medida que se es más expuesto a los objetos el porcentaje de fijaciones aumenta o disminuye a lo largo de la realización de la tarea.

Para la condición A, en el primer bloque dio un promedio de 31,2% (SD \pm 3,3) de las fijaciones en los objetos de interés, en el segundo 30,35% (SD \pm 2,8) y en el tercer bloque 32,55% (SD \pm 3,6) (Gráfico 7). Se puede observar que a lo largo de la tarea realizada, el porcentaje de fijaciones oculares prácticamente no tiene variación, el promedio en los tres bloques es muy similar.

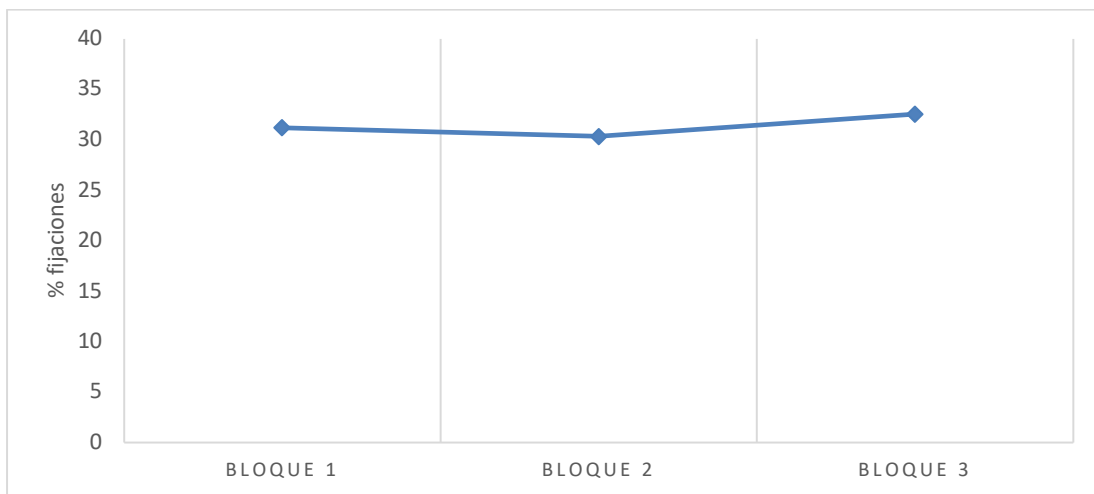


Gráfico 7. Promedio del porcentaje de todos los sujetos de las fijaciones oculares realizadas en cada bloque para el proceso de la familiaridad visual. Mecanismo de familiaridad al comparar el porcentaje total de fijaciones realizadas en las escenas naturales cuando aparece primero la escena mosaico (Condición A). (Bloque 1: \bar{X} = 31,2%, SD \pm 3,3; Bloque 2: \bar{X} = 30,35%, SD = 2,8; Bloque 3: \bar{X} = 32,55%, SD = 3,6).

Para la condición B, en el primer bloque dio un promedio de 29,55% (SD \pm 3,1) de fijaciones en los objetos de interés, en el segundo 34% (SD \pm 3,8) y en el tercer bloque 32,35% (SD \pm 3,3) (Gráfico 8). En este caso, se puede observar una pequeña variación del porcentaje de fijaciones oculares entre el primer bloque con el segundo y el tercero. A pesar de ello, el comportamiento del porcentaje de fijaciones es bastante similar a lo que ocurrió en la condición antes descrita.

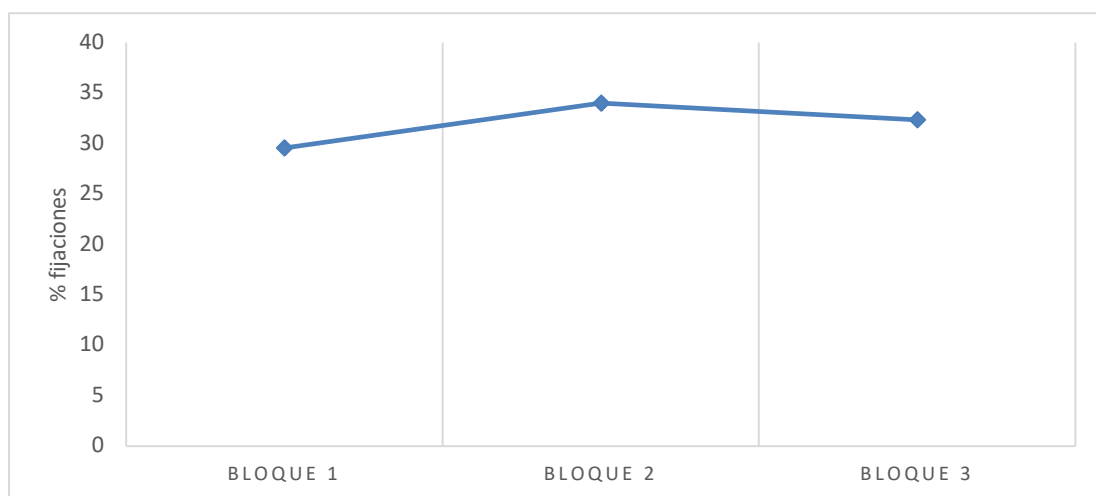


Gráfico 8. . Promedio del porcentaje de todos los sujetos de las fijaciones oculares realizadas en cada bloque para el proceso de la familiaridad visual. Mecanismo de familiaridad al comparar el porcentaje total de fijaciones realizadas en las escenas naturales cuando aparece primero la escena natural (Condición B). (Bloque 1: \bar{X} = 29,55%, SD \pm 3,1; Bloque 2: \bar{X} = 34%, SD = 3,8; Bloque 3: \bar{X} = 32,35%, SD = 3,3).

Este resultado implica que a pesar de que se presenta en tres oportunidades las imágenes a los sujetos, lo cual conlleva a que la familiaridad debiera aumentar o por decirlo de alguna manera se debiera “robustecer”, no hay una variabilidad importante entre los bloques para cada condición e incluso el comportamiento entre la condición

A vs la condición B tampoco presenta grandes diferencias.

5.2 COMPARACIÓN DEL NÚMERO DE COINCIDENCIAS CUANDO APARECIÓ PRIMERO LA ESCENA MOSAICO Y VICEVERSA, PARA DETERMINAR LA CONTRIBUCIÓN DE LA ATENCIÓN EN LA EXPLORACIÓN VISUAL

Para determinar la contribución de la atención visual en la exploración visual libre de escenas naturales, se expuso a sujetos a ver imágenes con objetos aislados y luego esos mismos objetos embebidos en sus respectivos contextos (Condición A) y de forma inversa, en algunas ocasiones vieron primero la escena natural y luego su respectiva escena mosaico (Condición B). Dichos datos se sometieron a un test de normalidad (Shapiro-Wilk test y Kolmogorov-Smirnov), el cual arrojó que los datos se comportaban de manera no normal, por lo tanto, se aplicó una prueba de Wilcoxon para comparar las escenas naturales en ambas condiciones. Este test dio como resultado un $p = 0,8$, lo que indica que no hay diferencias significativas entre las escenas naturales en la condición A versus la condición B (Gráfico 9). Se observa que el comportamiento del número de coincidencias es algo similar, no obstante, en la condición A algunos sujetos lograron obtener un mayor número de coincidencias, pero no relevantes a la hora de aplicar el test estadístico correspondiente.

