



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN PSICOLOGÍA  
DOCTORADO EN ANÁLISIS EXPERIMENTAL DEL COMPORTAMIENTO

EL RECONOCIMIENTO DE ESTÍMULOS EN ROTACIÓN  
Y EL LENGUAJE EN INFANTES DE 12 MESES DE EDAD

TESIS  
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
DOCTOR EN PSICOLOGÍA

PRESENTA

IXCHEL PEYROT NEGRETE

TUTORA PRINCIPAL  
DRA. ELDA ALICIA ALVA CANTO  
FACULTAD DE PSICOLOGÍA, UNAM

TUTOR ADJUNTO  
DR. ROGELIO ESCOBAR HERNÁNDEZ  
FACULTAD DE PSICOLOGÍA, UNAM

TUTOR EXTERNO  
DR. SCOTT P. JOHNSON  
DEPARTAMENTO DE PSICOLOGÍA, UNIVERSIDAD DE CALIFORNIA DE LOS ÁNGELES

JURADO A  
DR. GERMÁN PALAFOX PALAFOX  
FACULTAD DE PSICOLOGÍA, UNAM

JURADO B  
DR. DAVID S. MOORE  
DEPARTAMENTO DE PSICOLOGÍA, PITZER COLLEGE

Ciudad Universitaria, CD. MX., mayo, 2023



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

---

Este proyecto fue financiado por CONACYT, con el número de beca 475432 por parte del Programa Nacional de Calidad del Posgrado. Asimismo, esta investigación fue realizada y financiada gracias al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) de la UNAM. Los programas fueron **PAPIIT IN305919** Predictores cognitivos de la comprensión y producción léxica infantil, y **PAPIIT IN305222** Formación de conceptos en infantes y análisis de los procesos cognitivos y lingüísticos subyacentes

## Dedicatorias

A mi padre, a quien le agradezco enseñarme a observar al cielo porque mirando hacia arriba se amplifica el sentido de la vida.

A mi abuelita, quien me enseñó el valor del estudio.

“He heredado de mi padre una profunda pena, la pena de que un día tendré que abandonar este mundo. He aprendido a pensar en <<las noches como ésta que no se me permitirá vivir>>, pero también he heredado su capacidad para ver lo fantástico de la vida.”

Jostein Gaarder

A mi mamá, María de Lourdes Negrete Sevillano, por tu fortaleza, tu paciencia, tu paz, tus enseñanzas de vida, tu comprensión, tus palabras de amor y aliento.  
Por ser mi madre...por darme esperanza en todos los proyectos de mi vida.

Al Dr. Eduardo Solis Meza, por procurarme, cuidarme, consentirme y darme aún más aliento al final de este camino académico. Por acompañarme y dejarme acompañarte en esta vida. Contigo el caminar, en cualquier parte del mundo, es tan cálido como los rayos del sol en invierno.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la UNAM por brindarme un hogar para realizar mis estudios para desarrollarme como profesionista. Por brindarme conocimiento internacional de calidad y por ser la puerta para conocer a personas maravillosas.

A mi tutora desde la licenciatura, la Doctora Elda Alicia Alva Canto, por recibirme en el Laboratorio de Infantes para formar parte de la investigación de punta sobre desarrollo de lenguaje en infantes.

A mi tutor adjunto, el Doctor Rogelio Escobar Hernández, por ser un gran maestro, por enseñarme sobre conducta y visualización de datos, por su paciencia y acompañamiento en este Doctorado.

To my external tutor, Dr. Scott P. Johnson, for trusting me in this path about infant cognition research and all your support during all this period.

Al Doctor Germán Palafox Palafox, por ser mi maestro y por el tiempo de discusión y análisis sobre los datos. Por enseñarme a pensar más allá de lo que podemos leer en un artículo.

To my juror, Dr. David S. Moore, for your valuable time and patience. For all your support in the making of this thesis.

A todos los miembros de mi comité tutor, por llevarme paso a paso en la realización de esta meta, estoy muy agradecida.

A mi amiga, la Doctora Paloma Suárez Brito, por su guía desde la licenciatura. Te sigo admirando y te debo muchos aprendizajes.

