





**UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE MEDICINA  
ESCUELA DE POSTGRADO**



**ESTRATEGIAS DE RECONOCIMIENTO VISUAL EN LA PERCEPCIÓN DEL  
MOVIMIENTO BIOLÓGICO: EXPLORACIÓN VISUAL LIBRE O FIJACIÓN VISUAL  
FORZADA**

**Diego Mauricio González Galleguillos**

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE**

**MAGISTER EN NEUROCIENCIAS**

Director de Tesis: Prof. Dr. Pablo Gaspar

**2018**

**UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE MEDICINA  
ESCUELA DE POSTGRADO**

**INFORME DE APROBACION TESIS DE MAGISTER**

Se informa a la Comisión de Grados Académicos de la Facultad de Medicina, que la Tesis de Magister presentada por el candidato

**Diego Mauricio González Galleguillos**

Ha sido aprobada por la Comisión Informante de Tesis como requisito para optar al Grado de Magister en Neurociencias en el Examen de Defensa de Tesis rendido el día 9 de enero de 2018.

**Prof. Dr. Pablo Gaspar Ramos  
Director de Tesis  
Santiago**

**COMISION INFORMANTE DE TESIS**

**Prof. Dr. ....**

**Prof. Dr. ....**

**Prof. Dr. ....  
Presidente Comisión**

## **DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS**

“A Dios por su fidelidad en este proceso, a mi esposa y mi hijo por ser mi motivación para terminarlo, y al doctor Pablo Gaspar por recibirme en su laboratorio y brindarme su apoyo”.

## INDICE

RESUMEN.....	01
ABSTRACT.....	03
INTRODUCCIÓN.....	05
HIPÓTESIS.....	11
OBJETIVOS.....	11
1. Objetivo General.....	11
2. Objetivos específicos.....	11
MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
1. Participantes.....	13
2. Diseño experimental e instrumentación.....	13
2.1. Generación de MB.....	14
2.2. Generación de tarea de MB.....	18
2.3. Registro ocular de MB.....	18
2.4. Procedimientos.....	19
ANÁLISIS DE DATOS.....	22
1. Variables.....	22
2. Análisis Estadístico.....	25
RESULTADOS.....	29
1. Resultados conductuales de MB.....	29
1.1. Porcentaje de aciertos MB.....	29
1.2. Porcentaje de aciertos MNB.....	30
1.3. Tiempo de respuesta MB.....	31
1.4. Tiempo de respuesta MNB.....	32
1.5. Porcentaje de aciertos MB inicial-final.....	33
2. Resultados de estrategias oculares de MB.....	33
2.1. Tiempo de fijaciones en áreas de interés en MB izquierdo.....	34
2.2. Tiempo de fijaciones en áreas de interés en MB derecho.....	35
2.3. Número de fijaciones en áreas de interés en MB izquierdo.....	36

2.4. Número de fijaciones en áreas de interés en MB derecho.....	37
2.5. Número de fijaciones en áreas de interés en MB izquierdo RI ..	38
2.6. Número de fijaciones en áreas de interés en MB derecho RI ....	39
2.7. Número de fijaciones en áreas de interés en MNB izquierdo ....	40
2.8. Número de fijaciones en áreas de interés en MNB derecho .....	40
2.9. Número de fijaciones en áreas de interés C-S en MB .....	42
2.10. Número de fijaciones en áreas de interés C-I en MB .....	42
2.11. Tiempo de fijaciones en áreas de interés MB Izquierdo .....	44
2.12. Tiempo de fijaciones en áreas de interés MB derecho .....	45
2.13. N° fijaciones en áreas de interés MB izquierdo .....	46
2.14. N° fijaciones en áreas de interés MB izquierdo .....	47
2.15. N° microsacadas MB MNB .....	48
2.16. Dirección microsacada MB izquierdo.....	49
2.17. Dirección microsacada MB derecho .....	50
DISCUSIÓN .....	51
CONCLUSIONES.....	58
BIBLIOGRAFÍA .....	59
ANEXO.....	66



## RESUMEN

Uno de los movimientos complejos con importancia evolutiva en humanos es el movimiento biológico, definido como un conjunto de puntos de alto contraste que siguen un patrón coherente de movimiento y que involucra un nivel de procesamiento complejo que integra la velocidad, la forma de los objetos en movimiento, interpretando acciones, estímulos sociales y emociones.

Se proponen tres hipótesis para entender qué estrategias visuales permiten la percepción del movimiento biológico. Por una parte, a través de un seguimiento ocular continuo que explora el movimiento biológico (“por partes”), por otra, a través de un foco de atención local discontinuo que extrapola la percepción del movimiento biológico sin explorarlo (“un todo”) y una última que integra ambas hipótesis. Estas hipótesis plantean vías de procesamiento en dos fases: la primera de movimientos locales que se integran en regiones corticales sensoriales de fragmentos del cuerpo. Y la segunda, de fragmentos que generan representaciones completas en la corteza multimodal. Existe actualmente una discusión abierta acerca de cuál de estas estrategias es prioritaria para la percepción del movimiento biológico.

Para ello se determinó qué estrategias de reconocimiento visual son usadas preferentemente para la percepción del MB observando si existen diferencias en el desempeño conductual de la percepción visual del MB, durante la exploración libre comparada con la fijación forzada de un objetivo mediante el uso de un sistema de seguimiento ocular (“eye tracker”).

Según hallazgos de este estudio se puede afirmar que en la muestra

evaluada para un mejor desempeño de la percepción del movimiento biológico es necesario el uso de estrategias de exploración visual libre, y esta conducta ocular obedece a lugares estratégicos del movimiento biológico según la valencia de este. Estudios futuros de este paradigma podrían incluir registro de actividad de señales corticales como el uso de EEG, tanto en sujetos sanos como en personas con patologías que afecten la percepción de esta tarea, como en pacientes con esquizofrenia.

## **ABSTRACT**

One of the complex movements with evolutionary importance in humans is the biological movement, defined as a set of high-contrast points that follow a coherent pattern of motion and involve a complex processing level that integrates speed the form of moving objects, interpreting actions, social stimuli and emotions.

Three hypotheses are proposed to understand visual strategies allow the perception of biological movement. On the one hand, through follow-up continuous ocular that explores the biological movement ("by parts"). On the other, to through a discontinuous local focus of attention that extrapolates the perception of biological movement without exploring it ("a whole"). And a last one that integrates both hypothesis these hypotheses are ways of processing in two phases: The first of local movements which are integrated into sensory cortical regions of fragments of the body. The second of fragments generate by complete representations in multimodal crust. There is currently an open discussion about which of these strategies is a priority for the perception of biological movement.

For this, it was determined which visual recognition strategies are used preferentially for MB perception by observing if there are differences in behavioral performance of MB visual perception. During the scan-free compared with forced fixation of a target by using an ocular tracking system (eye tracker).

According to findings of this study it can be said that use sample evaluated for a better performance of the perception of biological movement It is necessary to use free visual scanning strategies, and this ocular behavior is due to strategic

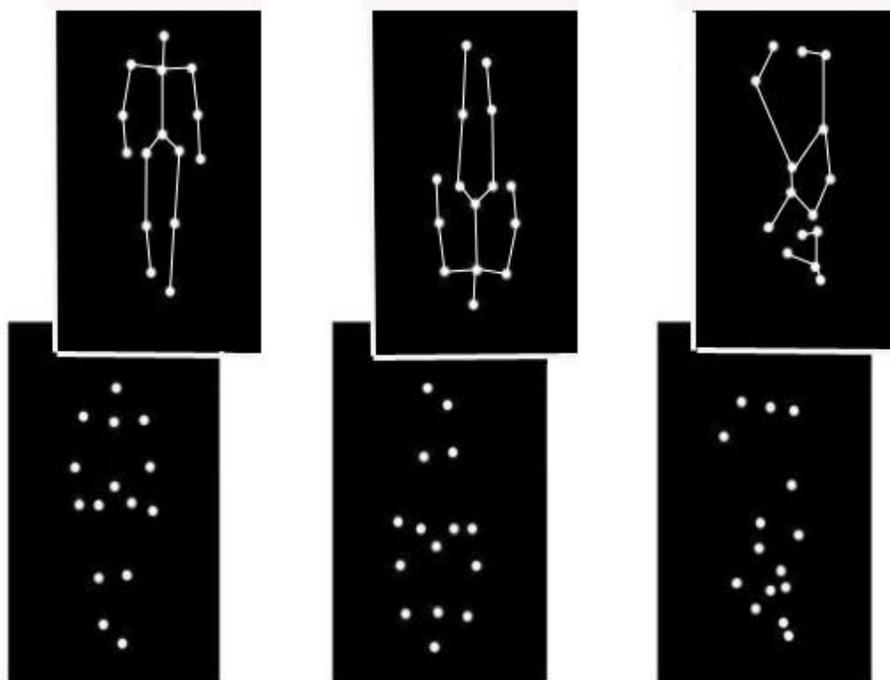
location of biological movement according to the valence of this. Future studies of this paradigm could include recording activity of cortical signals such as the use of EEG, Both in healthy subject as in people with pathologies that affect the perception of this task as in patients with schizophrenia.

## INTRODUCCIÓN

Los patrones de movimiento complejos, como las acciones biológicas, son estímulos visuales útiles para el reconocimiento de los depredadores a gran distancia, en el comportamiento de cortejo en múltiples especies, cazar sus presas, y para minimizar su propio riesgo durante el ataque<sup>1,2</sup>. Uno de los movimientos complejos con importancia evolutiva en humanos corresponde al movimiento biológico<sup>3</sup>. Este tipo de movimiento se define como un conjunto de puntos de alto contraste respecto a un fondo oscuro, que siguen un patrón coherente de movimiento y que el sistema visual puede percibir sin esfuerzo en una fracción de segundo<sup>4</sup>. De esta manera, la suma y combinación de la información proveniente de un mismo número de puntos que se mueven de manera coherente, es percibida por el sistema visual como información abstracta de formas con contenido biológico. Así, los movimientos biológicos adquieren su grado de complejidad porque combinan en la percepción de movimientos coherentes, la velocidad, la forma de los objetos en movimiento, el reconocimiento de la acción, estímulos sociales, emociones<sup>5</sup>, e incluso la discriminación del género a partir de esta información<sup>6</sup>. Así, la perspectiva, la profundidad cinética, la orientación, además del movimiento pendular de los segmentos de las extremidades y el conocimiento implícito del cuerpo humano en patrones de conductas aprendidas, juegan un papel importante para la precisión de la respuesta<sup>7</sup>, dando cuenta de la tridimensionalidad del movimiento biológico<sup>8</sup>.

A nivel cerebral, en estudios neurofisiológicos y de neuroimagen (PET y fMRI), se ha observado que en la percepción visual del movimiento biológico se activan e

integran una amplia red de áreas cerebrales, generando una actividad cerebral distribuida. Algunos estudios reportaron activación selectiva de la circunvolución temporal media <sup>9</sup>, cuerpo estriado <sup>10, 11</sup>, y la zona occipital cinética <sup>12</sup> que se cree que procesa señales de movimiento locales. Uno de los nodos cerebrales de gran relevancia dentro de esta red corresponde al surco temporal superior, puesto que se han observado déficits severos en la percepción del movimiento biológico cuando se lesiona <sup>10, 13, 14</sup>.



**Figura 1:** Categorías de estímulos utilizados en movimiento biológico: (A) Marcha humana con orientación vertical. (B) Marcha humana con orientación invertida. (C) Movimiento no biológico de puntos revueltos. (modificado de Jokisch, 2005) <sup>15</sup>.

Se han planteado dos teorías para entender qué estrategias permiten la percepción visual del movimiento biológico. Por una parte, se ha planteado el reconocimiento basado como “un todo”, donde el objeto completo percibido

corresponde a una representación interna de modelos almacenados; por otro lado, se ha planteado el reconocimiento “por partes”, donde el objeto biológico se descompone en partes simples pero significativas que se ensamblan, generando una representación abstracta en relación al objeto de interés <sup>16</sup>. Una tercera propuesta consiste en esquematizar la percepción del movimiento biológico, a través de la identificación de características locales y globales, la adecuada integración de estas dos señales, informan de la trayectoria, forma y dinámica del movimiento de los puntos en el tiempo <sup>17</sup>.

En relación a la estrategia de reconocimiento “por partes”, se ha observado que, solo percibiendo patrones de algunos puntos de información de movimiento local de determinados segmentos, pueden ser suficientes para percibir la tarea del movimiento biológico <sup>18, 19, 20</sup>. Así mismo, que una representación basada “en partes”, permite una manera de codificación flexible de una gran variedad de formas y acciones utilizando un pequeño número de componentes básicos <sup>21</sup>. Esta estrategia trae ventajas obvias para un sistema con recursos neuronales limitados <sup>22</sup>. Por otro lado, se ha argumentado que la forma global dinámica (es decir, la percepción “como un todo”), permite percibir diferentes puntos de vista de una acción de un cuerpo entero <sup>23, 24</sup>, confirmando que las estrategias globales de la información de todo el objeto o cuerpo, son necesarias para la percepción del movimiento biológico<sup>25,26</sup>. Asimismo, se ha observado que la alteración del reconocimiento de las características globales altera la percepción del movimiento biológico <sup>25</sup>, apoyando la idea que, en la identificación del movimiento biológico, las características locales no son suficientes para la percepción de éste,

y que se percibe a partir de una secuencia de muestreo del número de puntos que se exponen témporo-espacialmente <sup>23, 24</sup>. De manera similar, se plantea que el movimiento biológico se percibe a través de un esquema basado en una búsqueda global de fragmentos en un espacio restringido, compuesto de combinaciones de partes de objetos comunes, con características de “complejidad intermedia” como las extremidades, proponiendo que desempeñan un papel crítico en la identificación visual del movimiento biológico <sup>28</sup>.

Así, existe una discusión abierta en relación a cómo se perciben los movimientos biológicos, por una parte, a través de un seguimiento ocular continuo (“por partes”) y por otra, a través de un foco de atención local discontinuo (“un todo”). Este problema es de gran importancia para la investigación en la percepción visual y es el tema principal de esta tesis.

Frente a esto, Peter Neri propone una vía mixta de procesamiento en dos fases: una fase temprana “de abajo hacia arriba” o “bottom-up”, donde las señales de movimiento locales se integran en regiones corticales sensoriales para construir un montaje de las señales de movimiento locales en fragmentos del cuerpo. Y una etapa posterior, “de arriba hacia abajo” o “top-down”, donde se identifican fragmentos relevantes que se ensamblan para generar representaciones completas en corteza multimodal <sup>29</sup>.

De esta manera, se pueden plantear las siguientes preguntas ¿Los sujetos que perciben el movimiento biológico observan solo parte de éste, o una sumatoria de capturas locales?, o en otras palabras, ¿la capacidad de percibir el movimiento

biológico, depende mayormente de la estrategia usada?, ¿sea esta una exploración visual libre o de la fijación a un punto?.

Según lo revisado hasta ahora, se ha postulado la participación de ambas estrategias de percepción de movimiento biológico. Sin embargo, existen evidencias para plantear que la estrategia de percepción “en partes” puede ser el mecanismo prioritario y crítico para percibir este tipo de movimiento biológico. Primero, se ha observado que la tarea de movimiento biológico cambia los patrones de seguimiento ocular <sup>30</sup>, además las grandes distancias <sup>31</sup> y estímulos muy cercanos <sup>32</sup>, no impiden reconocer acciones humanas asociadas a movimiento biológico durante la ejecución de la tarea, por lo tanto, es un paradigma confiable de replicar. Segundo, las limitaciones que caracterizan al sistema visual humano, respecto a la fovea y la periferia visual, provocan una disminución de la resolución espacial cuando se aumentan los grados de excentricidad, generando una búsqueda y exploración más difícil <sup>33, 34, 35</sup> cuando se necesita percibir de manera periférica una información incompleta como el movimiento biológico. Por lo tanto, los sujetos que perciben este movimiento coherente, observando solo algunas pocas señales de movimiento local, podrían no tener suficiente información para construir un esquema completo <sup>23</sup>, el cual es acabado por la captura continua de la exploración de componentes locales a favor de interpretar un objeto global <sup>25, 26, 27</sup>. En conjunto, estas evidencias permiten plantear que, para el reconocimiento visual del movimiento biológico, es necesaria la exploración libre cuando un conjunto determinado señales de movimiento local son capturadas para la percepción completa del movimiento biológico.

Una metodología que podría servir para poder discriminar estrategias de exploración visual en la percepción del movimiento biológico, corresponde al sistema de seguimiento ocular (en inglés “eye tracker”), que proporciona un conjunto de datos respecto a las métricas y dinámicas del control oculomotor, tales como la velocidad, la duración y las trayectorias de los movimientos oculares, sacadas y antisacadas con una alta precisión en sus medidas <sup>36</sup>. De esta manera, la ejecución del movimiento de los ojos pueden ser un buen mecanismo para diferenciar las estrategias de reconocimiento visual en la percepción del movimiento biológico <sup>37</sup>.

Ya se ha reportado que la tarea de movimiento biológico involucra un nivel de procesamiento complejo en el que su percepción, involucra, inicialmente estrategias para crear una representación completa de la forma biológica, a partir del muestreo y reconocimiento temporal y espacial de todas las características locales (bottom-up), que al ensamblarse formarán un esquema global de movimiento (top-down) <sup>23,24</sup>. Por lo tanto, el desempeño y velocidad para ejecutar las respuestas, se optimizarán al explorar libremente cada punto, que sin duda afectarán el rendimiento y velocidad de la tarea al fijar la mirada. Sin embargo, no hay evidencia clara respecto a que estrategias de reconocimiento visual están involucradas mayormente en este proceso, que contribuye de manera importante para la investigación en la percepción del movimiento biológico. En base a lo expuesto anteriormente, se plantea la siguiente hipótesis:

## **HIPÓTESIS**

"Es necesario para la eficiencia en la percepción del movimiento biológico el uso de estrategias de exploración visual libre a hacia una zona de la figura a percibir".