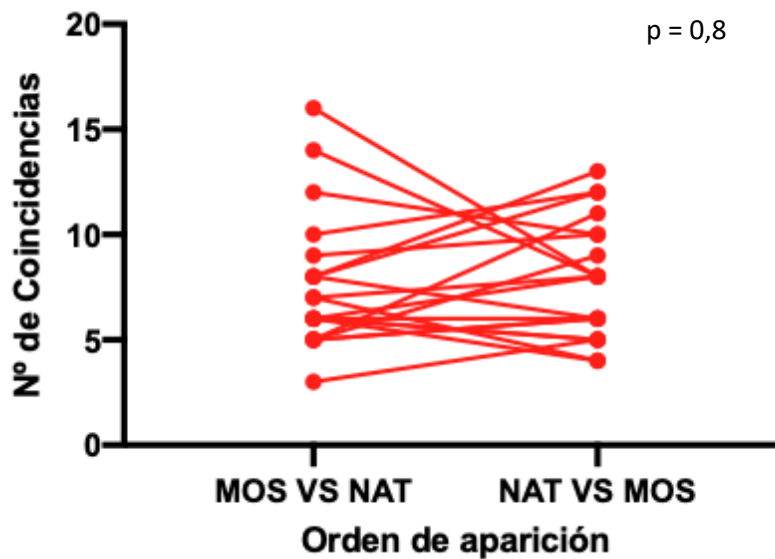


Gráfico 9. Comparación entre el número promedio de coincidencias por cada sujeto para la condición A y condición B.

Estos resultados sugieren que no importó cuánto fueron expuestos los sujetos a observar los objetos, la secuencia de mirada no varió, vieron con similar atención en ambas condiciones presentadas a lo largo de la prueba.

5.3 COMPARACIÓN ENTRE LAS ESCENAS NATURALES PARA DETERMINAR LA CONTRIBUCIÓN DE LA FAMILIARIDAD EN LA EXPLORACIÓN VISUAL

Para determinar la contribución de la familiaridad visual en la exploración visual libre de escenas naturales, se expuso a sujetos a ver imágenes con objetos aislados y luego esos mismos objetos embebidos en sus respectivos contextos (Condición A) y de forma inversa, en algunas ocasiones vieron primero la escena natural y luego su respectiva escena mosaico (Condición B). Dichos datos se sometieron a un test de

normalidad (Shapiro-Wilk test y Kolmogorov-Smirnov), el cual arrojó que los datos se comportan de manera normal, por lo tanto, se aplicó una prueba de t para comparar las escenas naturales en ambas condiciones. Este test dio como resultado un $p = 0,68$, lo que indica que no hay diferencias significativas entre las escenas naturales en la condición A versus la condición B (Gráfico 10). Se puede observar que el número promedio de porcentaje de fijaciones realizadas sobre los objetos en las escenas naturales por cada sujeto para la condición A y la condición B son prácticamente iguales.

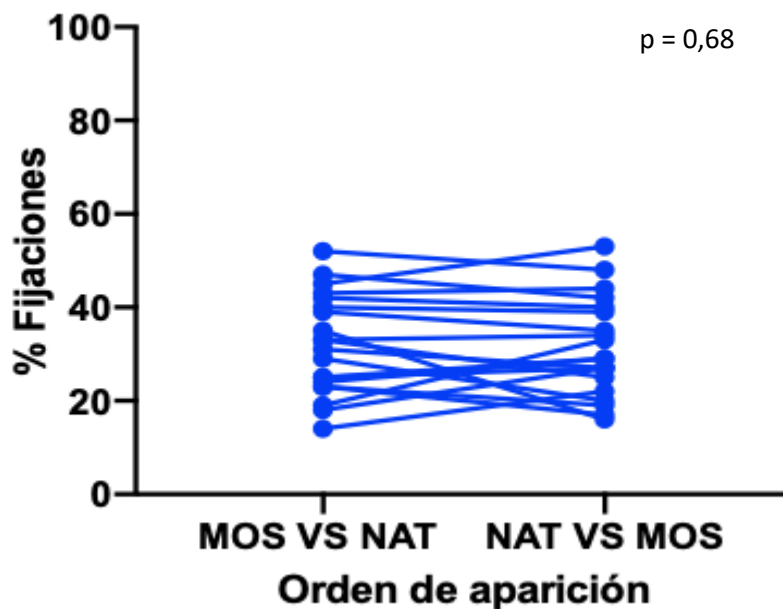


Gráfico 9. Comparación entre el número promedio del porcentaje de fijaciones realizadas sobre los objetos en las escenas naturales por cada sujeto para la condición A y condición B.

Estos resultados sugieren que no importó cuánto tiempo ni cuantas veces fueron expuestos los sujetos a observar los objetos, no hubo variaciones que nos indiquen que mientras más me familiarice con un objeto más lo veré la próxima vez o el efecto inverso.

5.4 COMPARACIÓN ENTRE BLOQUES

5.4.1 ATENCIÓN VISUAL

Para demostrar que la atención visual podía influir a lo largo de la prueba desde el punto de vista que al ser cada vez más expuesto o repetidamente expuesto los sujetos a los objetos, esta atención podría sufrir modificaciones, ya sea aumentando el número de coincidencias o disminuyendo durante el transcurso de la prueba en las condiciones descritas en apartados anteriores (Condición A versus condición B). Para determinar aquello, se sometieron los datos de cada bloque a una prueba de normalidad la cual arrojó que los datos no se comportan de manera normal, por lo cual, se ejecutó un test de Friedman.

Cuando apareció primero la escena mosaico y luego la escena natural (Gráfico 10) el test de Friedman indicó un valor $p = 0,39$ en el caso contrario (Gráfico 11) el test arrojó un valor $p = 0,89$. En el primer bloque todos los objetos son nuevos, tanto en las escenas mosaico como en las escenas naturales, se espera que a medida que fuera viendo cada vez más los objetos, las coincidencias fueran aumentando o disminuyendo. Se observa que la variación entre bloques para ambas condiciones es prácticamente igual.

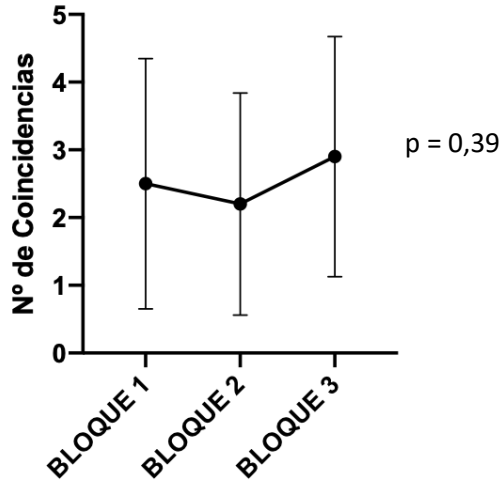


Gráfico 10. Comparación entre bloques para la atención visual. Atención cuando se compara el número de coincidencias cuando aparece primero la escena mosaico.