A un amigo académico, quien ya partió, al Doctor Serafín J. Mercado Doménech, quien me recibió en sus cursos como oyente y quien me enseñó sobre percepción visual. Gracias por sus palabras alentadoras, aun las recuerdo con mucho cariño, principalmente, las veces en que pensé rendirme.

A mi hermanito, Lalo, por ser un pilar fuerte en la familia, por los felices tiempos y los no tantos. Por el simple hecho de ser mi hermano, por los felices tiempos que vendrán: Te quiero mucho.

A Alma, Fabi y Karina, mis queridas tías, por estar presentes en los tiempos difíciles. Muchas gracias por su fortaleza y compañía. Las quiero mucho.

A Mari, Carmen, Lucha, Teté, Carlos, José Luis, Leti, Ray, Gris, Chris, Miriam, Pablo y bueno, muchos más de parte de mi familia materna, por siempre estar ahí a pesar de todo, por cuidarnos y apapacharnos siempre.

A mis amigas, por estar en los momentos más significativos de mi vida, a mi lado, ya sea presentes, en palabras o por videollamadas. De manera especial agradezco a la Mtra. Mariana Vargas, Lic. Karen Pérez Nava, Lic. Tania Valdés, Lic. Elvia D. Cruz y Mtra. Fernanda Miranda. Gracias por estar, por alentarme a seguir mis metas y por los muchos momentos de café, risas, arte y ñoñadas. Las quiero mucho.

Al equipo del Laboratorio de Infantes, gracias por el espacio y tiempo de discusión. Gracias Tania Jasso, Ale, Alma, Lore, por brindarme sus comentarios. A la lista larga de personas quienes han estado en el laboratorio y con quienes he podido compartir un tiempo de ideas. Gracias a quienes han prestado su servicio en el laboratorio, quienes nos ayudan a la gran labor que es hacer investigación.

A un gran amigo en especial, el Lic. Ervin Ferreira Velasco, gracias por hacer más divertida y pragmática la ciencia; por las enseñanzas, en muchos sentidos.

A todos los infantes y sus cuidadores que han y siguen participando en la investigación del laboratorio de infantes. De manera especial, a los que participaron en la presente tesis. Gracias por su tiempo y su contribución a la Psicología, a esta ciencia y estudio del desarrollo.

Pensar que cuando me asomo al espejo éste invierte mis derechas y mis izquierdas.  
Saber que si un juego de espejos me da sin invertir mis derechas y mis izquierdas, no me reconozco fácilmente ni en movimiento ni en figura.  
Comprender que no he sido el mismo cada día.  
Comprender que quien no ha sido el mismo cada día, ha sido otro para sí mismo.  
Comprender que mi unidad la forman mis recuerdos, recurrencias, obsesiones y terquedades.  
Comprender que aun la unidad sufre las mutaciones del tiempo.

Alfredo López Austin

## Tabla de contenido

<i>Resumen</i> .....	8
<i>Capítulo I. Introducción</i> .....	9
<i>Capítulo II. Integración multisensorial en la infancia</i> .....	11
<i>Capítulo III. Reconocimiento de estímulos en rotación</i> .....	15
<i>Capítulo IV. Lenguaje: claves verbales y comprensión de palabras</i> .....	20
<i>Método</i> .....	29
Participantes .....	29
Criterios de Inclusión .....	29
Escenario Experimental .....	30
Instrumento .....	31
Medidas .....	32
Diseño Experimental .....	33
Tareas Experimentales .....	33
Procedimiento .....	37
<i>Resultados</i> .....	38
<i>Discusión</i> .....	46
<i>REFERENCIAS</i> .....	55