## **OBJETIVOS**

### **1. Objetivo General**

- Comparar si existen diferencias en el desempeño conductual de la percepción visual del movimiento biológico, durante la exploración visual libre comparada con la fijación forzada a un objetivo.

### **2. Objetivos específicos**

- a) Capturar y generar cuatro videos de ensayos con movimiento biológico (MB) y no biológico (MNB) en condiciones de exploración visual libre y fijación forzada.
- b) Registrar el tiempo y desempeño conductual de respuesta para la ejecución de una tarea de MB y de MNB, tanto en condiciones de exploración visual libre, como en condiciones de fijación visual forzada en un objetivo.
- c) Comparar si existen diferencias entre el tiempo y desempeño conductual de respuesta para la ejecución de una tarea de MB y de MNB, tanto en condiciones de exploración visual libre, como en condiciones de fijación visual forzada en un objetivo.
- d) Registrar las estrategias oculares para la ejecución de una tarea de MB y de MNB, tanto en condiciones de exploración visual libre, como en

condiciones de fijación visual forzada en un objetivo, utilizando un equipo de seguimiento ocular (Eye Tracker).

- e) Estandarizar las respuestas de los ensayos con fijación visual forzada, mediante la detección de eventos sacádicos y fijaciones utilizando un equipo de seguimiento visual (Eye Tracker).
- f) Determinar qué estrategias oculares se realizan para la ejecución de una tarea de MB, tanto en condiciones de exploración visual libre, como en condiciones de fijación visual forzada en un objetivo.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **1. Participantes:**

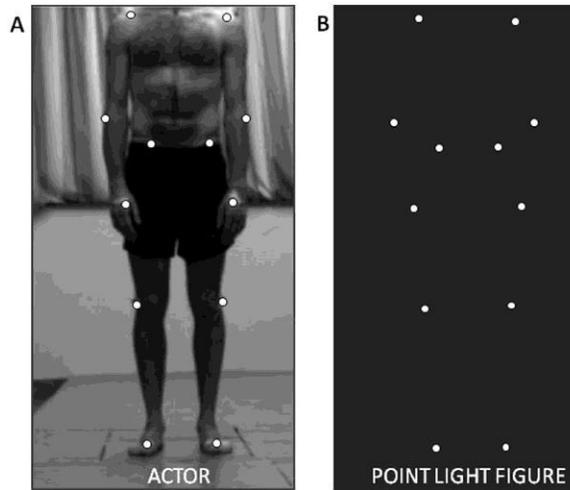
El Para un 80% de poder estadístico en este estudio, fue necesaria una muestra de 28 sujetos (G power 3.1.9.2), 17 participantes de sexo femenino, 11 participantes de sexo masculino, con edad promedio de 22,58 años, el envejecimiento modifica algunos ajustes de acomodación focal lo que fundamenta la selección de la edad <sup>38</sup>. Todos tenían visión normal o corregida, y sin antecedentes psiquiátricos previos (evaluados mediante un cuestionario de OQ-45.2, de Lambert, validado en Chile. ver anexo 1)<sup>57,58</sup>. Todos los procedimientos que se aplicaron, fueron ser aprobados previamente por el Comité de Ética de Investigación en Seres Humanos de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile, y aceptados de manera escrita por cada sujeto, firmando un consentimiento informado previamente leído y explicado por el investigador (anexo 2). Los participantes fueron entrevistados para recopilar algunos antecedentes y caracterizar la muestra, para determinar si cumplían con los criterios de inclusión.

### **2. Diseño experimental e instrumentación:** (modificado de Bidetllei C., 2011) <sup>39</sup>

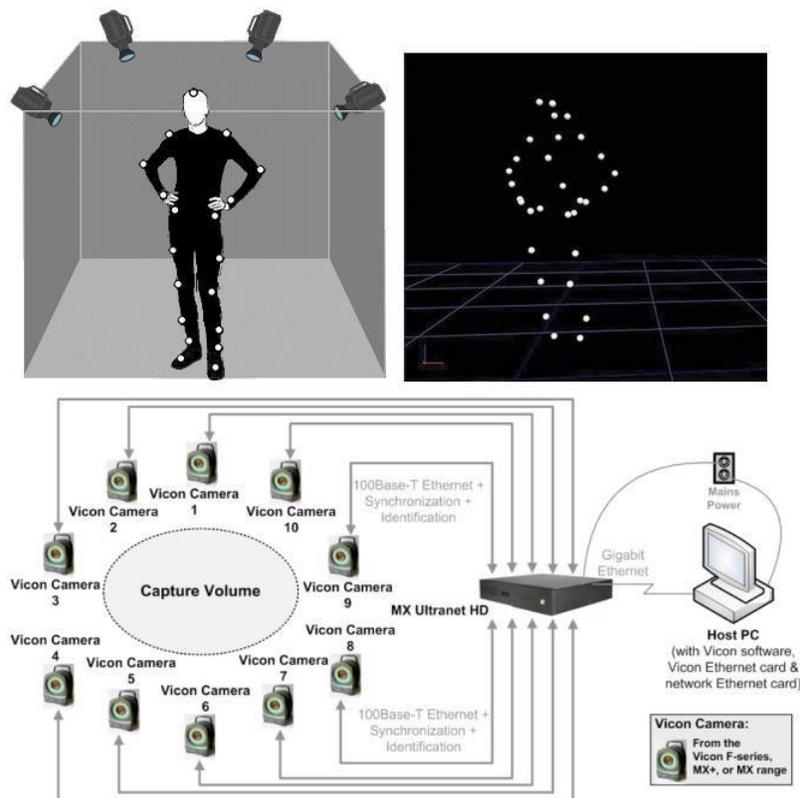
El experimento consiste en medir el tiempo y desempeño para la ejecución de una tarea de MB y de MNB, tanto en condiciones de exploración visual libre, como en condiciones de fijación visual forzada en un objetivo, todo esto controlado a través de un sistema de seguimiento ocular.

El Diseño experimental se realizó en 3 etapas:

**2.1. Generación de MB:** Se crearon 4 secuencias de videos formados por dos animaciones para exploración visual libre (una secuencia de MB, y MNB); y dos secuencias para fijación visual forzada en un objetivo (MB y MNB, con una cruz blanca para la fijación de un objetivo en el centro), todas incluidas entre puntos aleatorios (figura 5). Para crear la tarea de MB se realizó una captura del movimiento real del ciclo completo de la marcha humana sobre una cinta caminadora en distintas perspectivas tridimensionales bajo una misma base temporal. Para esto se utilizó un sistema cinemático de análisis de movimiento tridimensional (Motion Analysis System serie-T. Vicon Inc. USA), el cual está compuesto por 8 cámaras infrarrojas que censan marcadores esféricos reflectantes de 25 mm de diámetro, ubicados sobre las principales articulaciones del cuerpo y la cabeza (figura 2 y 3). Los registros cinemáticos, fueron sincronizados a través de un software previamente estandarizado para estos efectos. Para generar la tarea de MNB, se capturó una secuencia de marcadores sin un patrón conocido con movimientos pendulares en diferentes direcciones que no siguen el movimiento dinámico de los marcadores asociados a la captura de la marcha. Todos estos equipos estuvieron a disposición del investigador mediante una colaboración estable que se ha mantenido con el Laboratorio Integrativo de Biomecánica y Fisiología del Esfuerzo de la Universidad de Los Andes.

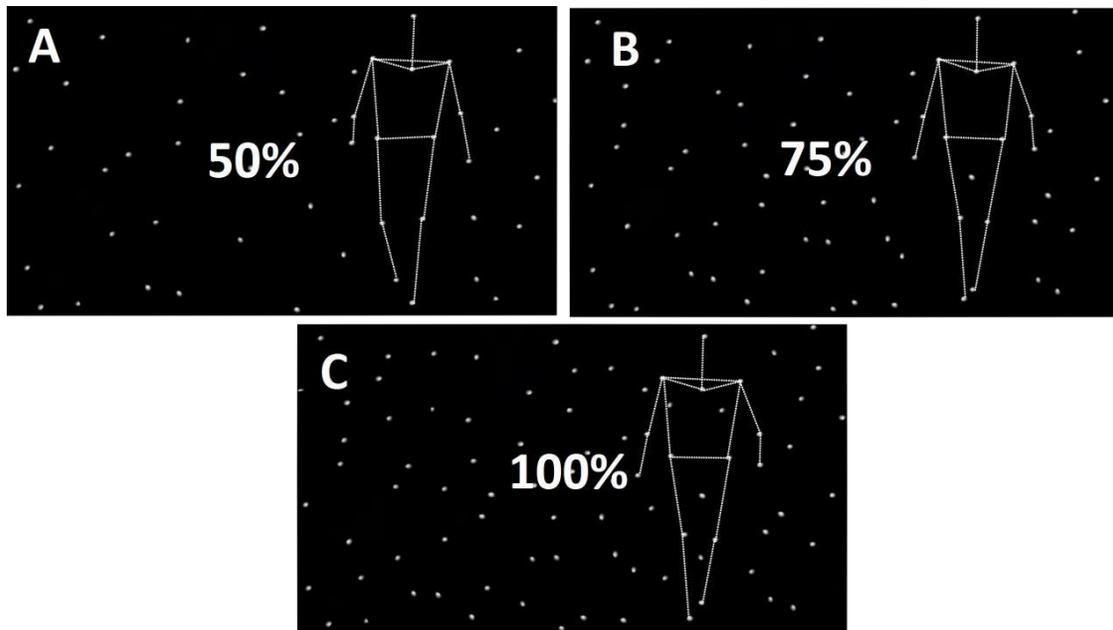


**Figura 2.** Ejemplo de captura cinemática de movimiento biológico: (A) Fotografía de un sujeto de prueba con marcadores unidos al cuerpo. (B) Imagen virtual de puntos capturados (modificado de Nackaerts., 2012).<sup>40</sup>



**Figura 3.** Modelo de captura tridimensional de Marcadores con cámaras infrarrojas para generar la tarea de MB (Vicon Inc. USA).

Tanto las tareas de MB, como las de MNB, debieron incluir puntos aleatorios incoherentes alrededor de la animación, con la finalidad de generar diferentes umbrales de dificultad de la tarea (50% 75% y 100%), para ello se utilizó un software de edición de video (Final Cut Pro 10.2 ©, figura 4).



**Figura 4.** Umbral de percepción según dificultad de la tarea. (A) Representación del 50% de puntos aleatorios agregados respecto a la conformación de puntos del MB. (B) Representación del 75% de puntos aleatorios agregados respecto a la conformación de puntos del MB. (C) Representación del 100% de puntos aleatorios agregados respecto a la conformación de puntos del MB.

De manera que, se generaron 4 videos formato .avi de 1024 x 758 píxeles de tamaño con una frecuencia de 40 frames/s, conformados por un mosaico de puntos blancos en contraste con un fondo oscuro que pueden tener o no coherencia en movimiento (figura 5). Estos videos mostraron dos secuencias de animación para exploración visual libre (una secuencia con puntos en MB, y la otra

con puntos en MNB, tanto al lado derecho, como al lado izquierdo de la pantalla, ambas incluidas entre puntos aleatorios); y dos secuencias para fijación visual forzada en un objetivo (una secuencia con puntos en MB y la otra con puntos en MNB, ambas incluidas entre puntos aleatorios con una cruz blanca para la fijación de un objetivo en el centro). Asimismo, los videos de movimiento biológico se presentaron en 3 tipos diferentes de perspectiva tridimensional de una misma secuencia de marcha en una misma base temporal en vista frontal, vista sagital y vista oblicua, tanto hacia derecha, como hacia izquierda. Esta secuencia de perspectivas junto a la presentación de videos de MNB, tienen la finalidad de evitar el aprendizaje de la tarea.

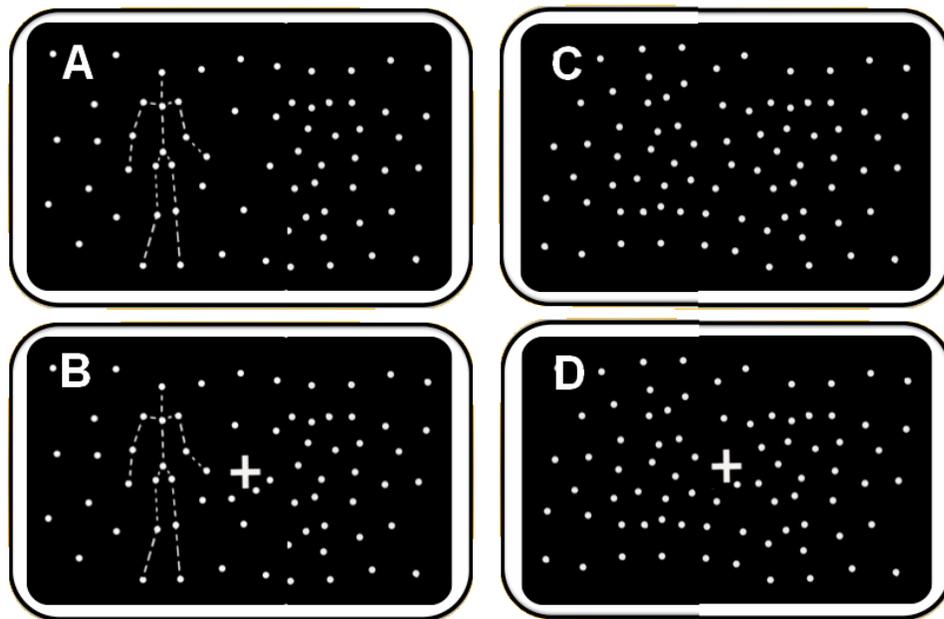


Figura 5. Esquema de captura de secuencias de animación para 4 ensayos. (A) Exploración visual libre en MB. (B) exploración visual forzada en MB. (C) exploración visual libre en MNB. (D) fijación visual forzada en MNB.

**2.2. Generación de tarea de MB:** Todos los estímulos y videos adquiridos fueron programados y presentados en una tarea utilizando el software Experiment Builder (EyeLink®, SR Research Ltd., Mississauga, Ontario, Canadá).

**2.3. Registro ocular de MB:** Se realizó un registro continuo de movimiento ocular durante la ejecución de la tarea de MB, mediante un sistema de Eye Tracker modelo EyeLink II con una tasa de muestreo de 500 Hz (EyeLink®, SR Research Ltd., Mississauga, Ontario, Canadá). Este sistema utiliza dos cámaras que registra la pupila binocularmente. El sistema EyeLink se ubicó a 72cm de un monitor de 32" LED (LG, resolución: 1920 × 1080 píxeles, frecuencia de muestreo de 85 Hz), donde 1 grado visual comprende 1,2632 cm de pantalla (Fig. 6). Todos los ensayos de las tareas se realizaron en el laboratorio de Psiquiatría Translacional (Psiquis Lab), ubicado en la Clínica Psiquiátrica del hospital clínico de la Universidad de Chile.



**Figura 6.** Sistema de registro pupilar EyeLink II (EyeLink®, SR Research Ltd., Mississauga, Ontario, Canadá). Y monitor de presentación de estímulos de MB.

**2.4. Procedimientos:** Antes de la sesión experimental los sujetos aceptaron participar en el estudio mediante la firma de un consentimiento informado, posteriormente se realizó la sesión experimental. Los participantes recibieron instrucciones sobre la tarea a ejecutar, dicha tarea se efectuó con los sujetos en posición sedente dentro de una habitación con poca luz frente a una pantalla instalada sobre una mesa. El participante utilizó un control (SR Research Ltd, bimanual) provisto de botoneras de colores definidos a la tarea programada, para responder durante el experimento pulsando un botón. Asimismo, para el registro del movimiento ocular durante la tarea, se utilizó el sistema EyeLink II.