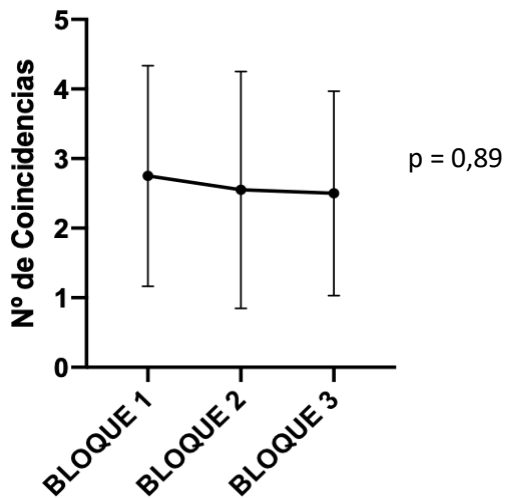


Gráfico 11. Comparación entre bloques para la atención visual. Atención cuando se compara el número de coincidencias cuando aparece primero la escena natural.

Estos resultados sugieren que la atención no se ve marcadamente influenciada por haber sido cada vez más expuestos los sujetos a los objetos en cuestión, en ninguna de las dos condiciones presentadas.

5.4.2 FAMILIARIDAD VISUAL

Para demostrar que la familiaridad visual podía influir a lo largo de la prueba desde el punto de vista que al ser cada vez más expuesto o repetidamente expuesto los sujetos a los objetos, la familiaridad podría sufrir modificaciones, ya sea aumentando o disminuyendo el porcentaje de las fijaciones realizadas sobre los objetos en las escenas naturales durante el transcurso de la prueba en las condiciones descritas en apartados anteriores (Condición A versus condición B). Para determinar aquello, se sometieron los datos de cada bloque a una prueba de normalidad la cual arrojó que los datos se comportan de manera normal, por lo cual, se aplicó un ANOVA.

Cuando apareció primero la escena mosaico y luego la escena natural (Gráfico 12) la prueba ANOVA indicó un valor $p = 0,68$ en el caso contrario (Gráfico 13) el test arrojó un valor $p = 0,22$. En el primer bloque son todos los objetos nuevos, tanto en la escena mosaico como en las escenas naturales, se espera que a medida que fueran viendo cada vez más los objetos, el porcentaje de fijaciones aumentara o disminuyera. Se puede apreciar que se obtuvo un comportamiento similar entre los bloques para ambas condiciones.

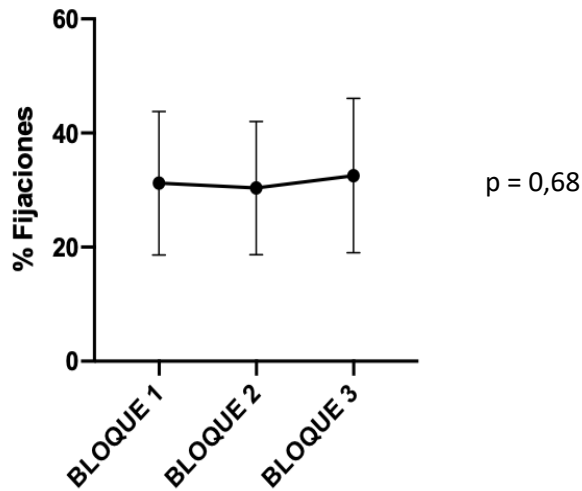


Gráfico 12. Comparación entre bloques para la familiaridad. Familiaridad en las escenas naturales al comparar el porcentaje de fijaciones cuando aparece primero la escena mosaico.

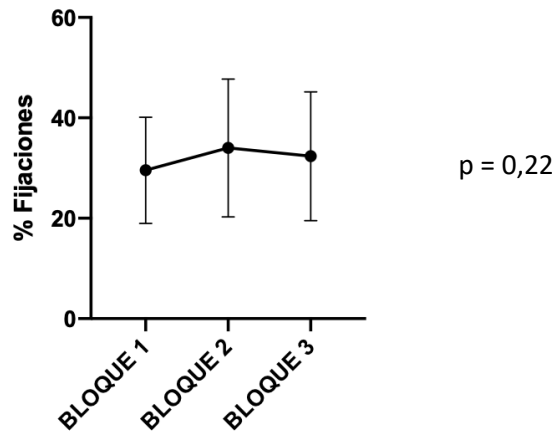


Gráfico 13. Comparación entre bloques para la familiaridad. Familiaridad en las escenas naturales al comparar el porcentaje de fijaciones cuando aparece primero la escena natural.

Estos resultados sugieren que la familiaridad tampoco se ve influenciada por haber visto más los objetos en cuestión.

Se puede concluir que no se observan cambios significativos en la atención ni en la

familiaridad, independiente de la cantidad de exposición que tuvieron los sujetos a los objetos aislados y a las escenas naturales. El comportamiento de la familiaridad y la atención es similar, al parecer son dos factores que se modulan de manera simultánea y no de forma independiente. Tampoco influye el hecho de haber presentado objetos de forma aislada antes y luego esos objetos embebidos en una escena natural, los resultados arrojan resultados similares en la medición de ambos factores independiente de la condición presentada.

6. DISCUSIÓN

La percepción humana es el acto en que nuestro cerebro interpreta el medio en el cual nos desenvolvemos, esto ocurre a través de los órganos sensoriales o de los sentidos. Este proceso se efectúa con el fin de formar una impresión consciente o inconsciente de la realidad física (Munar, 2007). El proceso cognitivo conocido como percepción visual, es entendido como un proceso sensoriomotor en el que se interrelacionan actividades tanto sensitivas como motoras, fundamentalmente en la indagación y observación de objetos visuales a través de los movimientos oculares en una escena natural (Maturana & Valera, 1984). Hasta ahora solo existe evidencia descriptiva del rol que cumple la atención y la familiaridad en la exploración visual, pero aún no se resuelve si son dos factores, entre muchos otros, que contribuyen en la observación libre de escenas visuales de manera independiente o interrelacionadas. Este estudio plantea que los dos factores antes mencionados modulan de forma diferencial la secuencia de fijaciones que se realizan en los objetos presentados en una escena natural.