## Resumen

La percepción se modula de manera significativa por factores contextuales como la información multisensorial, experiencias pasadas, predicciones que hace el organismo, asociaciones, la conducta motriz, las relaciones espaciales y la naturaleza de la tarea que se esté llevando a cabo (Newell, 2004). Luchkina y Waxman (2021) mencionan que es interesante el estudio de identificar referentes que están ausentes para conocer cómo los infantes relacionan las palabras a representaciones o construcciones perceptuales del mundo. La propuesta teórica hace sentido en la presente tesis que conlleva un contexto de estudio de reconocimiento de objetos que rotan y sobre el lenguaje porque en ambos procesos, se manipula información que no está presente y que necesita recordarse. La rotación mental, como se conoce comúnmente, es la habilidad de transformar o modificar la imagen de un objeto sin que esté presente; así como rotamos un objeto manualmente, es posible imaginar que cómo el objeto gira (Takano & Okubo, 2033; Zacks, 2008). Es así que, esta habilidad se considera como una habilidad especial. En la presente tesis, el término de rotación mental es considerado como reconocimiento de objetos en rotación, ya que mediante el procedimiento de preferencia a la novedad se mide las habilidades cognitivas desde edades tempranas y con ajustes acordes a la edad. Por lo tanto, el objetivo de la presente tesis fue comparar la habilidad de dos grupos de infantes de 12 meses de edad en una condición experimental con objetos 3D en rotación. La tarea de Reconocimiento de Objetos en Rotación (ROR) se usó para evaluar la habilidad de discriminar y reconocer un objeto familiar, previamente presentado, de otro que se considera el espejo. Otro grupo de infantes participó en la tarea de Clave Verbal (CV) para evaluar si agregar una etiqueta en la fase de familiarización ayuda a reconocer más rápido el objeto familiar. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tiempos de atención hacia el objeto novedoso, ni al objeto familiar. No obstante, se encontró que los Tiempos de Reacción en la tarea de Neutros fueron consistente con experimentos previos sobre la velocidad de procesamiento de información visual, en la misma edad. Las tendencias de los Tiempos de Reacción en las diferentes tareas mostraron mayores tiempos para las tareas de rotación con y sin una clave verbal, en comparación con la tarea de estímulos neutros; entre las tareas de rotación, se mostró la tendencia de menores tiempos de reacción en la tarea CV, mientras que tomaban más tiempo para la tarea de ROR. El hallazgo principal de la presente tesis fue que la preferencia a la novedad, independientemente de la tarea y género, correlacionó significativamente ( $r = 0.596$ ,  $p = 0.03$ ) con el número de palabras comprendidas. Esta medida lingüística, se obtuvo a partir del reporte parental CDI MacArthur-Bates. Asimismo, el reporte parental cuenta con el número de palabras conformados por 22 categorías gramaticales, de las cuales sólo 4 correlacionaron significativamente con la preferencia a la novedad. Las categorías fueron: *Adverbios Locativos* ( $r = .680$ ,  $p = .011$ ), *Muebles y habitaciones* ( $r = .598$ ,  $p = .031$ ), *Familia* ( $r = .587$ ,  $p = .035$ ) y *Vehículos* ( $r = .570$ ,  $p = .042$ ). Estos hallazgos muestran que las diferencias individuales en el reconocimiento de objetos en rotación pueden estar influenciado por la habilidad lingüística de los infantes, en el sentido de la cantidad total de las palabras que comprenden y sobre todo con categorías específicas relacionadas al espacio y a las personas con quienes conviven los infantes. Como lo menciona la literatura, se puede decir que los infantes están usando el lenguaje como un marcador para identificar los objetos con forma geométrica. La presente tesis, es la primera investigación en presentar datos de rotación mental y habilidades lingüísticas en infantes del primer año de vida.

## Capítulo I. Introducción

De acuerdo con Gibson y Picker (2003) un objeto se puede diferenciar de otros objetos y ubicarse en el mundo, pueden ser móviles y estar en diferentes lugares. Esta movilidad los separa de las superficies de donde están; ocupan un espacio, tienen solidez o tridimensionalidad y unidad. Un objeto con partes puede poseer partes que se mueven en sentido que deforman el contorno, o en caso específico pueden ser animados, y todo se mueve junto si cambia su ubicación.

Para reconocer un objeto, el contorno dentro de un campo visual se compara con lo que ya se había percibido antes (Zusne, 1970). Este es un proceso básico de reconocimiento de objetos porque el mundo está determinado por sus superficies y características tridimensionales. Por lo tanto, un objeto no sólo se reconoce porque se genera cierto patrón de actividad en la retina, sino por la variedad de sistemas perceptuales que llevan información para ser procesada, como el color, posición de un objeto, las diferentes texturas, su composición en 3D o el tamaño (Nakayama, Shimojo, & Silverman, 1989).