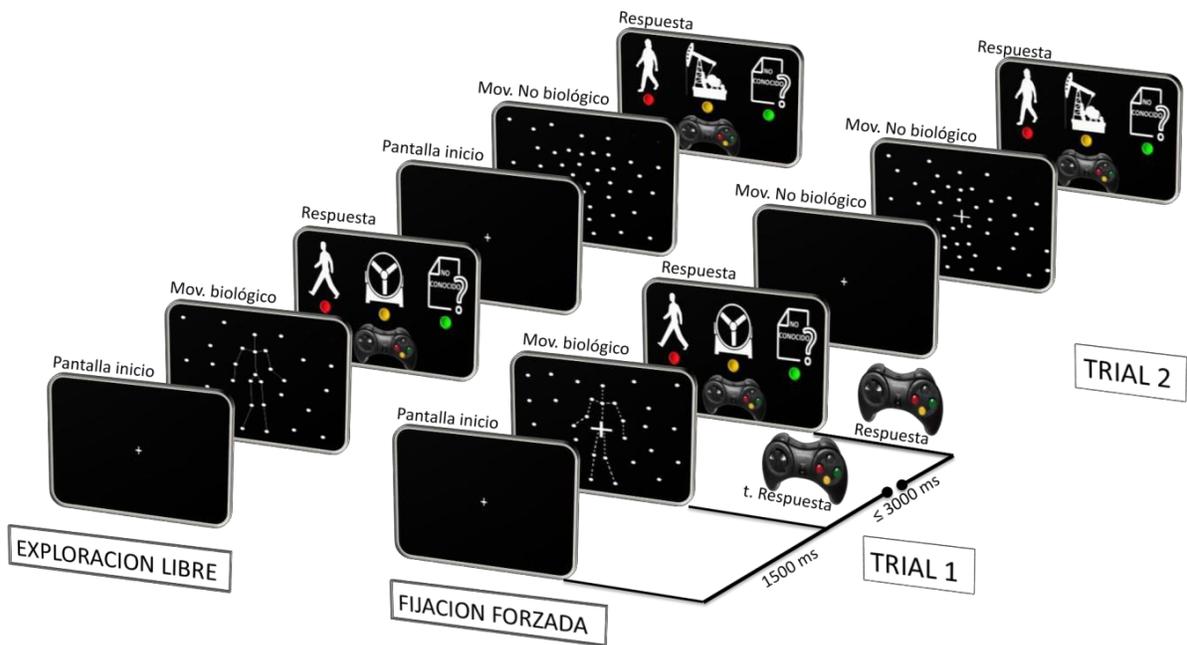
Antes de iniciar la tarea de MB, se registró el umbral de percepción de la tarea, para ello se solicitó a los participantes ver un video de MB de marcha humana, explorando libremente la pantalla, la presentación de los videos fue con orden según los niveles de dificultad, desde la más, a la menos compleja (100%, 75% y 50%), de manera que, si el sujeto refiere identificar algo conocido, se registra el nivel de su tarea en el más alto alcanzado. Si este no reconoce el MB, la tarea por defecto será con un umbral de percepción de 50%. Posteriormente termina el registro de umbral para posteriormente iniciar la tarea de MB.

La tarea de MB se inicia en el nivel antes seleccionado, y consiste en la presentación de 300 ensayos de MB y MNB de manera aleatoria en condiciones de exploración forzada, y a continuación 300 ensayos de MB y MNB de manera aleatoria en condiciones de exploración libre. La tarea comienza con una calibración global inicial, cada 4 ensayos se realizó un ajuste central de la mirada llamado "drift, y cada 75 ensayos se realizó una nueva calibración global

hasta completar los 300 ensayos. Para tareas de MB y MNB con fijación forzada, los participantes debieron fijar y mantener su mirada en una cruz presentada en el centro de la pantalla, e identificar el precepto durante la reproducción del video sin desviar la mirada. En cambio, para tareas de MB y MNB con exploración libre los participantes podían explorar libremente la pantalla para identificar el precepto. Cada ensayo comienza con la presentación de un video en las condiciones descritas anteriormente con una duración de 3000ms, si durante este tiempo el participante cree identificar algo conocido, puede presionar cualquier botón del control tan rápido como pueda, lo que permite la aparición de una pantalla con alternativas (esto genera un valor de tiempo en la tarea para registrar la velocidad de respuesta). En cambio, si el participante no identifica ningún precepto conocido y terminan los 3000ms, la tarea da paso a esta misma pantalla de alternativas descrita. El participante debe responder una de tres alternativas mediante el uso del control según los colores de cada botón (con la finalidad de registrar el desempeño), donde las alternativas son representadas en una imagen como: movimiento de una persona caminando (botón rojo), o algo no conocido (botón verde). El sujeto debe responder solo si está seguro, de lo contrario debe presionar la alternativa “no conocido”, finalmente al presionar el botón de respuesta se inicia el nuevo ensayo. La tarea tiene un tiempo de duración aproximado de 45 minutos.



**Figura 7.** Pantalla de respuesta en un ensayo de la tarea.



**Figura 8.** Tarea de movimiento Biológico en condiciones de exploración libre (izquierda), y fijación forzada (derecha). Un ensayo se definió desde el inicio de la presentación de un estímulo visual (video), hasta la respuesta ejecutada al final del ensayo.

## **ANÁLISIS DE DATOS**

### **1. Variables**

Para analizar los resultados de este estudio se definieron variables de rendimiento conductual (tiempo de respuesta y % de aciertos) y variables de estrategias oculares en la ejecución de la tarea de MB.

Las variables de rendimiento conductual fueron el tiempo de respuesta (tiempo en milisegundos desde el inicio de la presentación del estímulo hasta la respuesta del sujeto con el control durante la tarea, antes de la presentación de la pantalla de alternativas), y el desempeño de la respuesta en las alternativas mostradas posteriormente (medido en aciertos correctos/incorrectos).

Para identificar que estrategias oculares utilizaron los sujetos para la ejecución de una tarea de MB, se utilizaron las variables Fijaciones oculares (número total de fijaciones en promedio por ensayo), Duración de todas las fijaciones (el tiempo total promedio de permanencia de todas las fijaciones durante un ensayo en áreas de interés predefinidas) y las microsacadas (número total de microsacadas en promedio por ensayo) en la ejecución de la tarea de MB en diferentes condiciones.

Una vez identificado el desempeño conductual, y con el objetivo de identificar si los sujetos necesitaban explorar los puntos de la zona de MB para percibirlo, se seleccionaron solo los ensayos de exploración libre con repuestas correctas y se definieron 2 áreas de interés, una ubicada en el centro (lugar de presentación o no presentación de un objetivo de fijación) y otra en un área lateral tanto derecha

como izquierda, exactamente en la zona donde se presenta la figura de movimiento biológico (fig. 9). De esta manera se compararon las diferencias entre el número total de fijaciones en promedio por ensayo y el tiempo total promedio de permanencia de todas las fijaciones en el área de interés durante un ensayo en la ejecución de la tarea de MB.

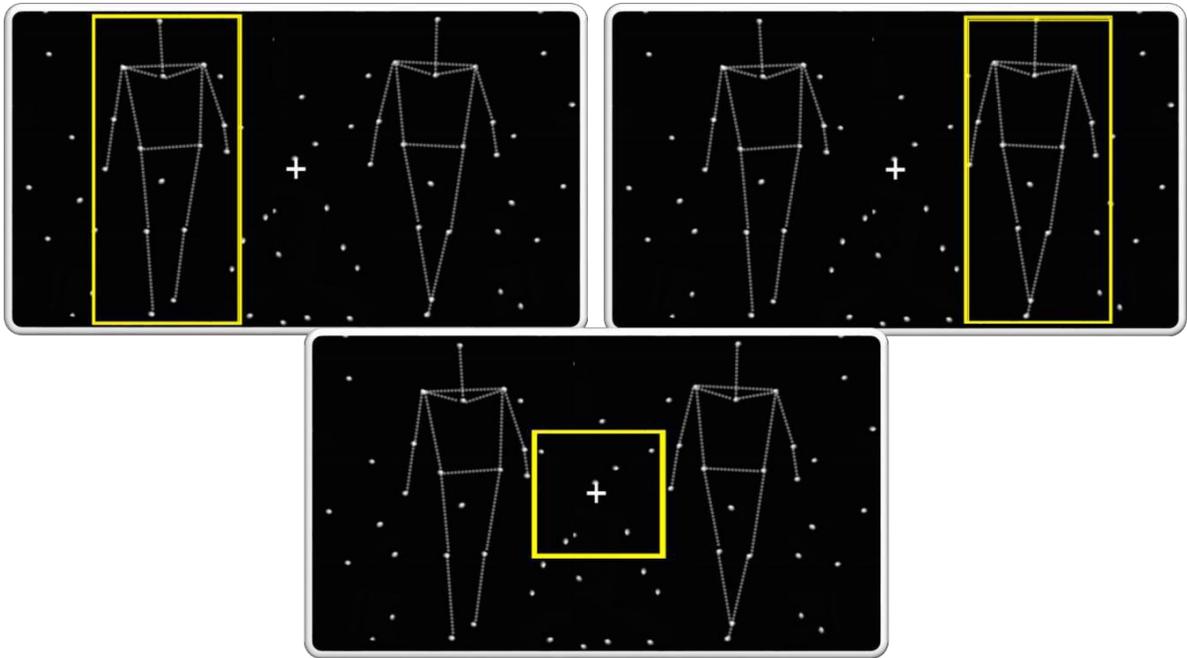
Para conocer qué zona o lugar de la figura de MB a percibir es explorado se delimitaron áreas de interés dentro del cuerpo de la figura de MB de una persona caminando, de modo que se creó el área de interés superior (puntos superiores que caracterizan el tren superior de la figura humana); área de interés central (puntos del centro del cuerpo de la figura humana conformada por estos), y un área de interés inferior (puntos que corresponden a los miembros inferiores de la figura humana), estas zonas de interés son mostradas en la figura 10. De igual manera, se compararon las diferencias entre el número total de fijaciones en promedio por ensayo y el tiempo total promedio de permanencia de todas las fijaciones en las áreas de interés descritas durante un ensayo en la ejecución de la tarea de MB. (figura 10).

Finalmente, para identificar si existían diferencias que permitan identificar hallazgos en la conducta ocular durante la presentación de tareas de MB en condiciones de fijación forzada, se utilizó la variable de microsacadas que realizaron los sujetos durante los ensayos. Primero se comparó si existieron diferencias entre el número total de microsacadas en promedio por ensayo realizadas entre tareas de MB y MNB. A continuación, se comparó diferencias entre 3 direcciones angulares de las microsacadas dentro de la zona de interés donde el sujeto fija la mirada (cruz central de la pantalla), para identificar su proyección hacia

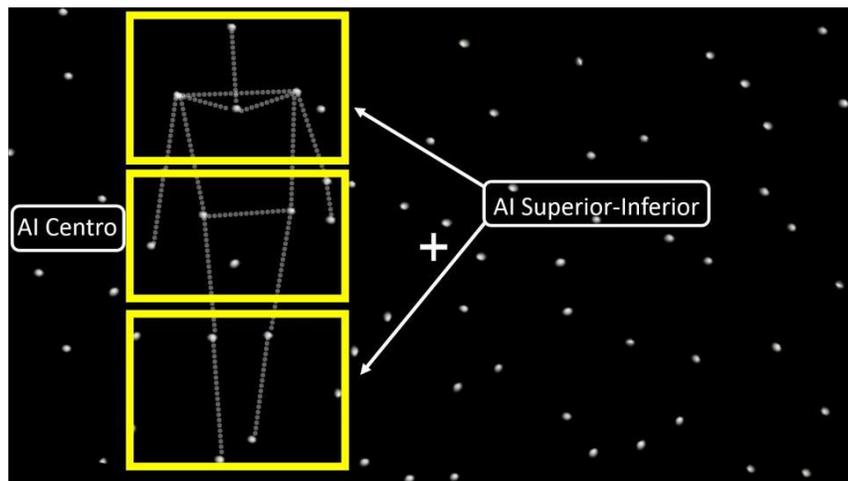
la zona de la figura del movimiento biológico adyacente en tareas de MB en condiciones de fijación forzada, con la finalidad de identificar el comportamiento ocular de los sujetos, simulando condiciones de una tarea de atención encubierta. Para ello se seleccionó las microsacadas según la caracterización de Engbert, R. 2006 <sup>49</sup>. Para determinar la direccionalidad de la microsacada, se identificó filtrando todas las sacadas  $\leq$  a 1 grado de amplitud que el sujeto realizó durante los ensayos de MB que se generaron desde el centro de la pantalla considerando el número de píxeles para dividirla en dirección lateral, hacia la ubicación donde se presentó el MB (izquierda-derecha). De manera que se seleccionaron aquellas microsacadas que estuvieran dentro de 3 áreas de interés definidas como, oblicua superior ( $90^{\circ}$ - $29^{\circ}$ ), central ( $30^{\circ}$ - $330^{\circ}$ ) e inferior ( $229^{\circ}$ - $270^{\circ}$ ), cuando el MB se presentó hacia el lado derecho. Y oblicua superior ( $90^{\circ}$ - $149^{\circ}$ ), central ( $150^{\circ}$ - $210^{\circ}$ ) e inferior ( $211^{\circ}$ - $270^{\circ}$ ), cuando el MB se presentó hacia el lado izquierdo. Asimismo se categorizó a la figura de MB adyacente con 3 zonas de interés (superior, central e inferior), con la finalidad de identificar si existe una proyección de las microsacadas hacia una zona de interés de la figura de MB adyacente de manera correspondiente (figura 11 y 12). Parte de este proceso se realizó utilizando el software python versión 2.7.14.

## **2. Análisis estadístico.**

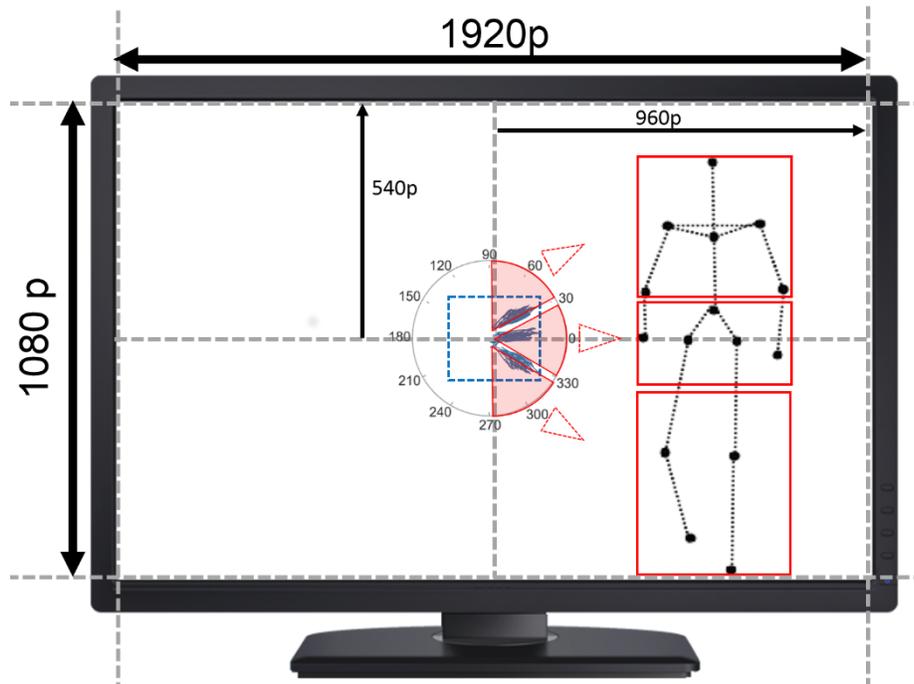
Se establecieron estadísticamente las medidas de tendencia central utilizando el software R versión 3.2.5. Para verificar la normalidad de los distintos grupos de datos se utilizó la prueba de Shapiro-Wilks. En todos los datos se utilizó la mediana y la desviación absoluta de la mediana. Debido a que los datos no se distribuyeron de manera normal en las variables expuestas previamente, se realizaron pruebas no paramétricas. Para determinar diferencias significativas entre las variables de respuestas conductuales (rendimiento y tiempo de respuesta) y de estrategias oculares (número, tiempos de fijación y microsacadas) se analizó muestras pareadas mediante la prueba de Wilcoxon. Todos los análisis estadísticos se presentaron con resultados estadísticamente significativos ( $p < 0.05$ ), utilizando el software IBM SPSS Statistic (versión 22).



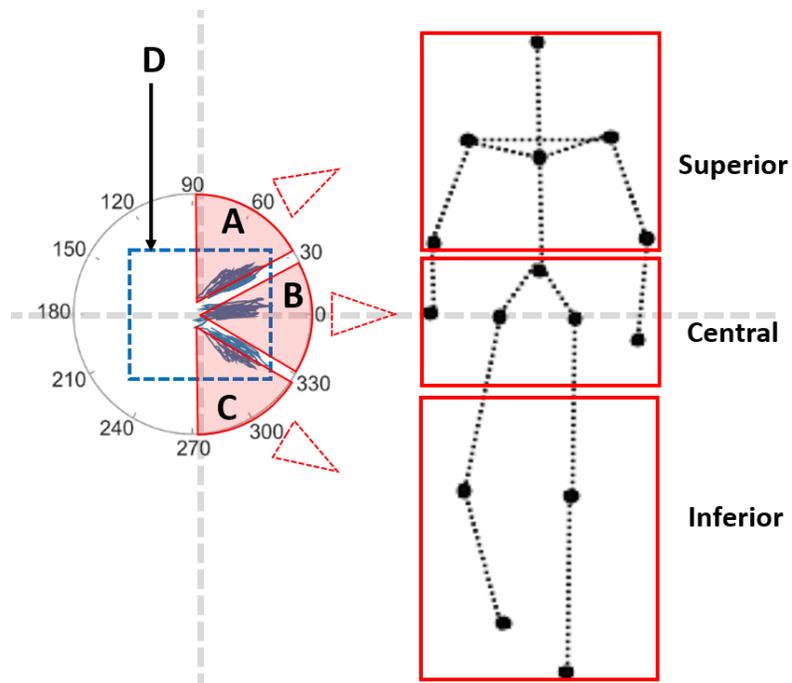
**Figura 9:** Esquema de áreas de interés definidas.



**Figura 10.** Áreas de interés dentro de la figura de MB de una persona caminando. Área de interés superior; área de interés central, y área de interés inferior.



**Figura 11.** El esquema muestra un modelo que identifica rangos angulares de dirección de las microsacadas y su proyección hacia zonas de interés del MB adyacente, basado en su posición respecto a los píxeles de la pantalla.