Hay antecedentes que demuestran que la atención y la familiaridad modulan la secuencia de fijaciones, como el caso de Houtkamp (2006), quien demostró que al ver un objeto previamente este volvería a ser visto nuevamente al presentar dicho objeto en otra escena. Sin embargo, este experimento se basó en objetos aislados en todas las escenas, lo que da a entender que de alguna u otra forma el sujeto de prueba iba a realizar una búsqueda condicionada del objeto con el cual se familiariza anteriormente y a ese objeto le pondría atención en el siguiente estímulo. El año 2010,

Warden y Miller, realizan un experimento parecido al planteado en este estudio, pero los objetos presentados no se encontraban en un contexto en los próximos estímulos, por lo tanto, también pasa a ser un experimento que condiciona la búsqueda, ya que notoriamente se podía identificar el objeto presentado en primera instancia en el estímulo sucesivo. Lo mismo indica Olivers el año 2011, en su estudio demostró que al ser presentado un objeto previamente y colocarle un distractor en la siguiente imagen, los individuos en otras imágenes con muchos distractores iban a observar el primer objeto que les hizo memorizar, también fue una tarea dirigida y que condiciona al observador a volver a mirar con lo que se había familiarizado. Underwood el año 2008 pretende demostrar en su experimento el uso del componente atencional, en el cual mostraba dos imágenes de escenas naturales paralelas casi idénticas, ya que en una de ellas había un objeto descontextualizado o incongruente, lo que demostró este estudio fue que los sujetos prestaban su atención al objeto que no era congruente y luego iban a la otra imagen a buscarlo, pero este no se encontraba, lo cual refiere que al haber sido familiarizado con un objeto previamente este iba nuevamente a buscarlo y prestaba inmediata atención al lugar donde se debería encontrar el objeto visto previamente.

A diferencia de los antecedentes previos, en este estudio se solicitó a los sujetos observar libremente 5 objetos aislados y luego ver escenas denominadas naturales (escenas visuales cotidianas), en las cuales se encontraban los objetos aislados embebidos en dichas escenas, con el fin de adquirir información relevante del comportamiento ocular a la hora de volver a ver las escenas relacionadas con los objetos que ya se habían visto antes. Los resultados del experimento arrojaron que no

hay diferencias significativas respecto a la evaluación de la atención y la familiaridad. En cuanto a la atención, se demostró que no importa cuánto vean los objetos previamente ya sea de forma aislada o contextualizados en una exploración libre, los sujetos vieron de similar forma los objetos en todas las condiciones presentadas. Lo mismo arrojó el componente de familiaridad, no afecta positivamente el hecho de ver objetos aislados previamente a ver una escena natural, se extrapola que en una exploración libre el cerebro tiende a buscar nuevos objetos por sobre los objetos ya vistos, en este experimento se evaluaron solamente las escenas naturales, con y sin la influencia de la escena mosaico previamente y no hubo diferencias significativas. Por lo tanto, nuestra hipótesis es nula, debido a que ninguna de las condiciones estudiadas se ve marcadamente afectada por la tarea ejecutada. Posiblemente nuestros resultados se deban al número de personas que fueron evaluadas, ya que estos datos fueron adquiridos de un estudio previo. Cabe destacar que se hizo el cálculo del tamaño muestral con un nivel de confianza del 95%, un margen de error de 5% y un universo que correspondía a 6169 personas el que indicó que a lo menos deberíamos aplicar este experimento a 363 personas para obtener datos confiables y tan solo fueron 20.

Otros estudios han vislumbrado que tanto la atención como la familiaridad no son componentes que modulan por separado la exploración visual, sino que se superponen. Awh (2006), Olivers (2011), Gazzaley (2012) y Guo (2021), indican que la mayoría de los estudios relacionados con la atención y la familiaridad visual, han sido dominantes en el campo de la neurociencia cognitiva y se ha producido un desarrollo teórico significativo a través de estudios independientes de estos procesos,

sin embargo, está claro que el desarrollo continuo de la investigación en estos dominios debe incluir modelos claros de cómo estos procesos interactúan entre sí. Gazzaley (2011), refiere que la atención selectiva, la capacidad de centrar nuestros recursos cognitivos en información relevante para nuestros objetivos, influye en el rendimiento de la familiaridad. De hecho, la atención y la familiaridad se ven cada vez más como construcciones superpuestas. La evidencia reciente de estudios neurofisiológicos humanos demuestran que la modulación de *top-down* sirve como un mecanismo neuronal común que subyace a estas dos operaciones cognitivas.

Chun (2011), menciona que la atención y la familiaridad visual están íntimamente relacionadas, de modo que la codificación y el mantenimiento de la familiaridad reflejan una atención sostenida activa a un número limitado de objetos y eventos visuales importantes para la cognición y la acción o tarea en curso. Hasta ahora estos antecedentes son acordes a los resultados obtenidos en este estudio, ya que tanto la atención como la familiaridad no variaron a lo largo del tiempo una respecto a otra. Algo que reafirma Jonikaitis (2019), demostró que la atención espacial y la familiaridad interactúan a nivel conductual y se basan en un conjunto común de mecanismos neuronales.

Además, Flowers (1981) ya mencionaba que la familiaridad puede modular al dirigir automáticamente los recursos de atención a una región espacial particular de una pantalla. También en un estudio realizado por Dall et al. (2021), indican que la modulación de la atención está impulsada únicamente por la familiaridad, independiente del aspecto físico real de los objetos presentados. Dall et al. proponen

que las categorías mentales y el conocimiento previo juegan un papel vital en el procesamiento de la información en la atención, así como, en cómo esta información se almacena y se representa en la memoria visual.

Olivers el año 2008 a través de resonancia magnética funcional demuestra en un experimento similar al de este estudio, en el cual se destaca que la atención, la percepción de las imágenes representadas y la familiaridad se encuentran superpuestas, se activan las mismas áreas cerebrales al momento de realizar este tipo de tareas. Por ende, no existe una modulación diferencial como se indica en este estudio.

Por otro lado, surgen nuevas preguntas que contestar como las planteadas por Mitchell (2007, 2009), Cohen (2009) y Moore (2017) donde indican que la atención reduce la variabilidad de respuestas a estímulos repetidos ¿Realmente buscaron los estímulos antes vistos o se fijaron en los nuevos estímulos presentados?. Con estos antecedentes, se podrían abrir nuevas líneas de investigación referente a que preferencias tiene el cerebro al momento de realizar una exploración visual libre ¿vemos lo que ya conocemos o tendemos a buscar lo nuevo al momento de ver una escena natural? y ¿qué condiciona que sea una u otra?. Un estudio realizado por Eizenman et al. (2019) relacionado con la atención y la preferencia por la novedad, indica que cuando las personas prestan toda su atención a una tarea de exploración visual libre de imágenes, la preferencia por la novedad no cambia cuando los retrasos entre las presentaciones de las imágenes repetidas varía entre 1 y 219,5 segundos, en nuestro trabajo cada bloque tuvo una duración de 196 segundos, por lo tanto, la

atención es sostenida a lo largo del experimento. Además, menciona que para retrasos más largos entre las presentaciones de imágenes repetidas en estos tipos de tareas, la preferencia por lo novedoso depende del sistema de memoria de reconocimiento de objetos basado en el recuerdo, el cual fluctúa entre 12,6 y 219,5 segundos, mientras que para retrasos más cortos la preferencia por lo novedoso depende de la automática, que es un sistema de memoria de reconocimiento de objetos basado en la familiaridad, que fluctúa entre 1 y 12,5 segundos. Esto quiere decir que en este trabajo cuando apareció una imagen mosaico en un ensayo y su respectiva escena natural inmediatamente después o viceversa, estaba participando el mecanismo de la familiaridad, ya que cada ensayo tenía un retraso de 1 segundo entre las imágenes presentadas, pero cuando la imagen mosaico en un ensayo y su respectiva escena natural tenían un retraso mayor a 12,5 segundos comenzaba a participar el sistema de memoria de reconocimiento de objetos basado en el recuerdo. Por lo tanto, se sugiere reacondicionar la tarea actual, en la cual se pueda evaluar la familiaridad propiamente tal, colocando una imagen mosaico e inmediatamente en el mismo ensayo su respectiva escena natural.