Una percepción normal se considera el ver objetos reales en el mundo, no sólo manchas de un color sobre la retina. Así, el sistema visual interpreta rápidamente que esas manchas son objetos. El resultado es una construcción o modelo perceptual de lo que le rodea al espectador, viendo cosas como libros, mesas y personas en diferentes relaciones espaciales entre estos y entre el organismo que esta viendo (Palmer, 1991).

Los estudios basados en la ciencia visual, ayudan a comprender los procesos de percepción visual y a veces se consideran como el estudio del origen del conocimiento (Palmer, 1999), quizás esto último visto de forma más romántica. Antes de que los infantes empiecen a explorar su alrededor con sus manos y pies, su exploración es a través de sus ojos; es el primer contacto con este mundo de mezclas de colores, brillantez y variedad de formas que se perciben a través del sentido de la vista (Bertoline, 1998).

Es difícil imaginar cómo sería ver colores, líneas y formas rudimentarias sin la habilidad de reconocer los objetos. Al identificar un objeto, el sistema visual analiza patrones complejos que llegan a la retina y se determina la correspondencia con la identidad, es decir que se permite el acceso a información almacenada referida al tipo de objeto. Esto incluye información acerca de la apariencia del objeto, desde la forma, color, textura e incluso las propiedades semánticas y etiquetas verbales o palabras asociadas (Tong, 2018).

Además, la construcción perceptual de los estímulos externos, incluyen información sobre el significado y la función de objetos y situaciones. Esta habilidad para identificar, reconocer y clasificar objetos como miembros de categorías conocidas permite responder hacia éstos, de una forma adecuada porque conlleva información de la experiencia con los mismos objetos u otros similares. Evolutivamente, el predecir el “futuro perceptual” (trayectorias, movimientos, relaciones semánticas, etc.) es una conducta crucial porque en nuestro entorno encontramos objetos y criaturas que se mueven continuamente en el espacio; así mismo, una habilidad para reconocer estos objetos es la rotación mental, la cual va un poco más lejos de sólo percibir y reconocer un estímulo presente, sino que se refiere a la habilidad de imaginar objetos que cambian su orientación en un espacio 3D (Palmer, 1999).

Clark (2010) mencionó que las funciones cognitivas sobre el espacio y el lenguaje son similares porque ambas reducen la complejidad descriptiva, lo cual resulta en la habilidad de categorizar. Por un lado, en las habilidades espaciales se agrupan características físicas que guían a la percepción y conducta hacia la equivalencia de clases basadas en la funcionalidad o apariencia. Por el otro lado, el lenguaje funciona mediante etiquetas para categorizar y seleccionar sólo los ítems que pertenecen a esa equivalencia de clases. Si se reflexiona un poco más, podrías considerarse que toda información de las diferentes modalidades termina en una integración para identificar, reconocer y categorizar objetos o eventos de manera eficiente, por lo que, considerar una perspectiva multisensorial puede ser conveniente para comprender mejor el procesamiento de información.

Así, los eventos externos se caracterizan por una entrada de información de más de un sistema sensorial y cada modalidad contribuye con información única o redundante que caracterizan dichos eventos. Los adultos usan características abstractas como el espacio, tiempo y el significado semántico que en cierto grado puede ser codificado por todos los sentidos para relacionar características específicas de los objetos (Röder, 2012).

Entonces, entra la pregunta de cómo los infantes integran estas características y cuándo aprenden a clasificarlos o qué tipo de pistas pueden contribuir de manera significativa a estos procesos. La presente investigación tiene como objetivo el encontrar como la habilidad lingüística, en este sentido el procesar una etiqueta en una condición experimental, además de conocer la comprensión de palabras se relaciona con las habilidades de reconocer (visualmente) objetos que están en rotación, desde edades muy tempranas en la infancia.