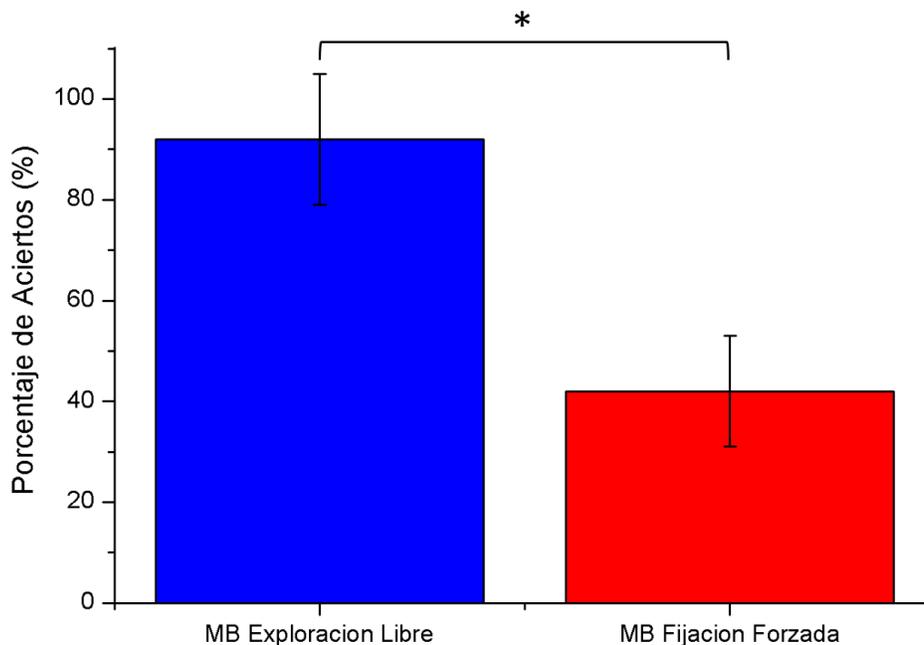
**Figura 12.** Modelo de proyección de la dirección de las microsacadas hacia la figura del MB, que se generaron en 3 áreas angulares (oblicua superior, oblicua inferior, y central) dirigidas a zonas específicas de interés del MB (superior, central e inferior) en tareas de exploración forzada.

## RESULTADOS

### 1. Resultados conductuales de MB.

Al comparar el rendimiento de respuesta para la ejecución de una tarea de MB, tanto en condiciones de exploración visual libre, como en condiciones de fijación visual forzada en un objetivo, se observó que los sujetos en promedio aciertan más en ensayos de MB en condiciones de exploración visual libre (92+/-12% de aciertos), que en condición de fijación forzada (42+/-11% de aciertos),  $p=0,002$ , (gráfico 1).

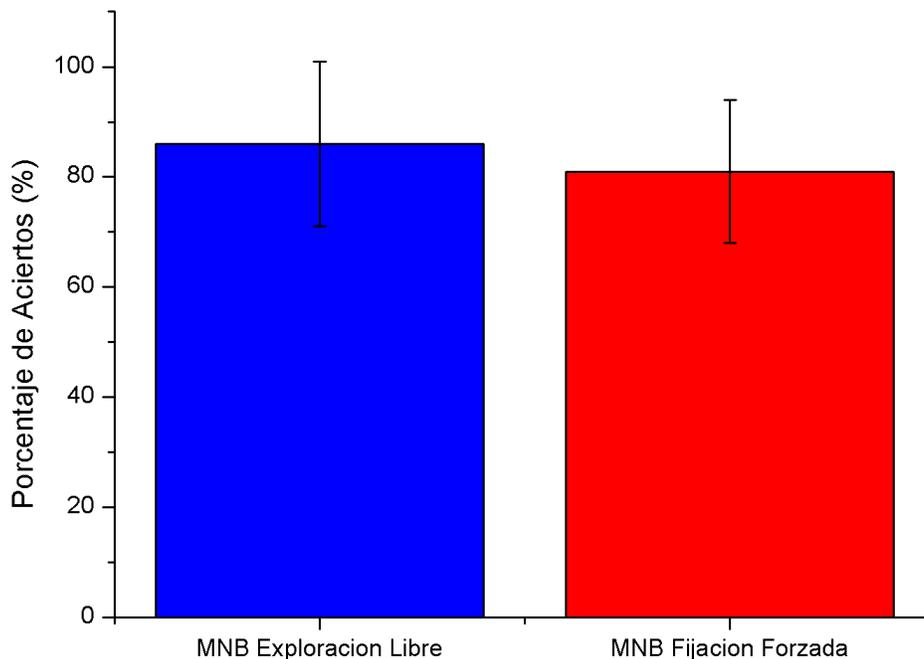
#### 1.1. Porcentaje de aciertos de MB.



**Gráfico 1.** Porcentaje de aciertos en una tarea de MB. Barra azul, condición de exploración libre. Barra roja, condición de exploración forzada.  $p=0,002$ . (n=28).

De la misma manera, se comparó el rendimiento de respuesta para la ejecución de una tarea de MNB, tanto en condiciones de exploración visual libre, como en condiciones de fijación visual forzada en un objetivo. Se observó que los sujetos en promedio, aciertan con un 86+/-13% en las tareas de MNB en condiciones de exploración visual libre, y un 81+/-11 % en las tareas de MNB en condiciones de fijación forzada. No existiendo diferencias estadísticamente significativas entre el desempeño de estas dos condiciones,  $p=0,399$  (gráfico 2).

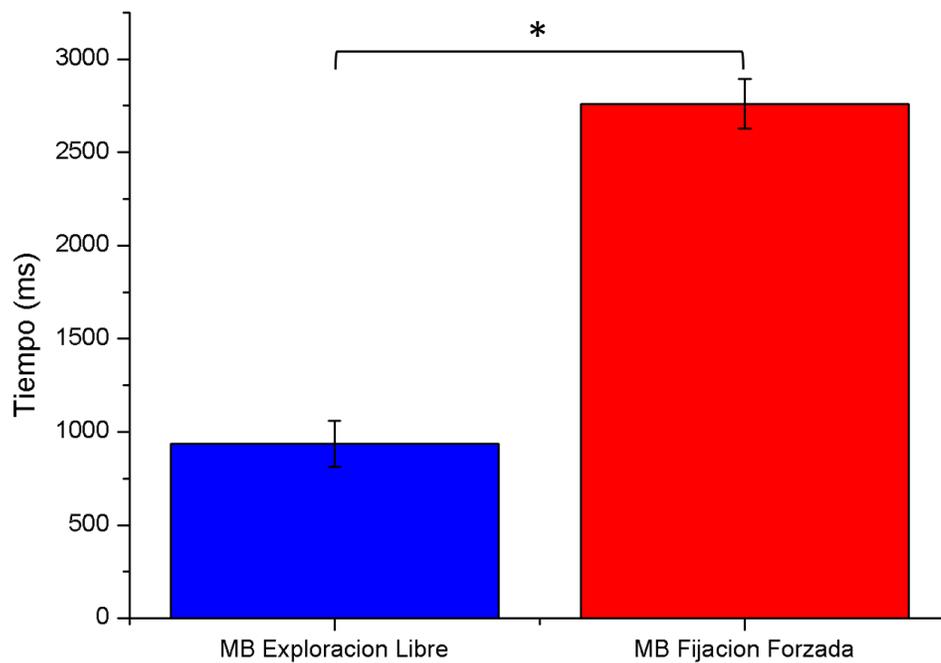
## 1.2. Porcentaje de aciertos de MNB.



**Gráfico 2.** Porcentaje de aciertos en una tarea de MNB. Barra azul, condición de exploración libre. Barra roja, condición de exploración forzada.  $p=0,399$  ( $n=28$ ).

En cuanto al tiempo de reacción se observan diferencias significativas, con tiempos de reacción promedio menores en los ensayos de MB en condiciones de exploración visual libre con un tiempo de 935 +/- 232 ms, respecto a condiciones de fijación forzada, con un tiempo de 2730 +/- 221 ms,  $p=0,0002$  (gráfico 3).

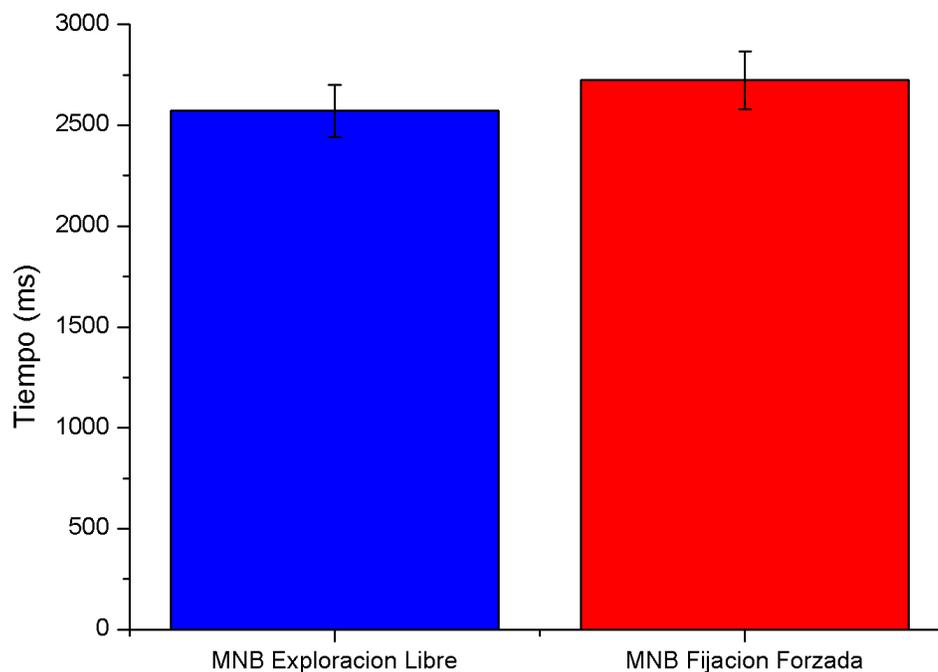
### 1.3. Tiempo de respuesta MB.



**Grafico 3.** Tiempo de respuesta en una tarea de MB. Barra azul, condición de exploración libre. Barra roja, condición de exploración forzada.  $p=0,0002$ . (n=28).

Se analizó las diferencias del promedio del tiempo de reacción entre las tareas de MNB en condiciones de exploración visual libre y fijación forzada. Resultando tiempos de 2573 +/- 130 ms; y 2724 +/- 143 ms respectivamente. No existiendo diferencias estadísticamente significativas,  $p=0,423$  (gráfico 4).

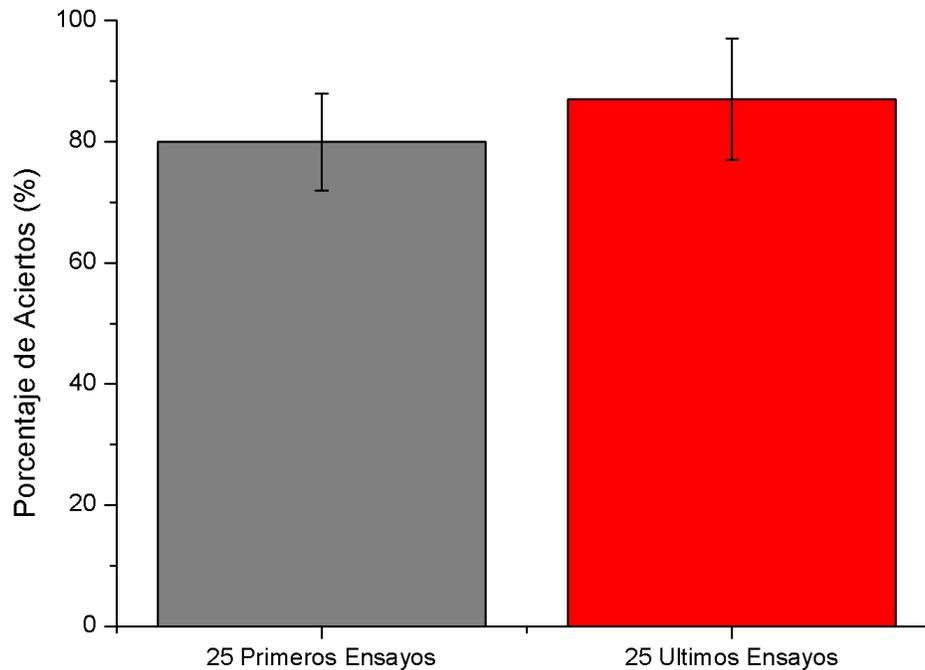
#### 1.4. Tiempo de respuesta MNB.



**Grafico 4.** Tiempo de respuesta en una tarea de MNB. Barra azul, condición de exploración libre. Barra roja, condición de exploración forzada.  $p=0,423$ . (n=28).

Adicionalmente se analizó si existían diferencias significativas entre el porcentaje de aciertos de MB entre los 25 ensayos iniciales y los 25 finales con la finalidad de identificar señales de aprendizaje en la tarea. Los Resultados mostraron que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los primeros y últimos ensayos de la tarea de MB.  $p=0,492$ (n=28), grafico 5.

### 1.5. Porcentaje de Aciertos de MB inicial-final.



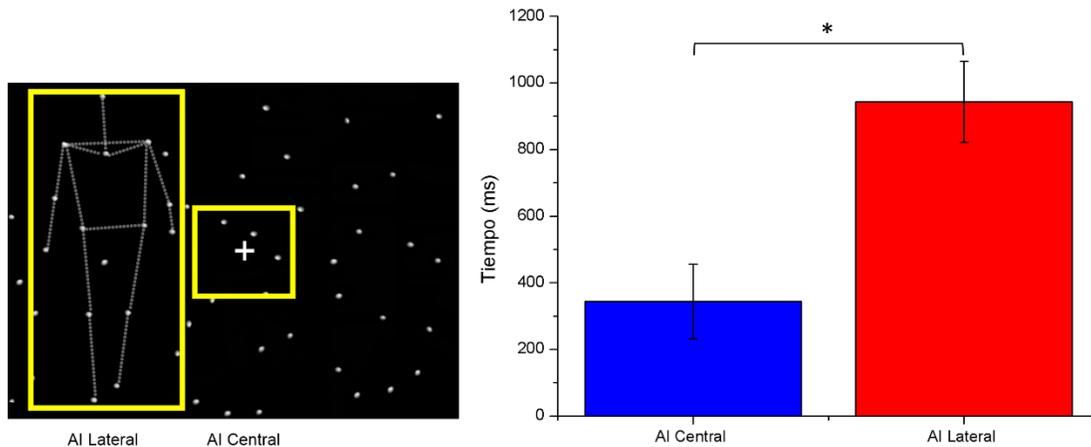
**Grafico 5.** Porcentaje de aciertos en una tarea de MB en los ensayos iniciales y finales. Barra gris, representa los 25 ensayos iniciales. Barra roja, representa los 25 ensayos finales.  $p=0,492(n=28)$ .

## 2. Resultados de estrategias oculares de MB

Al comparar el promedio del tiempo total de duración de fijaciones por ensayo entre el área de interés central y el área de interés lateral en ensayos de MB con exploración libre, se observan diferencias significativas tanto en MB presentados hacia la izquierda ( $943,3 \pm 121,3$  ms versus  $344,3 \pm 112,7$  ms, respectivamente  $p=0,002$ . gráfico 6), como hacia el lado derecho ( $856,3$  ms  $\pm 170,9$  versus  $379$  ms,

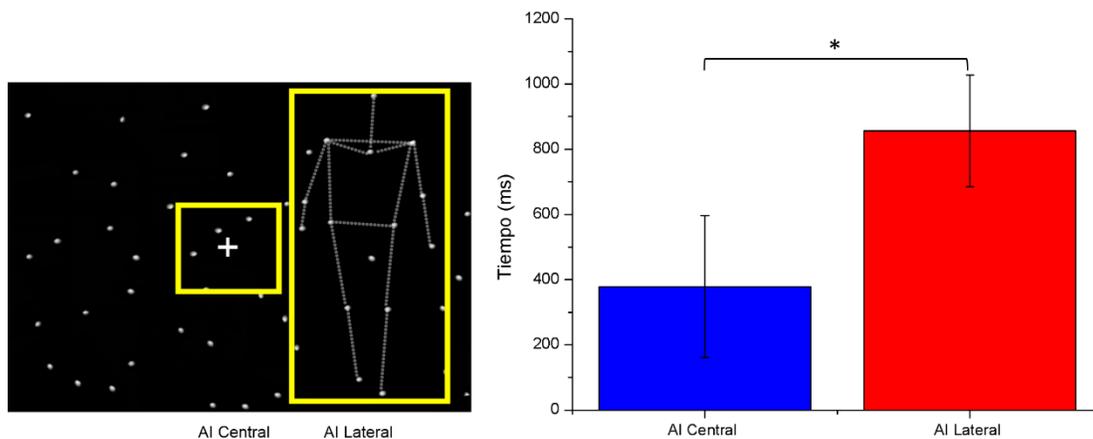
$\pm 218,8$  respectivamente,  $p=0,005$ . gráfico 7).

## 2.1. Tiempo de fijaciones en áreas de interés en MB izquierdo.



**Gráfico 6:** Tiempo total promedio de permanencia de todas las fijaciones en las áreas de interés durante un ensayo, en la ejecución de la tarea de MB en exploración libre presentados hacia la izquierda. A la izquierda, se presenta un esquema de áreas de interés comparadas. A la derecha, la barra azul representa el área de interés central. La barra roja corresponde al área de interés lateral que representa la ubicación del MB.  $p=0,002$  ( $n=28$ ).