Los hallazgos encontrados en este estudio, en los cuales se asume que la influencia de la atención y la familiaridad modulan de manera simultánea a la hora de observar una escena natural, deja la puerta abierta para continuar investigando sobre la influencia de la atención y la familiaridad en la exploración visual y la relevancia que esto conlleva a la hora de utilizar estos hallazgos en investigaciones futuras, se sugiere volver a realizar la tarea utilizada en este estudio, pero con el tamaño muestral adecuado para comprobar si existe o no un error de tipo beta y así determinar si los

resultados obtenidos en este trabajo son fidedignos.

7. CONCLUSIONES

En base a los resultados de este estudio, se puede concluir que:

1. No se observan diferencias significativas en la influencia que tiene la familiaridad cuando las personas son expuestas a objetos aislados y luego esos objetos se encuentran incluidos en un contexto (escena natural). No importa cuánto se miren los objetos aislados en las escenas mosaicos, no se registra un impacto relevante en las escenas naturales.
2. No se observan diferencias significativas en la influencia que tiene la atención cuando las personas son expuestas a objetos aislados primero y luego a una escena natural. Se presta atención a los objetos de forma similar en cualquiera de los escenarios propuestos.
3. No se observan diferencias significativas en la atención y la familiaridad a lo largo del tiempo, independiente de la cantidad de exposición a los objetos aislados y a las escenas naturales a la cual hayan sido expuestos los sujetos. El comportamiento de las fijaciones oculares en la atención y la familiaridad es similar, al parecer son dos factores que funcionan de manera simultánea y no de forma independiente.

8. REFERENCIAS

- Allard, E.S., Wadlinger, H.A., Isaacowitz, D.M. (2010). Positive gaze preferences in older adults: Assessing the role of cognitive effort with pupil dilation *Aging, Neuropsychology, and Cognition* 17, 296-311
- Awh, E., Vogel, E.K., Oh, S.H. (2006). Interactions between attention and working memory. *Neuroscience*. 2006 Apr 28;139(1):201-8.
- Berger, D., Paziienti, A., Flores, F., Nawrot, M., Maldonado, P., Grün, S. (2012). Viewing strategy of Cebus monkeys during free exploration of natural images. *Brain Research* 1434, 34-46.
- Carrasco, M. (2011). Visual attention: The past 25 years. *Vision Research* 51, 1484-1525.
- Chun, M. (2011). Visual working memory as visual attention sustained internally over time. *Neuropsychologia*. 2011 May;49(6):1407-9.
- Cohen, M., Maunsell, J. (2009). Attention improves performance primarily by reducing interneuronal correlations. *Nat Neurosci*. 2009 Dec;12(12):1594-600. doi: 10.1038/nn.2439. Epub 2009 Nov 15.

- Cooke, S. & Bear, M. (2015). Visual recognition memory: a view from V1. *Current Opinion in Neurobiology* 2015, 35:57–65.
- Corbetta, M., Shulman, G.L. (2002). Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain. *Nat Rev Neurosci.* 2002 Mar;3(3):201-15.
- Dall, J.O., Wang, Y.M., Cai, X.L., Chan, R.C.K., Sørensen, T.A. (2021). Visual short-term memory and attention: An investigation of familiarity and stroke count in Chinese characters. *J Exp Psychol Learn Mem Cogn.* 2021 Feb;47(2):282-294.
- DiCarlo, J., Zoccolan, D., Rust, N. (2012). How does the brain solve visual object recognition? *Neuron*, 73:415-434.
- Driver J., Davis G., Russell C., Turatto M., Freeman E. (2001). Segmentation, attention and phenomenal visual objects. *Cognition.* 2001 Jun;80(1-2):61-95.
- Eizenman M., Chung J., Yu M., Jia H., Jiang P. (2019). Attention, novelty preference and the visual paired comparison task. *Exp Eye Res.* Jun;183:52-56.
- Flowers, J.H., Polansky, M.L., Kerl, S. (1981). Familiarity, redundancy, and the spatial control of visual attention. *J Exp Psychol Hum Percept Perform.* 1981 Feb;7(1):157-66

- Fooker J, Kreyenmeier P, Spring M. (2021). The role of eye movements in manual interception: A mini-review. *Vision Res.* 2021 Jun;183:81-90.
- Gazzaley, A., Nobre, A. C. (2012). Top-down modulation: bridging selective attention and working memory. *Trends Cogn Sci.* 2012 Feb;16(2):129-35.
- Gilchrist I., & Harvey, M. (2000). Refixation frequency and memory mechanism in visual search. *Current Biology*, 10, 1209-1212.
- Guo, Zhihan & Niu, Maolong & Wang, Qi. (2021). Target familiarity and visual working memory do not influence familiarity effect in visual search. *Scientific Reports*. 11. 7560. 10.1038/s41598-021-86669-2.
- Henderson, J. (2003). Human gaze control during real-world scene perception. *TRENDS in Cognitive Science*, 7(11): 498-504.
- Hoehl, S., Reid, V.M., Parise, E., Handl, A., Palumbo, L., & Striano, T. (2009). Looking at eye gaze processing and its neural correlates in infancy-°@-implications for social development and autism spectrum disorder. *Child Development*, 80(4): 968-985.
- Houtkamp, R., Roelfsema, P. (2006) The effect of items in working memory on the deployment of attention and the eyes during visual search. *J Exp Psychol Hum Percept Perform.* 2006 Apr;32(2):423-42.

- Itti, L., & Koch, C. (2000). A saliency-based search mechanism for overt and covert shifts of visual attention *Vision research*, 40 (10): 1489-1506.
- Jones, E. (2011). Visual recognition memory across contexts. *Developmental Science* 14:1, pp 136–147.
- Jonikaitis D, Moore T. (2019). The interdependence of attention, working memory and gaze control: behavior and neural circuitry. *Curr Opin Psychol*. 2019 Oct; 29:126-134.
- Kafkas, A., & Montaldi, D. (2012). Familiarity and recollection produce distinct eye movement, pupil and medial temporal lobe responses when memory strength is matched. *Neuropsychologia*, 50(13): 3080-3093.
- Katsuki F, Constantinidis C. (2014). Bottom-up and top-down attention: different processes and overlapping neural systems. *Neuroscientist*. 2014 Oct;20(5):509-21.
- Loyola, R. (2015). ¿Qué miramos cuando miramos?: Relación entre conducta ocular y segmentación de objetos visuales (Tesis de magister). Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Martínez-Conde, S., Macknik, S., Hubel, D. (2004). The role of fixational eye movements in visual perception. *Nature reviews Neuroscience*. 5(3): 229-240.