## Capítulo II. Integración multisensorial en la infancia

Dentro de la perspectiva teórica de la integración multisensorial se establece que la modalidad visual es la modalidad sensorial por excelencia para asentar las representaciones espaciales. Es mediante la visión, que contamos con una alta precisión gracias a la cantidad de detalles que podemos percibir. Es por esto que, en el contexto del desarrollo típico, es una modalidad principal para las interacciones multisensoriales y que muchas veces se impone sobre otras modalidades (Röder, 2012). Así, se puede argumentar que los procedimientos de preferencia visual son útiles para la evaluación de habilidades cognitivas desde edades muy tempranas y en específico para esta tesis, la adición de sonidos lingüísticos.

Desde edades muy tempranas, se ha observado el desarrollo de la habilidad de los infantes para diferenciar entre sonidos del habla humana y sonidos de otra índole, además de la habilidad para reconocer palabras dentro de un flujo del habla y darle significado sin importar las variaciones entre los hablantes, acentos o entonaciones. De la misma manera, se aprende a segmentar la información visual en objetos coherentes y superficies que se pueden distinguir a

pesar de la variación en la luz y sombra, o interrupción de alguna superficie debido a una obstrucción de otro objeto (Bahrick & Lickliter, 2012).

Las diferentes modalidades sensoriales han evolucionado para usar la información física del medio ambiente. Por ejemplo, la información espacial sobre la lejanía o cercanía de un objeto desde el espectro visible de la luz, corresponde a la modalidad de la visión que ayuda al reconocimiento de objetos o personas dentro de un espacio. Otro ejemplo es que, para codificar patrones temporales cuando la información viene de perturbaciones mecánicas cerca o lejos espacialmente, corresponde más hacia una modalidad auditiva; esto incluye a la información de lugares que no se pueden ver a simple vista (e.j. sonidos localizados detrás de una persona, un sonido interrumpido que viene de otro cuarto) o bien, en la oscuridad (Bahrick & Lickliter, 2012).

La información multisensorial también mejora o ayuda a la precisión perceptual para tomar decisiones. En la adultez, más que confiar en sólo uno de nuestros sentidos, lo que sucede es que se integra la información de las modalidades sensoriales disponibles y de la relación con el contexto. Sin embargo, en edades muy tempranas del desarrollo perceptual, los infantes sopesan las modalidades sensoriales de una manera menos óptima. Es por esto, que la integración multisensorial puede conducir a respuestas más precisas y rápidas a estímulos o eventos ambientales, lo cual conlleva una implicación para el desarrollo de la percepción y el reconocimiento (Bremner, Lewkowicz & Spence, 2012).

El organismo en su ambiente se considera como un sistema interactivo que evoluciona para adaptarse y con ello, para desarrollarse y aprender (Gibson and Pickler, 2003). También. el desarrollo visual se considera como un proceso activo y empieza cuando los infantes miran a su alrededor, atienden a objetos dentro de su campo visual que promueve la exploración y antes de que se puedan mover por sí solos, los infantes intentan agarrar cosas a las cuales prestan atención. Después de que los infantes empiezan a controlar su sistema motriz, gatean hacia objetos, por lo que se abre otro mundo de oportunidades a explorar y aprender con una postura en la cual se controla la cabeza y el cuerpo (Goldstein & Goldstein, 2018).

Así como el desarrollo perceptual y cognitivo es resultado de una serie de experiencias con objetos y eventos, la atención selectiva también es resultado de esta experiencia que provee una base para el aprendizaje y la actividad de exploración (Bahrick & Lickliter, 2012; Johnson, 2010). En este sentido, los infantes atienden a variaciones de diferentes estímulos que son significativas, relevantes y coherentes ignorando otras variaciones menos significativas, como las diferencias en la luz o sombras en objetos, así como las variaciones de la voz del hablante o su entonación al pronunciar fonemas. Durante el desarrollo postnatal. La atención está más relacionada hacia una orientación de los estímulos externos, pero con la experiencia se vuelve más endógeno y modulado por procesos *top-down*, lo cual incluye las metas, planes o expectativas del individuo. Cuando se integra la información de manera multisensorial se le llama información *amodal*, la cual no es tan específica o particular de una sola modalidad sensorial. Esta información puede ser transportada a través de múltiples sentidos incluyendo aspectos sobre el espacio y tiempo (Bahrick & Lickliter, 2012).