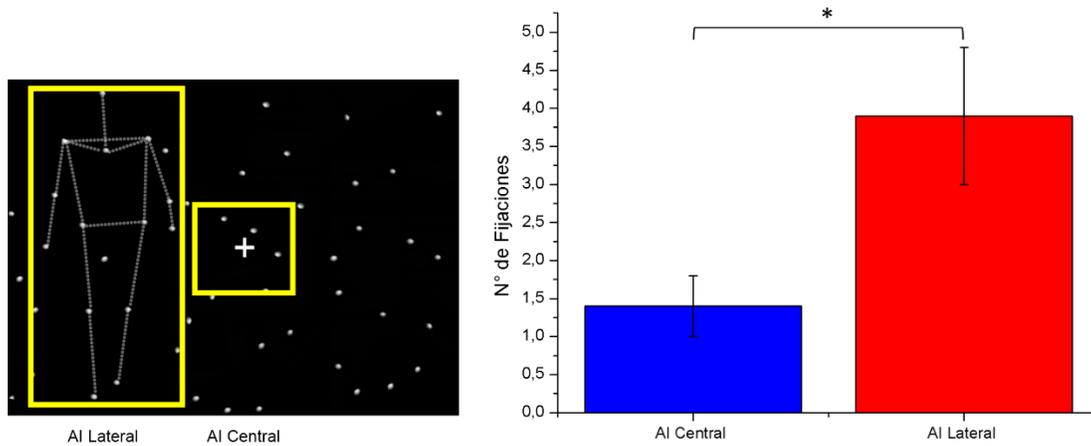
## 2.2. Duración de fijaciones en áreas de interés en MB derecho.



**Gráfico 7:** Tiempo total promedio de permanencia de todas las fijaciones en las áreas de interés durante un ensayo, en la ejecución de la tarea de MB en exploración libre presentados hacia la derecha. A la izquierda, se presenta un esquema de áreas de interés comparadas. A la derecha, la barra azul representa el área de interés central. La barra roja corresponde al área de interés lateral que representa la ubicación del MB.  $p=0,005$  ( $n=28$ ).

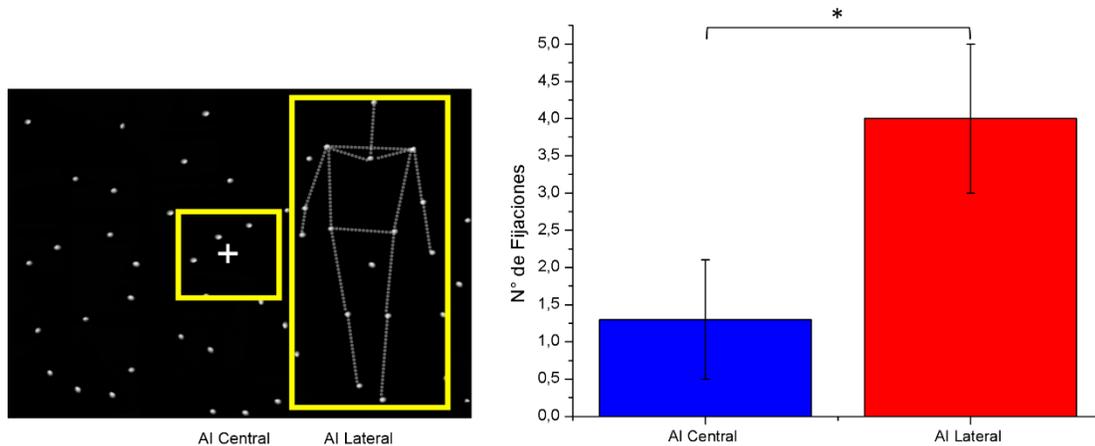
Cuando se han comparado el número total de fijaciones en promedio por ensayo entre área de interés central y el área de interés lateral en condiciones de exploración libre, también se observan diferencias significativas, tanto en MB presentados hacia la izquierda ( $3,9 \pm 0,9$  versus  $1,4 \pm 0,4$  respectivamente  $p=0,002$  gráfico 8), como hacia el lado derecho ( $4 \pm 1$  versus  $1,3 \pm 0,8$  respectivamente  $p=0,002$  gráfico 9).

### 2.3. Número de fijaciones en áreas de interés en MB izquierdo.



**Gráfico 8:** Número total de fijaciones en promedio por ensayo entre área de interés central y el área de interés lateral, en tareas de MB con exploración libre presentados hacia la izquierda. A la izquierda, se presenta un esquema de áreas de interés comparadas. A la derecha, la barra azul representa el área de interés central. La barra roja corresponde al área de interés lateral que representa la ubicación del MB.  $p=0,002$  ( $n=28$ ).

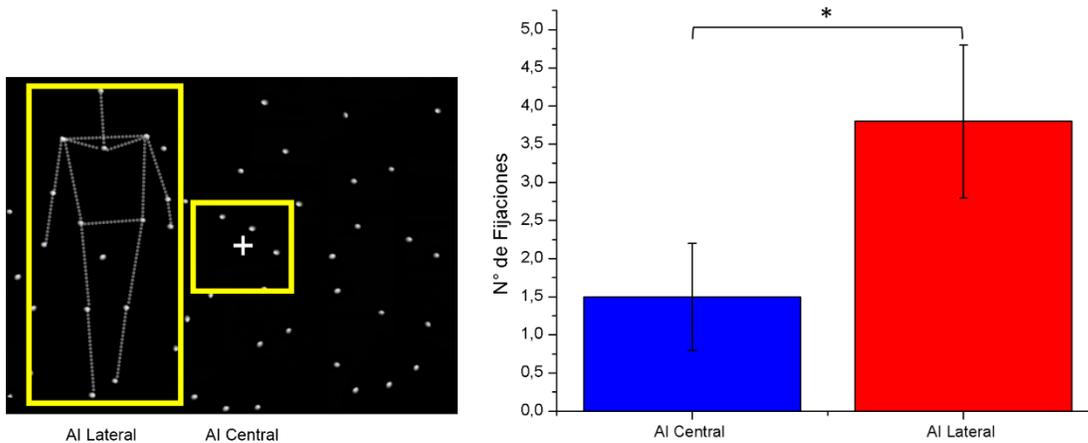
## 2.4. Número de fijaciones en áreas de interés en MB derecho.



**Gráfico 9:** Número total de fijaciones en promedio por ensayo entre área de interés central y el área de interés lateral, en tareas de MB con exploración libre presentados hacia la derecha. A la izquierda, se presenta un esquema de áreas de interés comparadas. A la derecha, la barra azul representa el área de interés central. La barra roja corresponde al área de interés lateral que representa la ubicación del MB.  $p=0,002$  ( $n=28$ ).

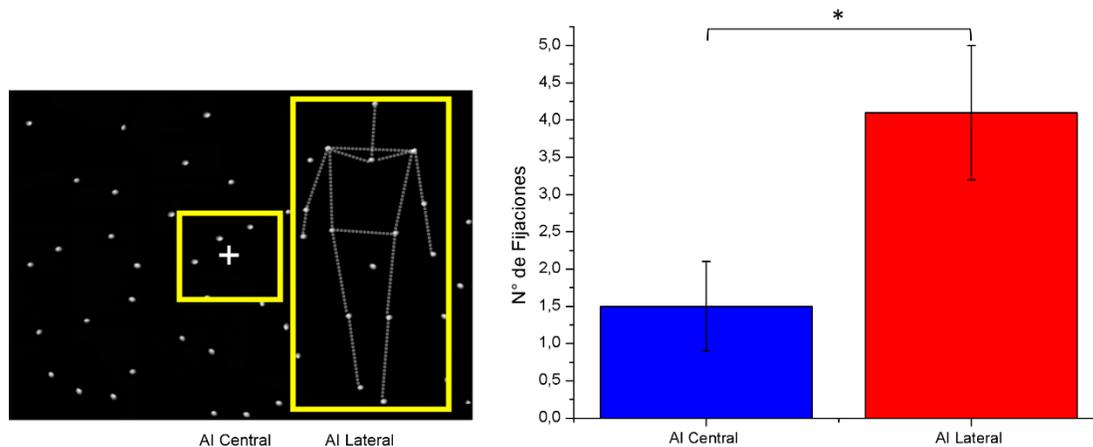
Adicionalmente, se han comparado el número total de fijaciones en promedio por ensayo entre el área de interés central y el área de interés lateral, en ensayos de exploración libre y tareas de MB de respuestas incorrectas, resultando diferencias significativas, tanto en MB presentados hacia la izquierda ( $3,8 \pm 1$  versus  $1,5 \pm 0,7$  respectivamente  $p=0,0038$ , grafico 10) como hacia el lado derecho ( $4,1 \pm 0,9$  versus  $1,5 \pm 0,6$  respectivamente  $p=0,0042$ , grafico 11).

## 2.5. Numero de fijaciones en áreas de interés en MB izquierdo (respuestas incorrectas).



**Gráfico 10:** Número total de fijaciones en promedio por ensayo entre área de interés central y el área de interés lateral, en tareas con respuestas incorrectas de MB con exploración libre presentados hacia la izquierda. A la izquierda, se presenta un esquema de áreas de interés comparadas. A la derecha, la barra azul representa el área de interés central. La barra roja corresponde al área de interés lateral que representa la ubicación del MB.  $p=0$ ,  $p=0,0038$  ( $n=28$ ).

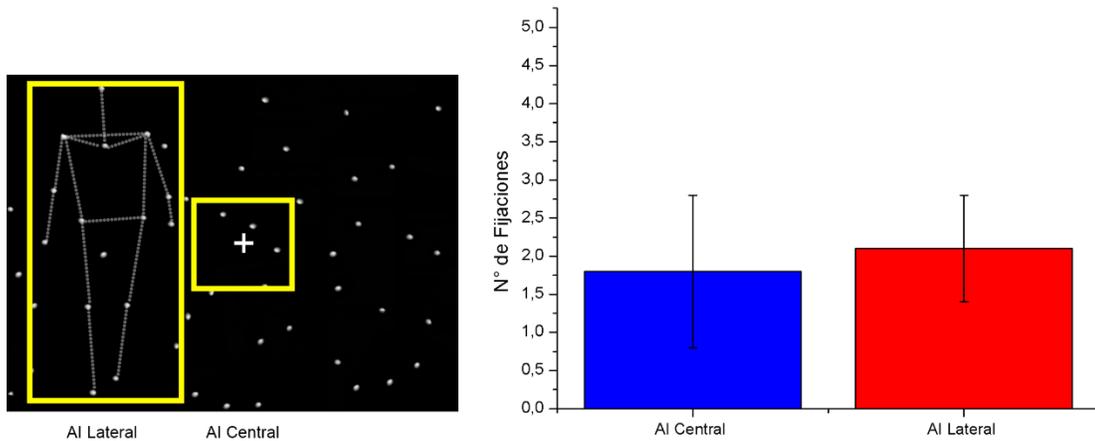
## 2.6. Numero de fijaciones en áreas de interés en MB derecho (respuestas incorrectas).



**Gráfico 11:** Número total de fijaciones en promedio por ensayo entre área de interés central y el área de interés lateral, en tareas con respuestas incorrectas de MB con exploración libre presentados hacia la derecha. A la izquierda, se presenta un esquema de áreas de interés comparadas. A la derecha, la barra azul representa el área de interés central. La barra roja corresponde al área de interés lateral que representa la ubicación del MB.  $p=0$ ,  $p=0,0042$  ( $n=28$ ).

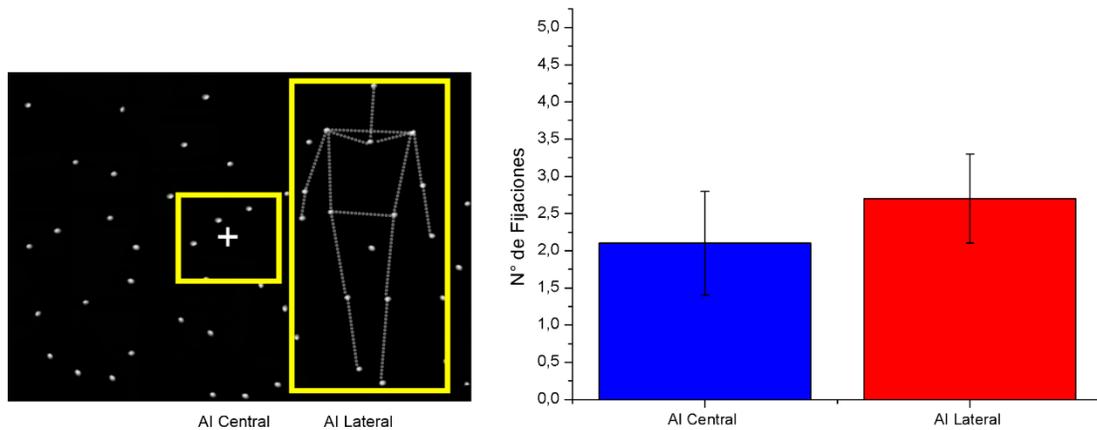
De igual manera, se analizaron diferencias entre número total de fijaciones en promedio por ensayo del área de interés central y el área de interés lateral para tareas de movimiento no biológico. Mostrando valores que no tienen diferencias estadísticamente significativas, tanto en estímulos presentados a la izquierda ( $1,8 \pm 1$  versus  $2,1 \pm 0,7$   $p=0,125$ ), como en estímulos presentados a la derecha ( $2,1 \pm 0,7$  versus  $2,7 \pm 0,6$   $p=0,314$ ), gráficos 12 y 13 respectivamente.

## 2.7. Número de fijaciones en áreas de interés en MNB izquierdo.



**Gráfico 12:** Número total de fijaciones en promedio por ensayo entre área de interés central y el área de interés lateral, en tareas de MNB con exploración libre presentados hacia la izquierda. A la izquierda, se presenta un esquema de áreas de interés comparadas. A la derecha, la barra azul representa el área de interés central. La barra roja corresponde al área de interés lateral que representa la ubicación del MB.  $p=0,125$  ( $n=28$ ).

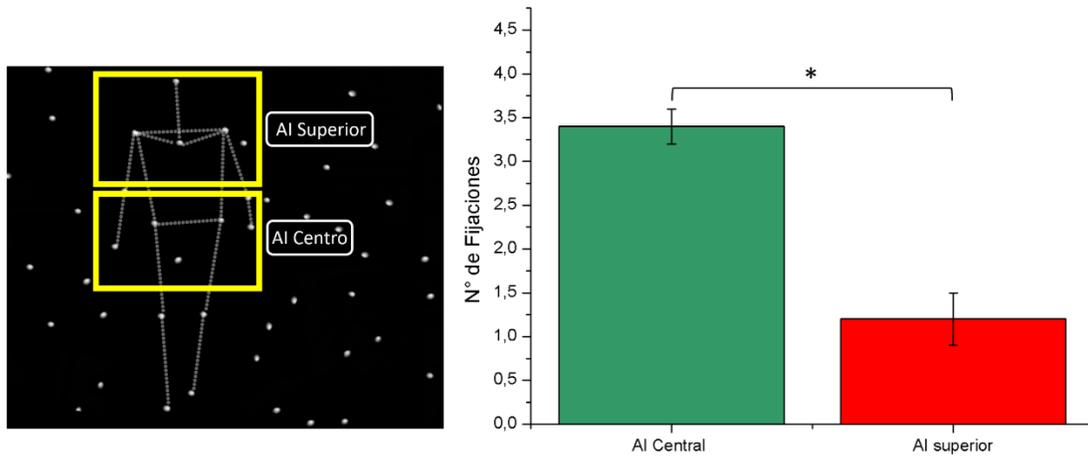
## 2.8. Número de fijaciones en áreas de interés en MNB derecho.



**Gráfico 13:** Número total de fijaciones en promedio por ensayo entre área de interés central y el área de interés lateral, en tareas de MNB con exploración libre presentados hacia la derecha. A la izquierda, se presenta un esquema de áreas de interés comparadas. A la derecha, la barra azul representa el área de interés central. La barra roja corresponde al área de interés lateral que representa la ubicación del MB.  $p=0,324$  ( $n=28$ ).

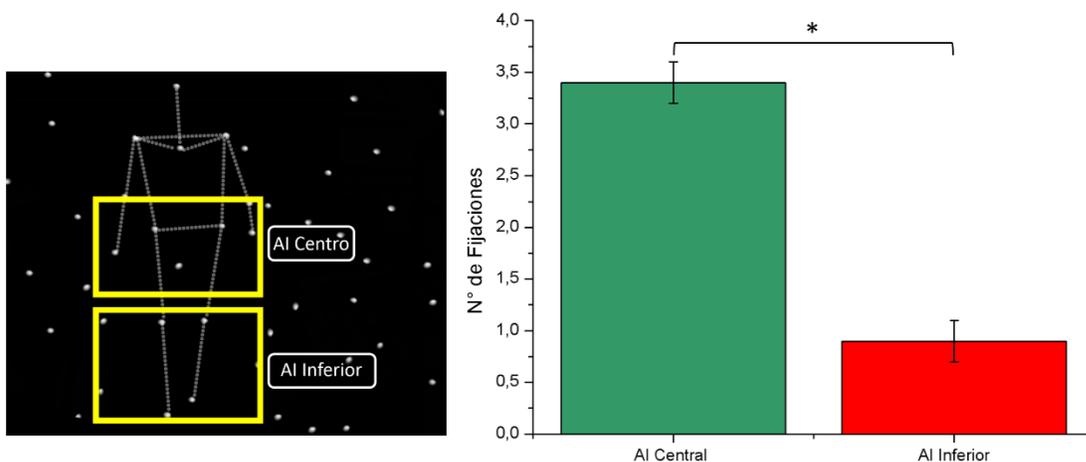
Cuando se ha constatado que el desempeño conductual de la percepción del MB es significativamente mayor en condiciones de exploración libre, y que el mayor número de fijaciones y tiempo de estas se concentra sobre la figura del precepto. Se ha comparado si hay diferencias de estas variables entre áreas de interés de la misma figura de MB. Para ello, inicialmente se promediaron los ensayos de MB con respuestas correctas presentados a la izquierda y derecha, con el fin de comparar el número total de fijaciones en promedio por ensayo entre las áreas de interés central con áreas de interés superior. Los resultados obtenidos en la comparación fueron  $3,4 \pm 0,2$  fijaciones promedio por ensayo en área de interés central, versus  $1,2 \pm 0,3$  fijaciones promedio por ensayo en área de interés superior. Mostrando diferencias estadísticamente significativas  $p=0,002$ . (gráfico 14). Asimismo la comparación entre áreas de interés central con el área de interés inferior mostro  $3,4 \text{ ms} \pm 0,2$  fijaciones promedio por ensayo en áreas de interés central, versus  $0,9 \text{ ms}, \pm 0,2$  fijaciones promedio por ensayo en áreas de interés inferior. Mostrando también diferencias estadísticamente significativas,  $p=0,005$  (gráfico 15).