- Maturana, H. & Varela, F. (1984). El árbol del conocimiento. Santiago: Editorial Universitaria.
- McCamy, M. (2014). Highly Informative Natural Scene Regions Increase Microsaccade Production during Visual Scanning. *The Journal of Neuroscience*, 34(8):2956 –2966.
- McDowd JM. (2007). An overview of attention: behavior and brain. *J Neurol Phys Ther*. 2007 Sep;31(3):98-103.
- Meuwese JD, van Loon AM, Lamme VA, Fahrenfort JJ. The subjective experience of object recognition: comparing metacognition for object detection and object categorization. *Atten Percept Psychophys*. 2014 May;76(4):1057-68.
- Mitchell, J., Sundberg, K., Reynolds, J. (2007). Differential attention-dependent response modulation across cell classes in macaque visual area V4. *Neuron*. 2007 Jul 5;55(1):131-41. doi: 10.1016/j.neuron.2007.06.018.
- Mitchell, J., Sundberg, K., Reynolds, J. (2009) Spatial attention decorrelates intrinsic activity fluctuations in macaque area V4. *Neuron*. 2009 Sep 24;63(6):879-88. doi: 10.1016/j.neuron.2009.09.013.

- Moore, T., Zirnsak, M. (2017) Neural Mechanisms of Selective Visual Attention. *Annu Rev Psychol.* 2017 Jan 3; 68:47-72.
- Munar, E. et al. (2007). Modelos teóricos y Neurociencia cognitiva de la percepción. *Manual de Neuropsicología*, (3), 57-75.
- Olivers, C. (2008). Interactions between visual working memory and visual attention. *Front Biosci.* 2008 Jan 1; 13:1182-91. doi: 10.2741/2754.
- Olivers, C.N., Peters J, Houtkamp R, Roelfsema PR (2011). Different states in visual working memory: when it guides attention and when it does not. *Trends Cogn Sci.* 2011 Jul;15(7):327-34.
- O'Regan, J., & Nöe, A. (2001). A sensorimotor account of vision and visual consciousness. *Behavioral And Brain Sciences* 24, 939-1031.
- Olson, C. R. (2001). Object-based vision and attention in primates. *Current Opinions in Neurobiology*, 11(2), 171–179.
- Pellicano, A., Binkofski F. (2021). The prominent role of perceptual salience in object discrimination: overt discrimination of graspable side does not activate grasping affordances. *Psychol Res.* 2021 Apr;85(3):1234-1247.

- Petersen, S.E., Posner MI. (2012). The attention system of the human brain: 20 years after. *Annu Rev Neurosci.* 2012; 35:73-89. doi: 10.1146/annurev-neuro-062111-150525. Epub 2012 Apr 12.
- Peterson, M.A., Salvagio E. (2009). Attention and competition in figure-ground perception. *Prog Brain Res.* 2009;176:1-13.
- Plaza, I. (2016). Movimientos oculares como marcadores de la percepción de objetos visuales (Tesis de Magister). Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Poole, B., Kane M. (2009). Working-memory capacity predicts the executive control of visual search among distractors: the influences of sustained and selective attention. *Q J Exp Psychol (Hove).* 2009 Jul;62(7):1430-54.
- Ramey, M.M., Yonelinas, A.P., Henderson, J.M. (2019). Conscious and unconscious memory differentially impact attention: Eye movements, visual search, and recognition processes. *Cognition.* 2019 Apr;185:71-82.
- Ramírez-Villegas, J., Ramírez-Moreno, D. (2010). Una revisión de modelos de atención visual Bottom-up neurobiológicamente inspirados. *El Hombre y la Máquina*, núm. 35, pp. 143-152 Universidad Autónoma de Occidente, Cali, Colombia.


- Reichle, E., Rayner, K., Pollatsek, A. (2003). The E-Z Reader model of eye-movement control in reading: Comparisons to other models. *Behavioral and brain sciences* 26, 445-526
- Richmond, J. & Nelson, C. (2007). Accounting for change in declarative memory: a cognitive neuroscience perspective. *Developmental Review*, 27, 349–373.
- Sauvage, M., Fortin, N., Owens, C., Yonelinas, A. & Eichenbaum, H. (2008). Recognition memory: opposite effect of hippocampal damage on recollection and familiarity. *Nature Neuroscience*, 11, 16–18.
- Scholl, B. J. (2001). Objects and attention: The state of the art. *Cognition*, 80(1–2), 1–46.
- Souto D., Kerzel D. (2021). Visual selective attention and the control of tracking eye movements: a critical review. *J Neurophysiol*;125(5):1552-1576.
- Tatler, B., Baddeley, R., Gilchrist, I. (2005) Visual correlates of fixation selection: effects of scale and time. *Vision research*, 45, 643-659
- Treue, S. (2001). Neural correlates of attention in primate visual cortex. *Trends in Neuroscience*, 24(5), 295–300.


- Underwood, G., Templeman, E., Lamming, L., Foulsham, T. (2008). Is attention necessary for object identification? Evidence from eye movements during the inspection of real-world scenes. *Conscious Cogn.* 2008 Mar;17(1):159-70. doi: 10.1016/j.concog.2006.11.008. Epub 2007 Jan 11.
- Van Diepen, P. & D'Odewalle, G. (2003). Early peripheral and foveal processing in fixations during scene perception. *Visual Cognition*, 10(1): 79-100.
- Veale R, Hafed ZM, Yoshida M. (2017). How is visual salience computed in the brain? Insights from behaviour, neurobiology and modelling. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* 2017 Feb 19;372(1714):20160113.
- Wang, Ch., Inhoff, A., Radach, R. (2009). Is attention confined to one word at a time? The spatial distribution of parafoveal preview benefits during reading. *Attention, Perception & Psychophysics*, 71(1): 1487-1494.
- Warden, M. R., Miller, E. K. (2010). Task-dependent changes in short-term memory in the prefrontal cortex. *J Neurosci.* 2010 Nov 24;30(47):15801-10.
- White H, Shah P. (2019) Attention in Urban and Natural Environments. *Yale J Biol Med.* 25;92(1):115-120.

9. ANEXOS

Anexo 1. Acta de aprobación de proyecto por el comité de Ética de Investigación en Seres Humanos.

1/2

 **UNIVERSIDAD DE CHILE - FACULTAD DE MEDICINA**
COMITÉ DE ÉTICA DE INVESTIGACIÓN EN SERES HUMANOS



ACTA DE APROBACIÓN DE PROYECTO

FECHA: 23 de Diciembre de 2014. 23 DIC. 2014

PROYECTO: "¿QUÉ MIRAMOS CUANDO MIRAMOS?: LA RELACIÓN ENTRE CONDUCTA OCULAR Y LA PERCEPCIÓN DE OBJETOS VISUALES".

INVESTIGADOR RESPONSABLE: SRTA. ROCÍO LOYOLA NAVARRO.

INSTITUCIÓN: PROYECTO DE TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGÍSTER EN NEUROCIENCIAS, TUTOR DR. PEDRO MALDONADO, LABORATORIO DE NEUROSISTEMAS, PROGRAMA DE BIOLOGÍA Y BIOFÍSICA, ICBM, FACULTAD DE MEDICINA, UNIVERSIDAD DE CHILE.