Así, los infantes son aptos para percibir información amodal de diferentes formas o estimulaciones disponibles que provienen de los sentidos, lo cual se convierte en una base para percibir los eventos y a los objetos de una manera completa. También, la información que ocurre simultáneamente a través de los sentidos y considerando inicio, término y duración de los patrones sensoriales, conocido como sincronía temporal, es una propiedad amodal de la información abstracta de las diferentes modalidades sensoriales (e.j. cambios auditivos y visuales) sobre el tiempo. Estas propiedades amodales se han descrito como el “pegamento” o lo que une la estimulación a través de los sentidos (Bahrick & Lickliter, 2012).

Por un lado, se ha encontrado que los infantes muestran a una edad temprana, habilidades perceptuales intersensoriales, como el detectar relaciones de intensidad y sincronía. Por otro lado, se ha encontrado que los infantes adquieren gradualmente la habilidad de percibir más relaciones intersensoriales complejas, a medida que adquieren experiencia perceptual. Aunque, ambas explicaciones tienen evidencia empírica, es necesario señalar que los procesos

de desarrollo no siempre son acumulativos (Soto-Franco, Calabresi, Navarra, Werker & Lewkowicz, 2012).

Los estudios pioneros sobre infantes, durante el primer mes de vida, han encontrado que la preferencia visual (o tiempos de mirada) cambia hacia el prestar atención a diferentes formas y patrones, más que a figuras simples. Desde estas primeras investigaciones, se han desarrollado métodos para evaluar la percepción visual en infantes (Fantz, 1961; Fantz, 1965; Fantz & Fagan, 1975). Uno de estos métodos para evaluar la preferencia visual es el *Intermodal Preferential Looking Paradigm* (IPLP) como se conoce en inglés y desarrollado en 1987; en México (Alva, 2004), este método es conocido como como Paradigma Intermodal de Atención Preferencial (PIAP). Mediante este paradigma, se han podido evaluar los tiempos de mirada cuando se presentan, al menos, dos tipos de información como la visual y la auditiva. Los estudios comenzaron con la preferencia visual y la correspondencia de un estímulo visual emparejado a un estímulo auditivo ya sea una palabra o un enunciado (Hirsh-Pasek et al., 1987).

Se desarrollaron otros procedimientos midiendo preferencia visual, los cuales se conocen como preferencia a la novedad, en el cual, los infantes pasan por un proceso de familiarización o de habituación de estímulos para posteriormente, ver una prueba en la cual se presenta el estímulo familiar contra un estímulo novedoso. Si los infantes reconocen el estímulo presentado en la fase anterior, la preferencia visual cambia hacia el estímulo que le proporciona nueva información. Los tiempos de familiarización pueden resultar en diferentes comportamientos por parte de los infantes dependiendo de la edad; a más edad, más rápido se observa la preferencia a la novedad. Al mismo tiempo, esta rapidez de detectar estímulos puede disminuir a medida que aumenta la complejidad de los estímulos, la saliencia de estos, o la dificultad de la tarea (Houston-Price & Nakai, 2004; Hunter & Ames, 1988). En paralelo a esto, otras habilidades emergen, como la comprensión de lenguaje, el aprendizaje de palabras y el procesamiento del habla, las cuales se consideran también variables relacionadas (Golinkoff et al., 2013).

En la siguiente sección se describen algunas de las investigaciones sobre la habilidad de reconocer objetos, dentro del primer año de vida. El capítulo empieza de cómo los bebés pueden

diferenciar entre estímulos 2D y 3D hasta habilidades muy particulares que son el reconocimiento de objetos que rotan, la cual es la variable principal de la presente tesis.

### Capítulo III. Reconocimiento de estímulos en rotación

La rotación mental, como se conoce comúnmente, es la habilidad de transformar o modificar la imagen de un objeto sin que esté presente; así como rotamos un objeto manualmente, es posible imaginar que cómo el objeto gira (Takano & Okubo, 2033; Zacks, 2008). Es así que, esta habilidad se considera como una habilidad especial. En la presente tesis, el término de rotación mental es considerado como reconocimiento de objetos en rotación, ya que mediante el procedimiento de preferencia a la novedad se mide las habilidades cognitivas desde edades tempranas y con ajustes acordes a la edad.