## 2.9. Número de fijaciones en áreas de interés central y superior en MB.



**Gráfico 14:** Número total de fijaciones en promedio por ensayo entre área de interés central y el área de interés superior en la figura de MB, en condiciones de exploración libre. A la izquierda, se presenta un esquema de áreas de interés comparadas. A la derecha, la barra verde representa el área de interés central. La barra roja corresponde al área de interés superior.  $p=0,002$  ( $n=28$ ).

## 2.10. Número de fijaciones en áreas de interés central e inferior en MB.



**Gráfico 15:** Número total de fijaciones en promedio por ensayo entre área de interés central y el área de interés inferior en la figura de MB, en condiciones de exploración libre. A la izquierda, se presenta un esquema de áreas de interés comparadas. A la derecha, la barra verde representa el área de interés central. La barra roja corresponde al área de

interés

inferior.

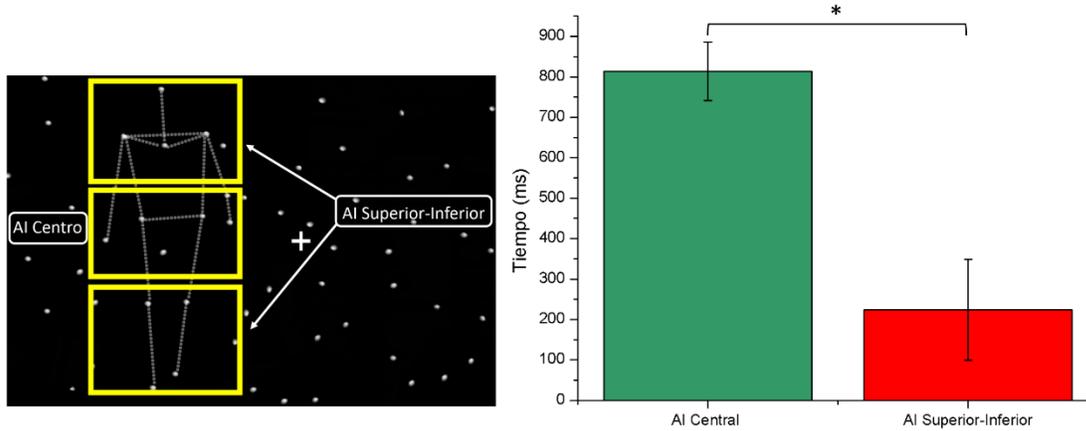
$p=0,$

005

( $n=28$ ).

Una vez determinadas las diferencias entre áreas de interés, y considerando el bajo número de fijaciones en las áreas de interés superior e inferior de la figura que conforma el MB, se decidió unir estas dos últimas áreas (superior-inferior) para ser comparadas con el área de interés central de la figura que conforma el MB. De manera que se comparó el tiempo total promedio de permanencia de todas las fijaciones por ensayo, entre el área de interés central y el área de interés superior-inferior que conforman la figura de MB en ensayos de exploración libre. En los resultados se observaron diferencias significativas, tanto en tareas de MB presentados hacia la izquierda (tiempos de área de interés central:  $814 \pm 72$  ms; versus tiempos de áreas de interés superior-inferior:  $224 \pm 8$  ms,  $p=0,002$ . gráfico 16), como hacia el lado derecho (tiempos de área de interés central:  $760 \pm 58$  ms; versus tiempos de áreas de interés superior-inferior:  $218 \text{ ms}, \pm 23$ ,  $p=0,005$ . gráfico 17).

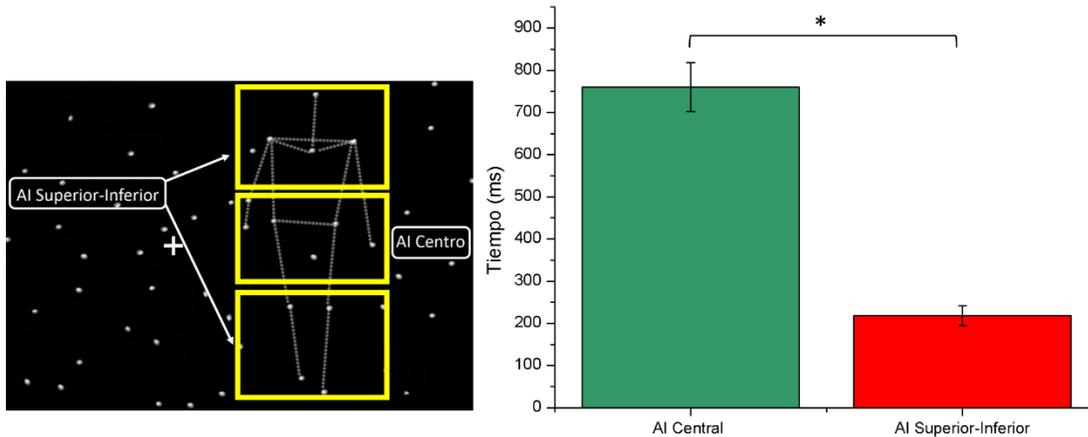
## 2.11. Tiempo de fijaciones en áreas de interés dentro de la figura de MB izquierdo.



**Gráfico 16:** Tiempo total promedio de permanencia de todas las fijaciones por ensayo en las áreas de interés central y superior-inferior de la figura de MB, en ensayos con exploración libre presentados hacia la izquierda. A la izquierda, se presenta un esquema de áreas de interés de la figura comparadas. A la derecha, la barra verde representa el área de interés del centro de la figura. La barra roja representa el área de interés superior-inferior de la figura del MB.  $p=0,002$  ( $n=28$ ).

## 2.12. Tiempo de fijaciones en áreas de interés dentro de la figura de MB

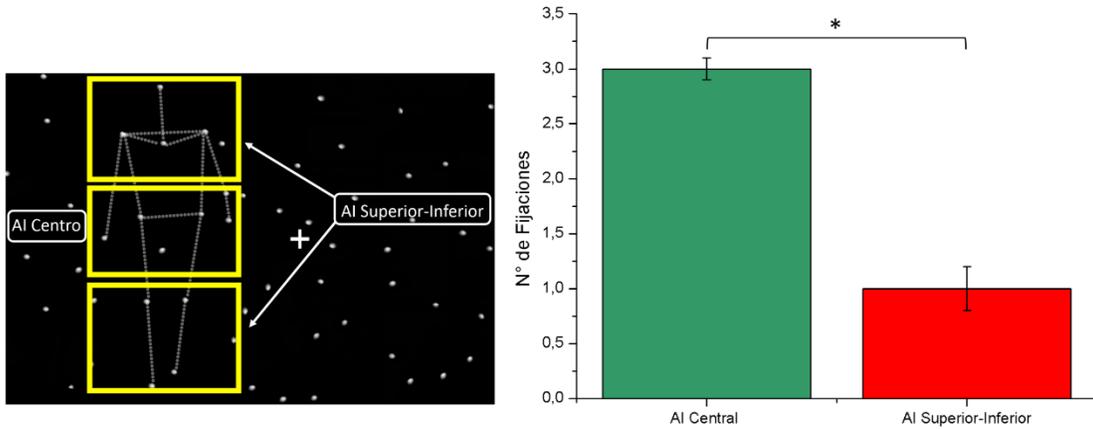
derecho.



**Gráfico 17:** Tiempo total promedio de permanencia de todas las fijaciones por ensayo en las áreas de interés central y superior-inferior de la figura de MB, en ensayos con exploración libre presentados hacia la derecha. A la izquierda, se presenta un esquema de áreas de interés de la figura comparadas. A la derecha, la barra verde representa el área de interés del centro de la figura. La barra roja representa el área de interés superior-inferior de la figura del MB.  $p=0,005$  ( $n=28$ ).

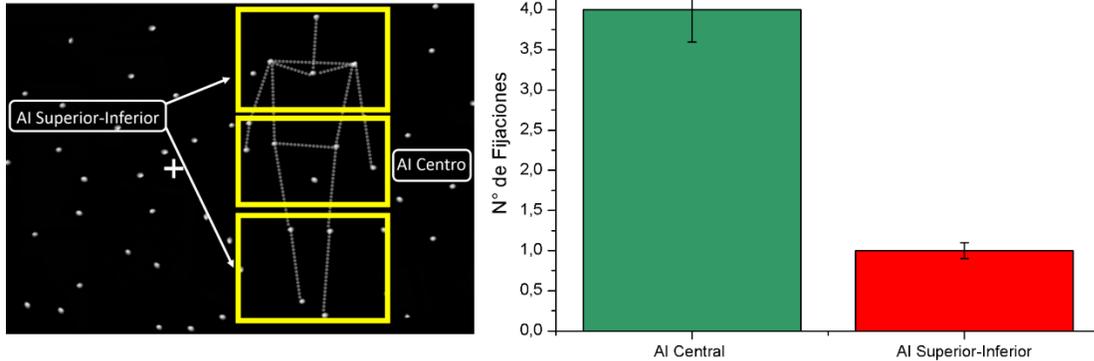
Asimismo, también se han comparado el número total de fijaciones en promedio por ensayo entre el área de interés del centro, y número total de fijaciones en promedio por ensayo en el área de interés superior-inferior dentro de la figura de MB para tareas de exploración libre. En los resultados se observan diferencias significativas tanto en MB presentados hacia la izquierda ( $3 \pm 0,1$  versus  $1 \pm 0,2$  respectivamente  $p=0,002$ . gráfico 18), como hacia el lado derecho ( $4 \pm 0,4$  versus  $1, \pm 0,1$  respectivamente  $p=0,004$ . gráfico 19).

**2.13. Número de fijaciones en áreas de interés dentro de la figura de MB**  
**izquierdo.**



**Gráfico 18:** Número total de fijaciones en promedio por ensayo entre las áreas de interés central y superior-inferior de la figura de MB, en tareas de MB con exploración libre presentados hacia la izquierda. A la izquierda, se presenta un esquema de áreas de interés de la figura comparadas. A la derecha, la barra verde representa el área de interés del centro de la figura. La barra roja representa el área de interés superior-inferior de la figura del MB.  $p=0,002$  ( $n=28$ ).

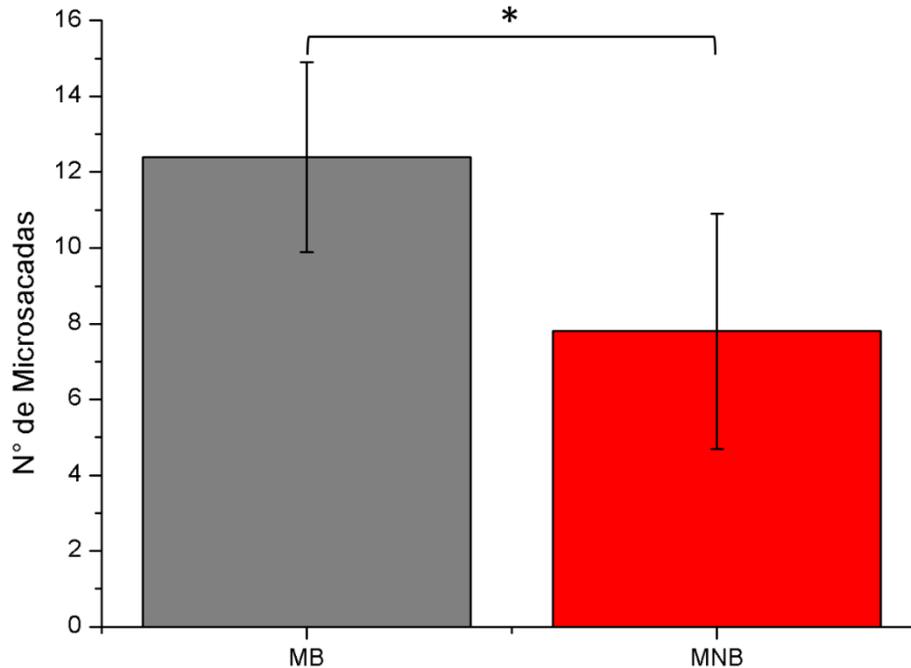
## 2.14. Número de fijaciones en áreas de interés dentro de la figura de MB derecho.



**Gráfico 19:** Número total de fijaciones en promedio por ensayo entre las áreas de interés central y superior-inferior de la figura de MB, en tareas de MB con exploración libre presentados hacia la derecha. A la izquierda, se presenta un esquema de áreas de interés de la figura comparadas. A la derecha, la barra verde representa el área de interés del centro de la figura. La barra roja representa el área de interés superior-inferior de la figura del MB.  $p=0,004$  ( $n=28$ ).

Para identificar la conducta ocular durante la presentación de tareas de MB en condiciones de fijación forzada, se comparó las diferencias entre el número total de microsacadas en promedio por ensayo, realizadas entre tareas de MB y MNB. Resultando diferencias significativas con un mayor número de microsacadas en tareas de MB ( $12,4 \pm 2,5$ ) respecto a MNB ( $7,8 \pm 3,1$ )  $p=0,004$ , gráfico 20.

## 2.15. Número de microsacadas MB y MNB.

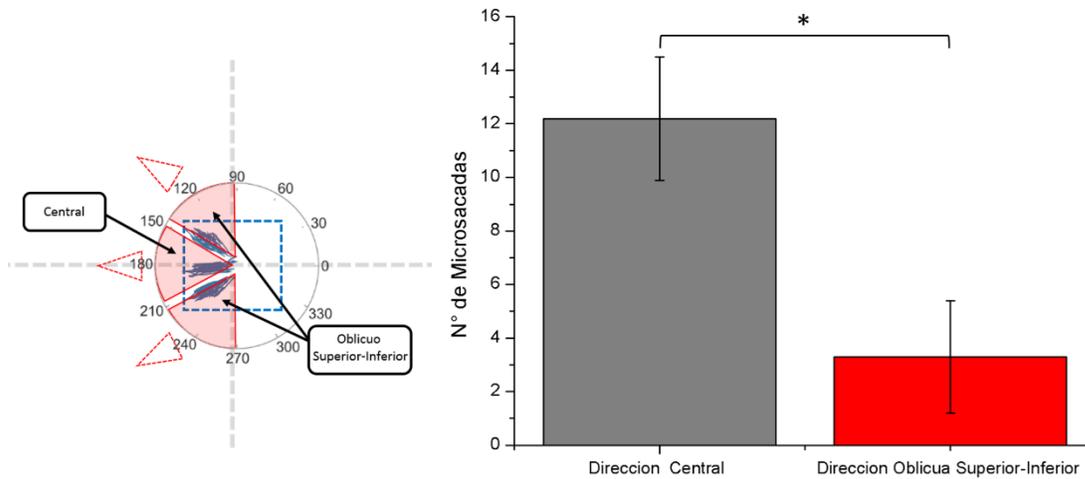


**Gráfico 20:** Número total de microsacadas en promedio por ensayo realizadas entre tareas de MB y MNB en condición de fijación forzada. Barra Gris, microsacadas en movimiento biológico. Barra roja, microsacadas en movimiento no biológico,  $p=0,004$ .

Finalmente, se comparó si existen diferencias entre 3 direcciones de las microsacadas hacia la zona de la figura del movimiento biológico que se presentó adyacente a la zona de interés central de tareas de fijación forzada de MB. Se decidió unir las direcciones oblicua superior e inferior, para ser comparadas con la dirección central. Resultando diferencias significativas entre el área de interés lateral central respecto a las áreas oblicuas superior-inferior, tanto en tareas de movimiento biológico presentados hacia la izquierda ( $12,2 \pm 2,3$  versus  $3,3 \pm 2,1$  respectivamente  $p=0,002$ , gráfico 21), como hacia la derecha ( $15,5 \pm 2,2$  versus  $3,4 \pm 1,7$

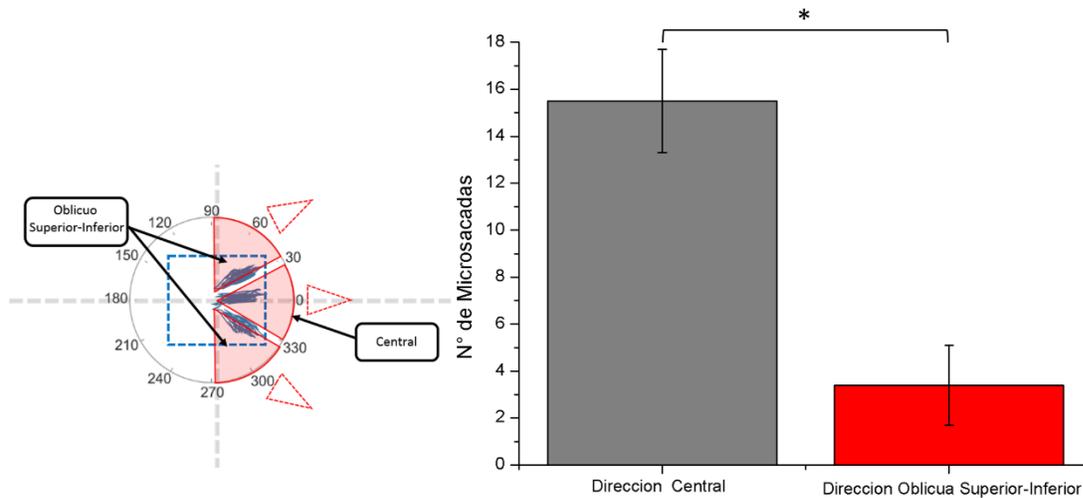
respectivamente  $p=0,004$ , gráfico 22). Mostrando una preferencia de la conducta ocular con microsacadas hacia al centro del cuerpo del MB adyacente.