Con fecha 23 de Diciembre de 2014, el proyecto ha sido analizado a la luz de los postulados de la Declaración de Helsinki, de la Guía Internacional de Ética para la Investigación Biomédica que involucra sujetos humanos CIOMS 1992, y de las Guías de Buena Práctica Clínica de ICH 1996.

Sobre la base de la información proporcionada en el texto del proyecto el Comité de Ética de la Investigación en Seres Humanos de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile, estima que el estudio propuesto está bien justificado y que no significa para los sujetos involucrados riesgos físicos, psíquicos o sociales mayores que mínimos.

Este comité también analizó y aprobó el correspondiente documento de Consentimiento Informado en su versión original con fecha 10 de Setiembre de 2014.

En virtud de las consideraciones anteriores el Comité otorga la aprobación ética para la realización del estudio propuesto, dentro de las especificaciones del protocolo.

Teléfono: 9789536 - Email: comiteceish@med.uchile.cl



INTEGRANTES DEL COMITÉ DE ÉTICA DE LA INVESTIGACIÓN
EN SERES HUMANOS

23 DIC. 2014



NOMBRE	CARGO	RELACIÓN CON LA INSTITUCIÓN
Dr. Manuel Oyarzún	Presidente	Sí
Prof. Gina Raineri	Secretaría Ejecutiva	Sí
Dr. Hugo Amigo	Miembro	Sí
Dra. Lucia Cifuentes	Miembro	Sí
Prof. Nina Horwitz	Miembro	Sí
Dra. María Eugenia Pinto	Miembro	Sí
Sra. Claudia Marshall	Miembro	No
Dra. Grisel Orellana	Miembro	Sí
Prof. M. Julieta González	Miembro	Sí

Santiago, 23 de diciembre de 2014.



Prof. Gina Raineri B.
Secretaría Ejecutiva CEISH


GRB/mfp.
Proy. N° 146-2014

Teléfono: 9789536 - Email: comiteceish@med.uchile.cl

Anexo 2. Consentimiento Informado

CONSENTIMIENTO INFORMADO

**"¿QUÉ MIRAMOS CUANDO MIRAMOS?
CONDUCTA OCULAR COMO REFLEJO DEL OBJETO VISUAL"**



23 DIC. 2014

Nombre del Investigador principal: Rocío Loyola Navarro
R.U.T.: 16.020.152-5
Institución: Programa de Fisiología y Biofísica, ICBM, Facultad de Medicina, Universidad de Chile.
Teléfono: 29786035

Nombre Director de Tesis: Pedro Maldonado Arbogast
R.U.T.: 7.129.372-6

Invitación a participar: Le estamos invitando a participar en el proyecto de investigación "¿Qué miramos cuando miramos? Conducta ocular como reflejo del objeto visual", debido al interés que tenemos en estudiar sobre los movimientos oculares y su relación con cómo percibimos los objetos.

Objetivos: Esta investigación tiene por objetivo estudiar los movimientos oculares al observar objetos aislados y formando parte de una escena, para detectar si existe un patrón. Luego analizaremos si este patrón tiene relación con la manera de percibir los objetos. El estudio incluirá a un número total de 10 personas estudiantes o funcionarios de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile.

Procedimientos: Si Ud. acepta participar será sometido, por un período de 60 minutos aproximado a los siguientes procedimientos:

Se le registrarán los movimientos de sus ojos mediante un sistema de cámaras que captan esta señal. Usted se sentará frente a una pantalla de televisión, apoyará su mentón en un soporte y deberá mirar libremente las imágenes que aparecerán en la pantalla, tal como si se sentara a mirar televisión. Mientras, una cámara grabará los movimientos que hacen sus ojos al mirar las imágenes.

Esta es una medición superficial que no produce daño ni efectos adversos. Durante todo el experimento sólo se tomarán mediciones provenientes de sus ojos.

Primero se le mostrará una imagen en blanco con una cruz al medio que usted deberá mirar fijamente. Luego aparecerán imágenes de objetos aislados conocidos o familiares, y después verá fotografías donde los mismos objetos se van a encontrar rodeados por un ambiente.

Las imágenes se le van a mostrar de manera secuencial y ordenadas al azar. Entre medio, aparecerán imágenes sin información conocida, típicamente como pantallas en negro y/o gris.

Usted es libre de retirarse de la tarea en cualquier, aunque no haya llegado a su fin. El investigador se encontrará en la misma sala que usted a lo largo de todo el procedimiento. Usted puede pedirle a él cualquier tipo de información o expresar cualquier necesidad, en el momento que usted desee.



23 DIC. 2014

Riesgos: Este procedimiento no tiene riesgos asociados y serán realizadas por profesionales expertos. El sistema de registro pupilar no tiene riesgos ni efectos adversos conocidos, es ampliamente utilizado para fines de investigación al igual que las imágenes presentadas. Cualquier otro efecto que Ud. considere que puede derivarse de las evaluaciones realizadas deberá comunicarlo al investigador responsable.

Costos: Este estudio no tiene ningún costo para usted.

Beneficios: Su participación significará un beneficio para el progreso del conocimiento sobre la manera en que percibimos los objetos y

Alternativas: Este estudio es voluntario, por lo que Ud. podrá retirarse de él si así lo desea.

Compensación: Ud. no recibirá ninguna compensación económica por su participación en el estudio.

Confidencialidad: Toda la información derivada de su participación en este estudio será conservada en forma de estricta confidencialidad, lo que incluye el acceso de los investigadores o agencias supervisoras de la investigación. Cualquier publicación o comunicación científica de los resultados de la investigación será completamente anónima.

Información adicional: Ud. será informado si durante el desarrollo de este estudio surgen nuevos conocimientos o complicaciones que puedan afectar su voluntad de continuar participando en la investigación.

Voluntariedad: Su participación en esta investigación es totalmente voluntaria y se puede retirar en cualquier momento comunicándolo al investigador, sin que ello tenga ninguna consecuencia.

Complicaciones: En el improbable caso de que Ud. presente complicaciones directamente dependientes de la evaluación realizada, Ud. recibirá el tratamiento médico completo de dicha complicación, financiado por el investigador principal, y sin costo alguno para Ud. o su sistema previsional. Esto no incluye las complicaciones propias de enfermedades que usted ya posee y de su curso natural.

Derechos del participante: Usted recibirá una copia íntegra y escrita de este documento firmado. Si usted requiere cualquier otra información sobre su participación en este estudio puede comunicarse con:

Investigador: Rocío Loyola Navarro; teléfono: 29786035
Autoridad de la Institución: Dr. Pedro Maldonado Arbogast; teléfono 29786035



23 DIC. 2014

Otros Derechos del participante

En caso de duda sobre sus derechos debe comunicarse con el Presidente del "Comité de Ética de Investigación en Seres Humanos", Dr. Manuel Oyarzún G., Teléfono: 2-978.9536, Email: comiteceish@med.uchile.cl, cuya oficina se encuentra ubicada a un costado de la Biblioteca Central de la Facultad de Medicina, Universidad de Chile en Av. Independencia 1027, Comuna de Independencia.