### 2.16. Dirección de microsacadas en MB izquierdo.



**Gráfico 21:** Dirección de microsacadas en área de interés del centro de la pantalla en tareas de MB presentados a la izquierda, en condiciones de exploración forzada. A la izquierda, se muestra modelo de áreas de dirección de microsacadas. A la derecha, la barra gris representa el número total de microsacadas en promedio por ensayo que se presentaron en dirección lateral central a la figura de MB adyacente. La barra roja, representa Número total de microsacadas en promedio por ensayo que se presentaron en dirección oblicua tanto superior como inferior a la figura de MB adyacente.  $p=0,002$  ( $n=28$ ).

## 2.17. Dirección de microsacadas en MB derecho.



**Gráfico 22:** Dirección de microsacadas en área de interés del centro de la pantalla en tareas de MB presentados a la derecha, en condiciones de exploración forzada. A la izquierda, se muestra modelo de áreas de dirección de microsacadas. A la derecha, la barra gris representa el número total de microsacadas en promedio por ensayo que se presentaron en dirección lateral central a la figura de MB adyacente. La barra roja, representa Número total de microsacadas en promedio por ensayo que se presentaron en dirección oblicua tanto superior como inferior a la figura de MB adyacente.  $p=0,004$  ( $n=28$ ).

## DISCUSIÓN

El objetivo de este estudio fue determinar si existen diferencias en el desempeño conductual de la percepción visual del movimiento biológico, durante la exploración visual libre comparada con la fijación forzada a un objetivo. En base al diseño experimental, y a los resultados obtenidos se ha determinado que en la percepción del movimiento biológico, utilizando estrategias de seguimiento visual libre, los sujetos responden con un mayor desempeño y un menor tiempo en los ensayos propuestos.

Para este estudio se decidió iniciar la secuencia de ensayos con tareas de exploración forzada y a continuación la secuencia de ensayos con exploración libre. No se consideró presentar estas dos condiciones de manera aleatoria en una sola secuencia completa, debido a que la condición de fijación forzada en una cruz durante todo el ensayo, genera una incertidumbre en el sujeto antes de empezar el siguiente, aumentando el sesgo central de permanencia de la mirada en el centro cuando el siguiente ensayo es de exploración libre. Frente a esto, el porcentaje alto aciertos que obtuvieron los sujetos cuando respondieron en tareas de MNB en exploración libre (86%, grafico 2), donde la respuesta correcta corresponde a afirmar con la botonera la alternativa “no conocido”; nos hace pensar que, los sujetos pueden identificar que hay un conjunto de puntos que no tienen un movimiento coherente. Asimismo, el porcentaje alto de aciertos que obtuvieron los sujetos cuando respondieron en tareas de MNB en fijación forzada (81%, grafico 2), nos indica que también respondieron como “no conocido” por razones que le impedían identificar y discriminar lo que realmente se presentaba en la pantalla. Además, los altos tiempos de respuesta que demoraron los sujetos en las condiciones recién descritas, indica que utilizaron el tiempo completo de los ensayos tratando de identificar el precepto y no ejecutaron de manera azarosa su respuesta (gráfico 3). Además cuando se analizaron los

porcentajes de acierto entre los primeros y últimos ensayos de la tarea de MB, no se mostró diferencias estadísticamente significativas (grafico 5). Lo anterior podría justificar que la presentación inicial de ensayos en condición forzada, no contribuyo en el desempeño de la tarea.

Otro objetivo central de esta investigación fue conocer qué estrategias de reconocimiento visual se utilizan para identificar los distintos puntos que esquematizan una figura humana de MB. En relación a este estudio, los sujetos mostraron una preferencia en el comportamiento ocular, generando estrategias que favorecieron mayores tiempos de permanencia y números de fijaciones en zonas de interés que conforman la figura de MB cuando exploraban libremente la pantalla, y los resultados fueron estadísticamente significativos respecto de la preferencia de otras zonas de interés.

Por otra parte, al observar las estrategias oculares en los ensayos de respuestas incorrectas de tareas de MB en condición de exploración libre, se puede observar que los sujetos aun en respuestas incorrectas, generalmente muestran un comportamiento ocular similar a ensayos con respuestas correctas. Observándose preferencias oculares en zonas de interés de la figura de MB. Aunque estos ensayos solo corresponden aproximadamente al 10%. Asimismo la conducta ocular en ensayos de exploración libre en MNB, mostro que no hay preferencia por ninguna zona de interés en particular. El movimiento ocular es disperso, los sujetos exploran toda la pantalla buscando coherencia en puntos que no la tienen (grafico 12 y 13).

Los resultados mostrados en esta investigación, podrían establecer que para

percibir un MB es necesario realizar fijaciones sobre la figura en un determinado número de puntos. En comparación a una fijación forzada, la exploración libre genera un mejor porcentaje de aciertos y una respuesta más temprana en la ejecución de la tarea. Es probable que el uso del campo visual periférico durante la condición de visión forzada es insuficiente para la identificación del precepto en el MB. Aunque se ha reportado que durante una tarea de percepción de una imagen o un video en una zona adyacente al foco de atención, el sujeto puede percibir de manera global el objeto <sup>41</sup>. El recurso visual en un contexto ecológico debe ser eficiente, de manera que la información extraída en un promedio de 4 fijaciones por segundo, como cuando se camina por la calle, debe optimizarse al máximo con la visión periférica. Sin embargo, la naturaleza del paradigma del movimiento biológico lo caracteriza como un estímulo incompleto que dificulta su percepción con la excentricidad visual. Frente a esto, se decidió generar esta tarea con un movimiento conocido, adquirido y aprendido durante el desarrollo de nuestra vida como es la marcha humana. Esto y la generación de la tarea basada en la captura de una secuencia real de marcha, generaron un mayor poder de saliencia de la tarea.

Aun así, los resultados previamente expuestos podrían explicar que para este tipo de tareas es necesario un mayor recurso estratégico visual, por razones derivadas tanto de la percepción del estímulo físico y limitaciones del procesamiento visual, como de los mecanismos cerebrales propuestos para la percepción de movimiento coherente complejo. En particular, se postula que durante la entrada visual de los estímulos biológicos es necesaria una

representación global, que se inicia mediante la observación de características locales mediante una secuencia de muestreo de puntos (bottom-up) <sup>23, 24</sup>, que al ensamblarse internamente generarán un esquema global de movimiento (top-down). Por ello el desempeño y tiempo de respuesta para ejecutar una tarea de MB, se ve favorecido al explorar libremente una zona específica y estratégica de puntos, y no derivado de una extrapolación de la visión periférica identificando un todo del precepto para percibirlo (condición que se podría homologar con la visión forzada en una zona adyacente de la figura).

Si bien en la percepción visual existe un margen asociado al campo visual, la tarea de MB involucra un nivel de procesamiento más complejo derivado del muestreo determinado de componentes locales <sup>23, 24</sup>, que sin duda afectarán el rendimiento y tiempo de respuesta de la tarea al fijar la mirada, ya que forzosamente el individuo identificará un número reducido de componentes de la figura.

Por otra parte, las tareas de MNB con puntos distribuidos de manera azarosa, generan incertidumbre e inducen un mal desempeño y mayor tiempo de respuesta, su finalidad es ser un mecanismo de control para validar el desempeño acertado en la tarea de MB. Estas secuencias de videos sin coherencia junto a la distribución aleatoria de los estímulos, las distintas vistas tridimensionales del MB de la marcha humana y la presentación de estos videos bilateralmente, contribuyen a demorar el efecto del aprendizaje durante la ejecución de la tarea. Aunque el desempeño de la tarea de MB en condiciones de exploración libre mejoro considerablemente, tanto en porcentaje de aciertos, como en velocidad de

respuestas, no existieron diferencias significativas en el análisis de ensayos iniciales comparados con ensayos finales. Descartando la posible interpretación de la existencia de aprendizaje en la tarea.

Sin duda, un hallazgo importante en este estudio fue identificar que los sujetos cuando exploran libremente la tarea de MB, orientan su conducta ocular generando fijaciones en el centro del cuerpo del MB, caracterizado por los marcadores ubicados en la pelvis del modelo. Es probable que en la percepción visual de una conducta de movimiento tan conocido como la marcha, existan puntos en común a la percepción del movimiento del cuerpo en el espacio por los sistemas sensoriales que rigen la postura, basados en el centro de masa <sup>42, 43</sup> ubicado en la misma zona de interés en que los sujetos de este estudio fijaron su conducta ocular.

Por otra parte, las tareas de movimiento biológico en condiciones de fijación forzada, tuvieron un menor desempeño en esta muestra, es probable que exista un conflicto entre la valencia intrínseca de la tarea y la orden conductual de mirar hacia el centro, y aunque la tarea por sí sola no es suficiente para la atención visual <sup>44</sup>, los parámetros del movimiento ocular pueden verse influenciados por la naturaleza de la tarea. De esta manera, esta condición de visión forzada genera fijaciones permanentes en el centro con un alto número de microsacadas, estas podrían generar estrategias de muestreo para adquirir información espacial que complementa la visión periferia en la percepción de estímulos complejos <sup>45, 46</sup>, también orientan una planificación direccional en tareas de percepción de movimiento visual aparente <sup>47</sup>. Esto podría influir a una planificación sacadica hacia

la localización de un precepto influenciado por la saliencia de este, que no se lleva a cabo por la orden de la tarea al mirar el centro. De manera que, el análisis de las microsacadas en este estudio tiene la finalidad de observar la direccionalidad de una planificación sacádica cuando el sujeto realiza una tarea de MB en condiciones de fijación forzada, generando una atención encubierta al precepto que esta adyacente. Primero, los resultados mostraron que existe un mayor número de microsacadas cuando existe un MB comparado con tareas de MNB, aunque los sujetos no los vean (tareas de fijación forzada), demostrando que la valencia del estímulo afecta la conducta ocular mediante la visión periférica. Segundo, también existió un mayor número de microsacadas hacia la dirección lateral orientadas hacia el centro del cuerpo de la figura, de la misma manera como sucede con la exploración libre, lo que podría explicar que en estas condiciones las estrategias oculares también buscan explicar la percepción “por partes” estratégicas del estímulo. Sin embargo, estos resultados podrían verse sesgados ya que el ser humano genera más microsacadas en la dirección medio-lateral que en otras direcciones como la oblicuas <sup>48</sup>.

Una conducta que podría generar error en la interpretación de las estrategias para identificar el MB, sobre todo en la condición de exploración libre, es el sesgo central. Este consiste en la permanencia de fijaciones en el centro al inicio de una tarea de registro ocular <sup>49</sup>. Frente a esta dificultad se seleccionó un tiempo de interés para analizar las fijaciones visuales y así minimizar este efecto al inicio de la prueba que es donde más se presenta <sup>50</sup>.

De este modo, determinar si la percepción del movimiento biológico, mediante estrategias de reconocimiento por exploración visual libre, aportarán nuevos datos relevantes para los modelos de percepción de movimientos coherentes complejos. Por una parte, para establecer si existe algún nexo entre estas estrategias de reconocimiento visual con las teorías de percepción del movimiento biológico que involucran inicialmente una entrada visual. Y por otra parte, para orientar nuevas directrices de estudios, en sujetos que tengan limitaciones para percibir, explorar y ensamblar un conjunto de estímulos visuales en una base temporal, como en los pacientes con esquizofrenia, que obtienen bajos desempeño en tareas de movimiento biológico <sup>51, 52</sup>. Finalmente, en un sentido más amplio, el movimiento biológico proporciona información socialmente relevante, nuestra capacidad de procesar eficientemente las señales sociales es fundamental para las interacciones personales.

## **CONCLUSIONES**

Según hallazgos de este estudio se puede afirmar que en la muestra evaluada para un mejor desempeño de la percepción del movimiento biológico es necesario el uso de estrategias de exploración visual libre, y esta conducta ocular obedece a lugares estratégicos del movimiento biológico según la valencia de este, que en la marcha humana es el centro de masa del cuerpo.

Estudios futuros de este paradigma podría incluir registro de actividad de señales corticales como el uso de EEG, tanto en sujetos sanos como en personas con patologías que afecten la percepción de esta tarea como en pacientes con esquizofrenia.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Ewert JP, Gonzalez-Lima F, Finkenstädt T.(1989). Learning-related activation in the auditory system of the rat produced by long-term habituation: a 2-deoxyglucose study. *Brain Res.* Jun 5;489(1):67-79.
2. Morris D, Cockburn WC. (1954). Treatment of early whooping-cough with chloramphenicol palmitate. *Lancet.* 1954 Oct 9;267(6841):724-6.
3. Johansson G (1973) Visual perception of biological motion and a model for its analysis. *Percept Psychophys* 14:201–211.
4. Lange J, Lappe M (2006). A model of biological motion perception from configural form cues. *J. Neurosci.* 26, 2894–2906.
5. Troje NF. (2008). Biological motion perception. Department of Psychology Queen's University, Kingston, Ontario.
6. Hill H, Johnston A (2001). Categorizing sex and identity from the biological motion of faces. *Curr Biol.* 11 (11) 880 - 885.
7. Lussanet H E , Lappe M. (2012). Depth perception from point-light biological motion displays. *J Vis.* Oct. 22, 2012 12(11): 14.
8. Jackson S, Blake R. (2010). Neural integration of information specifying human structure from form, motion, and depth. *J Neurosci.* Jan 20;30(3):838-48.
9. Ptito M, Faubert J, Gjedde A, Kupers R. (2003). Separate pathways for contour and biological motion cues in motion defined animal shapes. *NeuroImage.* 19:246–252.

10. Grossman ED, Blake R. (2002). Brain Areas Active during Visual Perception of Biological Motion. *Neuron*. Sep 12;35(6):1167-75.
11. Grossman ED, Donnelly M, Price R, Pickens D, Morgan V, Neighbor G, Blake R (2000) Brain areas involved in perception of biological motion. *J Cogn Neurosci*. 12:711–720.
12. Santi A, Servos P, Vatikiotis-Bateson E, Kuratate T, Munhall K. (2003). Perceiving biological motion: dissociating visible speech from walking. *J Cogn Neurosci*. 15:800–809.
13. Vaina LM, Solomon J, Chowdhury S, Sinha P, Belliveau JW. (2001). Functional neuroanatomy of biological motion perception in humans. *Proc Natl Acad Sci* 98:11656–11661.
14. Thompson JC, Clarke M, Stewart T, Puce A. (2005). Configural processing of biological motion in human superior temporal sulcus. *J Neurosci* 25:9059–9066.
15. Jokisch D, Daum I, Suchan B, Troje NF. (2005). Structural encoding and recognition of biological motion: evidence from event-related potentials and source analysis. *Behav Brain Res*. Feb 28; 157(2):195-204.
16. Ullman S. (1996). *High-level vision*. In MIT Press 1996 Cambridge, MA:MIT Press.
17. Giese MA, Poggio T. (2003). Neural mechanisms for the recognition of biological motion. *Nat. Rev. Neurosci*. 4, 179–192.
18. Casile A., Giese MA. (2005). Critical features for the recognition of biological motion. *Journal of Vision*. 5(4):348–360.

19. Chang DH, Troje NF (2008). Perception of animacy and direction from local biological motion signals. *Journal of Vision*. 8(5):3, 1–10.
20. Westhoff C, Troje NF. (2007). Kinematic cues for person identification from biological motion. *Perception & Psychophysics*, 69, 241–253.
21. Marr D, Vaina L. (1982). Representation and recognition of the movements of shapes. *Proc. R. Soc. Lond. B*. 214, 501–524.
22. Biederman I. (1987). Recognition-by-components: a theory of human image understanding. *Psychol. Rev.* 94, 115–147.
23. Beintema JA, Georg K, Lappe M. (2006). Perception of biological motion from limited-lifetime stimuli. *Perception & Psychophysics*, 68, 613–624.
24. Beintema JA, Lappe M. (2002). Perception of biological motion without local image motion. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 99, 5661–5663.
25. Hunt AR, Halper F. (2008). Disorganizing biological motion. *Journal of Vision*, 8(9):12, 1–5.
26. Wittinghofer K, De Lussanet MH, Lappe M. (2010). Category-specific interference of object recognition with biological motion perception. *Journal of Vision*, 10(13):16, 1–11.
27. Lu H. (2010). Structural processing in biological motion perception. *Journal of Vision*, 10(12):13, 1–13.
28. Ullman S, Vidal-Naquet M, Sali E. (2002). Visual features of intermediate complexity and their use in classification. *Nat Neurosci*. Jul;5(7):682-7.