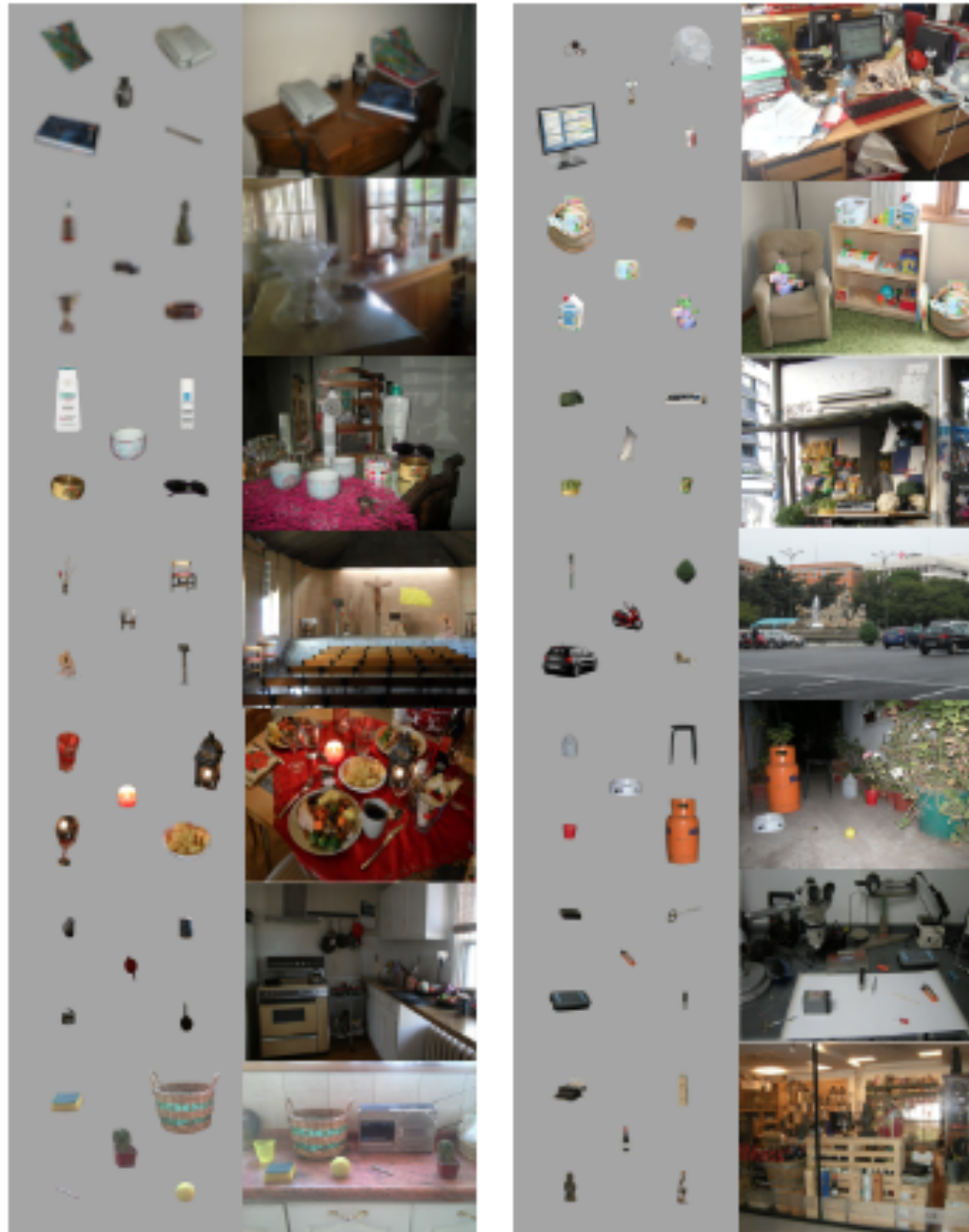
Conclusión:

Después de haber recibido y comprendido la información de este documento y de haber podido aclarar todas mis dudas, otorgo mi consentimiento para participar en el proyecto ""¿Qué miramos cuando miramos? Conducta ocular como reflejo del objeto visual".

_____	_____	_____
Nombre del sujeto	Firma	Fecha
Rut.		
_____	_____	_____
Nombre de informante	Firma	Fecha
Rut.		
_____	_____	_____
Nombre del investigador	Firma	Fecha
Rut.		

Si se trata de un paciente con discapacidad psíquica o intelectual, registrar nombre del paciente y de su apoderado, en cumplimiento artículo 28 ley 20.584.

Anexo 3. Se muestran las imágenes utilizadas en el estudio en ambas condiciones de presentación, tanto imagen tipo escena mosaico a la izquierda como imagen tipo escena natural a la derecha respectivamente.



Anexo 4. Coordenadas de los objetos de interés para determinar el punto central de cada objeto y colocar alrededor una circunferencia de 4º visuales, lo cual permite determinar si se realizó o no una fijación en el objeto de interés.

NombreObjeto	x_mosaico	y_mosaico	X_asterisco	Y_asterisco
fonos	272	207	573	355
ventilador	765	197	963	340
estatua	510	365	816	231
monitor	274	538	556	156
lata	767	559	430	373
can_libros	274	112	934	480
juego	770	205	529	514
libro	508	384	933	543
casita	255	586	721	148
ranita	759	540	167	390
brocoli	260	220	724	627
pesa	780	203	504	685
bolsas	510	376	639	342
porotos	266	588	375	675
lays	770	557	361	472
semaforo	253	148	448	384
arbusto	774	194	552	462
moto	515	376	67	481
auto	245	584	874	481
leon	748	551	265	346
bidon	262	181	481	367
piso	774	174	339	333
pote	506	374	122	538
balde	266	580	585	429
gas	769	496	182	268
caja_chica	258	176	811	213
tijeras	732	203	128	697
encendedor	508	366	807	528
caja_grande	251	597	763	412
esmalte	765	557	519	475
maquina	276	176	781	477
caja_vino	770	205	502	570
botella_vino	512	384	412	568
estat_vino	264	574	555	297
cosa_x	763	553	460	292

NombreObjeto	x_mosaico	y_mosaico	X_asterisco	Y_asterisco
escritorio	782	186	286	424
telefono	336	570	721	420
cuaderno	759	567	508	499
lapiz	508	378	516	273
vasija	268	178	696	204
regalo	770	203	300	546
campana	512	380	483	465
autito	266	210	855	277
botella	262	553	687	211
trofeo	753	553	537	339
pandero	257	203	667	294
crema	770	251	378	406
spray	517	384	355	562
pocillo	272	595	768	516
pulsera	749	569	729	405
lentes	772	197	65	561
silla	243	214	451	384
florero	257	572	894	406
virgen	770	519	421	322
atril	527	365	288	402
mesa	257	171	531	90
vaso	264	542	702	312
copa	508	386	387	190
vela	866	281	687	282
farol	767	557	516	270
papitas	262	178	173	475
esponja	759	188	321	289
canasto	525	349	919	384
cactus	769	572	426	457
pelota	255	580	618	478
clavo	295	178	650	384
cafetera	749	208	944	546
galletas	504	370	469	211
colador	257	589	312	412
tetera	767	564	424	204
sarten				

- arrimo
- bar
- bureau
- capilla
- cena
- cocina2
- cocina