29. Neri P. (2009). Wholes and subparts in visual processing of human agency. *Proc Biol Sci.* Mar 7;276(1658):861-9.
30. Orban de Xivry JJ, Coppe S, Lefèvre P, Missal M.(2010). Biological motion drives perception and action. *Journal of Vision* 10(2):6, 1–11.
31. Thornton IM, Wootton Z, Pedmanson P. (2014). Matching biological motion at extreme distances. *J Vis.* Mar 7; 14(3):13.
32. Gurnsey R, Roddy G, Ouhnana M, Troje NF. (2008). Stimulus magnification equates identification and discrimination of biological motion across the visual field. *Vision Res.* Dec;48(28):2827-34.
33. Carrasco M. y Chang I. (1995). The interaction of objective and subjective organizations in a localization task. *Perception and Psychophysics.* 57, 1.134-1.150.
34. Carrasco M, Evert DL, Chang I. y Katz SM. (1995). The eccentricity effect: Target eccentricity affects performance on conjunction searches. *Perception and Psychophysics.* 57, 1.241-1.261.
35. Carrasco M, y Frieder KS. (1997). Cortical magnification neutralizes the eccentricity effect in visual search. *Vision Research,* 37, 63-82.
36. Van der Stigchel S, Meeter M, & Theeuwes J. (2006). Eye movement trajectories and what they tell us. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews,* 30, 666– 679.
37. Rommelse NN, Van der Stigchel S, Sergeant JA. (2008). A review on eye movement studies in childhood and adolescent psychiatry. *Brain Cogn.* 2008 Dec; 68(3):391-414.

38. Murata A, Uetake A, Otsuka M & Takasawa Y. (2001). Proposal of an Index to Evaluate Visual Fatigue Induced During Visual Display Terminal Tasks. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 13 (3), 305- 321.
39. Bidet-Ildei C, Sparrow L, Coello Y.(2001). Reading action word affects the visual perception of biological motion. *Acta Psychol (Amst)*. Jul;137(3):330-4.
40. Nackaerts E, Wagemans J, Helsen W, Swinnen SP, Wenderoth N, Alaerts K. (2012). Recognizing biological motion and emotions from point-light displays in autism spectrum disorders. *PLoS One*. 2012;7(9):e44473.
42. Montagnini A, Castet E. (2007). Spatiotemporal dynamics of visual attention during saccade preparation: Independence and coupling between attention and movement planning. *J Vis*. Nov 30;7(14):8.1-16.
43. Shumway-Cook A., Woollacott M. (2006). *Motor Control: Translating Research into Clinical Practice*. Tercera Edición. Ed. Lippincott Williams & Wilkins, pp.158-169.
44. Winter D A. (1995a). Human balance and posture control during standing and walking. *Gait Posture*, 3: 193-214.
45. Tatler BW, Wade NJ, Kwan H, Findlay JM, Velichkovsky BM. (2010). Yarbus, eye movements, and vision. *Perception*. 1 (1):7-27.
46. Hicheur H1, Zozor S, Campagne A, Chauvin A. (2013) Microsaccades are modulated by both attentional demands of a visual discrimination task and background noise, *J. Vis*. Nov 18;13(13):18.

47. McCamy MB, Otero-Millan J, Di Stasi LL, Macknik SL, Martinez-Conde S. (2014). Highly informative natural scene regions increase microsaccade production during visual scanning, *J. Neurosci.* Feb 19;34(8):2956-66.
48. Laubrock J, Engbert R, Kliegl R. (2008). Fixational eye movements predict the perceived direction of ambiguous apparent motion, *J. Vis.* Oct 23;8(14):13.1-17.
49. Engbert, R. (2006). Microsaccades: A microcosm for research on oculomotor control, attention, and visual perception. *Progress in Brain Research*, 154,177–192.
50. Tseng PH, Carmi R, Cameron IG, Munoz DP, Itti L. (2009). Quantifying center bias of observers in free viewing of dynamic natural scenes. *Journal of Vision* July 2009, Vol.9, 4. doi:10.1167/9.7.4.
51. Bindemann M.(2010). Scene and screen center bias early eye movements in scene viewing. *Vision Res.* Nov 23;50(23):2577-87.
52. Kim J, Park S, Blake R. (2011). Perception of biological motion in schizophrenia and healthy individuals: a behavioral and fMRI study. *PLoS One.* (2011);6(5):e19971.
53. Hastings CN, Brittain PJ, Ffytche DH. (2013). An asymmetry of translational biological motion perception in schizophrenia. *Front. Psychol.* Jul 16;4:436.
54. Otero-Millan J, Troncoso XG, Macknik SL, Serrano-Pedraza I, Martinez-Conde S. (2008). Saccades and microsaccades during visual fixation, exploration, and search: foundations for a common saccadic generator. *J.Vis.* Dec 18;8(14):21.1-18.

55. Siegenthaler E, Costela FM, McCamy MB, Di Stasi LL, Otero-Millan J, Sonderegger A, Groner R, Macknik S, Martinez-Conde S. (2014). Task difficulty in mental arithmetic affects microsaccadic rates and magnitudes., Eur. J. Neurosci. Jan;39(2):287-94 .
56. Hafed ZM, Clark JJ. (2002). Microsaccades as an overt measure of covert attention shifts, Vision Res. Oct;42(22):2533-45.
57. Piras A, Raffi M, Lanzoni IM, Persiani M, Squatrito S. (2015). Microsaccades and Prediction of a Motor Act Outcome in a Dynamic Sport Situation. Invest Ophthalmol Vis Sci. Jul;56(8):4520-30.
58. Lambert MJ, Hansen NB, Umpress V, Lunnen K, Okiishi J & Burlingame GM. (1996). Administration and scoring Manual for the OQ-45,2. American professional Credentialing Services LLC. USA.
59. Bergen Ps. Guillermo de la Parra. (2002). OQ-45.2, cuestionario para evaluación de resultados y evolución en psicoterapia: adaptación, validación e indicaciones para su aplicación e interpretación .Revista Terapia Psicológica, V20 (2), Nº 38, 2002.

## **ANEXO**

## Cuestionario OQ-45,2

Este cuestionario mide sintomatología ansiosa y depresiva. Fue respondido por los participantes de manera electrónica mediante una plataforma online.

**Anexo**

**Cuestionario de resultados OQ-45.2**

Nombre: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_ Sexo:  M  F

Nº Ficha: \_\_\_\_\_ Sesión Nº \_\_\_\_\_ Fono: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Instrucciones: Para ayudarnos a entender cómo se ha estado sintiendo, básiense en los **ÚLTIMOS SIETE DÍAS**, incluyendo el día de hoy. Lea cuidadosamente las frases y seleccione la categoría que mejor describa cómo se siente esta semana. En el cuestionario el término **"TRABAJO"** se refiere al empleo, la escuela, el trabajo voluntario, ser dueña de casa, cuidar los niños, etc. Por favor no escriba en las áreas oscuras. Marque con una **"X"** en el cuadro que corresponda.

	Nunca	Casi nunca	A veces	Con frecuencia	Casi siempre	SD	IR	SR
1. Me llevo bien con otros	0	1	2	3	4			
2. Me canso rápidamente.	0	1	2	3	4			
3. Nada me interesa	0	1	2	3	4			
4. Me siento presionado (estresado) en el trabajo/escuela.	0	1	2	3	4			
5. Me siento culpable.	0	1	2	3	4			
6. Me siento irritado, molesto.	0	1	2	3	4			
7. Me siento contento con mi matrimonio/pareja.	0	1	2	3	4			
8. Pienso en quitarme la vida.	0	1	2	3	4			
9. Me siento débil.	0	1	2	3	4			
10. Me siento atemorizado.	0	1	2	3	4			
11. Necesito tomar bebidas alcohólicas en la mañana, después de haber tomado el día anterior. (Si esto no le ocurre marque nunca).	0	1	2	3	4			
12. Encuentro satisfacción en mi trabajo/ escuela.	0	1	2	3	4			
13. Soy una persona feliz.	0	1	2	3	4			
14. Trabajo/estudio excesivamente (más de la cuenta).	0	1	2	3	4			
15. Me siento inútil.	0	1	2	3	4			
16. Me abruma (angustia) los problemas de mi familia.	0	1	2	3	4			
17. Mi vida sexual me llena.	0	1	2	3	4			
18. Me siento solo.	0	1	2	3	4			
19. Discuto frecuentemente.	0	1	2	3	4			
20. Me siento querido y que me necesitan.	0	1	2	3	4			
21. Disfruto mi tiempo libre.	0	1	2	3	4			
22. Tengo dificultades para concentrarme.	0	1	2	3	4			
23. Me siento sin esperanza en el futuro.	0	1	2	3	4			
24. Estoy contento conmigo mismo.	0	1	2	3	4			
25. Me perturban o molestan pensamientos de los que no me puedo deshacer.	0	1	2	3	4			
26. Me molesta que me critiquen porque tomo o me drogo. (No se refiere a medicamentos recetados). (Si esto no le ocurre marque nunca)	0	1	2	3	4			
27. Tengo malestares estomacales.	0	1	2	3	4			
28. Trabajo/estudio tan bien como lo hacía antes.	0	1	2	3	4			
29. Mi corazón palpita demasiado.	0	1	2	3	4			
30. Tengo dificultades para llevarme bien con mis amigos y conocidos.	0	1	2	3	4			
31. Estoy satisfecho con mi vida.	0	1	2	3	4			
32. Tengo problemas en el trabajo/escuela debido a las drogas o el alcohol. (Si esto no le ocurre marque nunca).	0	1	2	3	4			
33. Siento que algo malo va a ocurrir.	0	1	2	3	4			
34. Tengo los músculos adoloridos.	0	1	2	3	4			
35. Me atemorizan los espacios abiertos, el manejar, el estar dentro de un bus, el metro, ascensores, etcétera.	0	1	2	3	4			
36. Me siento nervioso.	0	1	2	3	4			
37. Me satisfacen mis relaciones con mis seres queridos.	0	1	2	3	4			
38. Siento que me va bien en el trabajo/escuela.	0	1	2	3	4			
39. Tengo muchas discusiones en el trabajo/escuela.	0	1	2	3	4			
40. Siento que algo anda mal con mi mente.	0	1	2	3	4			
41. Tengo dificultades para dormir, o no me puedo quedar dormido.	0	1	2	3	4			
42. Me siento triste.	0	1	2	3	4			
43. Mis relaciones con otros me satisfacen.	0	1	2	3	4			
44. Me enoja tanto en el trabajo/escuela que puedo hacer algo de lo que después me puedo arrepentir.	0	1	2	3	4			
45. Me dan dolores de cabeza.	0	1	2	3	4			

Developed by Michael Lambert, Ph.D. and Gary M. Burlingame, Ph.D.  
 © Copyright 1996 American Professional Credentialing Services LLC.  
 All Rights Reserved. License Required For All Uses.  
 Validado en Castellano por Guillermo de la Parra C. y Alejandra von Bergen R.

Para mayor información contactar:  
 Guillermo de la Parra C.  
 E-MAIL: gdelap@net.vtr  
 Alejandra von Bergen R.  
 E-MAIL: avonbergen@terra.cl

Total=

# Acta de aprobación de Comité de Ética y consentimiento informado



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



## ACTA DE APROBACIÓN DE PROYECTO

FECHA: 09 de Agosto de 2016.

**PROYECTO: "ESTRATEGIAS DE RECONOCIMIENTO VISUAL EN LA PERCEPCIÓN DEL MOVIMIENTO BIOLÓGICO: EXPLORACIÓN VISUAL LIBRE O FIJACIÓN VISUAL FORZADA".**

**INVESTIGADOR RESPONSABLE: KLGO. DIEGO GONZALEZ GALLEGUILLOS.**

**INSTITUCIÓN: PROYECTO DE TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGÍSTER EN NEUROCIENCIAS. TUTOR DR. PABLO GASPAR. DEPARTAMENTO DE PSIQUIATRÍA, FACULTAD DE MEDICINA, UNIVERSIDAD DE CHILE.**

Con fecha 09 de Agosto de 2016, 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 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.

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

Este comité también analizó y aprobó el correspondiente documento de Consentimiento Informado en su versión modificada de fecha 01 de Julio de 2016.

Se extiende este documento por el periodo de un año a contar desde la fecha de aprobación prorrogable según informe de avance y seguimiento bioético.

### **LUGAR DE REALIZACIÓN DEL ESTUDIO:**

- CLÍNICA PSIQUIÁTRICA, FACULTAD DE MEDICINA, UNIVERSIDAD DE CHILE.

---

*Teléfono: 29789536 - Email: comiteceish@med.uchile.cl*



09 AGO. 2016

**INTEGRANTES DEL COMITÉ DE ÉTICA DE INVESTIGACIÓN  
EN SERES HUMANOS**

<b>NOMBRE</b>	<b>CARGO</b>	<b>RELACIÓN CON LA INSTITUCIÓN</b>
Dr. Manuel Oyarzún	Presidente	SÍ
Dr. Hugo Amigo	Miembro	SÍ
Dra. Lucía Cifuentes	Miembro	SÍ
Dra. Grisel Orellana	Miembro	SÍ
Sra. Gina Raineri	Miembro	SÍ
Dra. María Ángela Delucchi	Miembro	SÍ
Dr. Miguel O’Ryan	Miembro	SÍ
Sra. Claudia Marshall	Miembro	SÍ

Santiago, 09 de Agosto de 2016.

  
**Prof. Gina Raineri B.**  
**Secretaria Ejecutiva CEISH**

GRB/mfp.  
c.c.: - Proyecto N° 136-2016  
- Archivo Acta n° 73

## CONSENTIMIENTO INFORMADO

### Estrategias de reconocimiento visual en la percepción del movimiento biológico: exploración visual libre o fijación visual forzada.



Nombre del Investigador principal: Diego Mauricio González Galleguillos  
R.U.T. 13775618-8  
Institución: Departamento de Psiquiatría Norte, Facultad de Medicina, Universidad de Chile.  
Teléfonos: 02 -37981655244  
Nombre Director: Dr. Pablo Gaspar Ramos

**Invitación a participar:** Le estamos invitando a participar en el proyecto de investigación "Estrategias de reconocimiento visual en la percepción del movimiento biológico: exploración visual libre o fijación visual forzada", debido a que nuestro equipo de trabajo está llevando a cabo una investigación para conocer que estrategias de reconocimiento visual están involucradas en el reconocimiento de un patrón de puntos en movimiento llamado "movimiento biológico" que contribuye de manera importante para la investigación de este proceso.

- **Objetivos:** Esta investigación tiene por objetivos determinar si existen diferencias en la identificación visual del movimiento biológico, durante la exploración visual libre comparada con la fijación forzada a un objetivo. El estudio incluirá a un número total de 30 voluntarios sanos.

**Procedimientos:** Si Ud. acepta participar realizará en una sesión de aproximadamente 40 minutos, lo siguiente:

1. Se realizará una prueba que permite detectar su nivel de de reconocimiento visual para un movimiento biológico frente a una pantalla.
2. Según el nivel seleccionado, la prueba se realizara frente a una pantalla y a través de un sistema de cámaras llamado "Eye Tracker" que registraran su movimiento ocular.
3. Se evaluará su capacidad de identificar un movimiento de puntos presentados en una pantalla, y responderá con un control según las instrucciones que reciba.
4. La prueba dura aproximadamente 40 minutos .

**Riesgos:** La aplicación de un Eye Tracker es una técnica no invasiva, conocida y validada por la literatura científica existente y no implica ningún riesgo conocido para el evaluado. Si Ud. considera que existen algún efecto que puede derivarse de su uso, consulte con el Dr. Pablo Gaspar Ramos en el teléfono (02) 2978 8601 o a Diego González Galleguillos +56 994512699.



**Costos:** La participación en esta investigación es sin costo alguno para Ud. Las técnicas y equipos que se usen en este estudio serán aportados por el Dr. Pablo Gaspar.

**Beneficios:** Su participación en este estudio significará un aporte para el progreso del conocimiento. Asimismo le permitirá a usted tener acceso a evaluaciones de conducta ocular que no son aplicadas en la práctica clínica habitual.

**Compensación:** Ud. no recibirá ninguna compensación económica por su participación en el estudio. Aunque si usted lo desea, el equipo de trabajo de este estudio puede financiar su transporte desde su casa al centro de evaluación y colación.

**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.

**Usos potenciales de los resultados de la investigación, incluyendo los comerciales:** Los resultados derivados de esta investigación, eventualmente pueden ser usados para su publicación en revistas científicas o reuniones de investigadores. En ninguna de estas actividades va a salir su nombre, ni ningún dato relacionado con usted.

**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 y a su médico tratante, sin que ello signifique modificaciones en el estudio y tratamiento habituales de su enfermedad. De igual manera su médico tratante o el investigador podrán determinar su retiro del estudio si consideran que esa decisión va en su beneficio.

**Complicaciones:** En el improbable caso de que Ud. presente complicaciones directamente dependientes de la aplicación del Eye Tracker, puede consultar al Dr. Pablo Gaspar.

**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: Diego Mauricio González Galleguillos (09) 94512699  
Autoridad de la Institución: Dr. Pablo Gaspar Ramos, al fono 02-2-9788601.

**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](mailto: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 "Estrategias de reconocimiento visual en la percepción del movimiento biológico: exploración visual libre o fijación visual forzada".

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



**Gráfico 23:** Número total de microsacadas en promedio por ensayo que se presentaron en dos direcciones en tareas de MB en condición de fijación forzada. Barra gris, número de microsacadas con dirección oblicua superior. Barra roja, número de microsacadas con dirección central lateral.  $p=0,002$  ( $n=28$ ).



**Gráfico 24:** Número total de microsacadas en promedio por ensayo que se presentaron en dos direcciones en tareas de MB en condición de fijación forzada. Barra gris, número de microsacadas con dirección oblicua inferior. Barra roja, número de microsacadas con dirección central lateral.  $p=0,003$  ( $n=28$ ).