En la literatura, se consideran que las habilidades espaciales juegan un papel importante en promover habilidades escolares y mejorar de manera general habilidades relacionadas con la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, conocido por sus siglas en inglés como STEM. En el caso particular de la infancia, estas habilidades son importantes para comprender el mundo, como el visualizar objetos que pueden embonar y usar estas habilidades en actividades como rompecabezas o jugar con bloques; además, estas habilidades se miden también en escalas de inteligencia (Lauer and Laurencio, 2016; Verdine et al., 2017), así como en otro tipo de actividades al interpretar un mapa, saber cómo acomodar las maletas o incluso, en procedimientos quirúrgicos. Por ello, los investigadores han vuelto las miradas hacia estas habilidades y de manera especial, hacia los orígenes y las variables que se relacionan como las diferencias entre sexos, el desarrollo motriz e incluso la forma de evaluarla (Moore & Johnson, 2011; Johnson & Moore, 2020). En consecuencia, con esta idea, las variables de Desarrollo como el lenguaje también podrían estar jugando un papel para explicar diferencias individuales que se encuentran en esta habilidad especial.

Para comprender los estudios de rotación mental, en los cuales se trabaja con objetos en espejo (o invertidos), es necesario que primero se comprenda cuando dos objetos son idénticos,



como dos manos izquierdas si rotan, hay una correspondencia total con respecto a las imágenes, pero si una mano izquierda y otra mano derecha rotan, no hay una correspondencia de la imagen por más que se giren (Palmer, 1999).

Un estudio clásico de rotación mental es la tarea de Shepard y Metzler (1971), en el cual se presentaron pares de dibujos en 3D girando desde una perspectiva lineal. Su objetivo fue evaluar cuánto tiempo tomaban los participantes para determinar si dos estímulos, que variaban en su orientación, correspondían a la misma forma si rotaban mentalmente la imagen. Se pidió a los participantes adultos que jalaran una palanca de lado derecho tan pronto como detectaran que el par de dibujo eran iguales de acuerdo a su forma en 3D y que jalaran la palanca izquierda cuando no coincidieran las formas. Había tres tipos de pares, los A eran los pares de una rotación plana (giraban de acuerdo a las manecillas del reloj), los B eran pares de rotación en profundidad y C que eran estímulos diferentes. Además, los pares de estímulos diferían en la orientación de los ángulos (de 0° a 180°). El resultado principal mostró que los tiempos de reacción de las respuestas correctas mostraron que hay una función lineal con forme los ángulos aumentan.

Esta función lineal lo que indica es que la cantidad de tiempo que toma realizar una comparación entre los dos objetos depende de cuántos grados de rotación haya girado el objeto. Esto sugiere que los participantes realizaban la rotación mental de una imagen hasta que correspondiera con la otra. La velocidad de la rotación también se ve afectada por la complejidad de los estímulos como el número de ángulos, las características o las dimensiones espaciales. Kosslyn (1976) ha descrito que toma alrededor de 3/8 de segundo rotar un objeto bidimensional hasta los 180° y cerca de 3 segundos en rotar un objeto tridimensional los mismos ángulos. Es por esto, que el tiempo requerido para determinar si los dos objetos son iguales en la forma o son diferentes (espejo), incrementa linealmente (Cooper & Podgorny, 1976; Cooper & Shepard, 1973).

Con respecto a la literatura con bebés, se ha visto que los bebés pueden diferenciar y reconocer estímulos en 2D y 3D, además de que cuentan con habilidades rudimentarias para

integrar tanto la cantidad como las cualidades de la información a través del tiempo y del espacio para percibir objetos completos y diferenciarlos de otros objetos (Rose, 1988; Ruff, Kohler & Haupt, 1976).

Slater, Rose y Morison (1984), mediante el uso de procedimientos de preferencia a la novedad, encontraron que los recién nacidos pueden diferenciar entre objetos reales (3D) de sus fotografías (2D) sólo cuando en la fase de prueba se comparaban con objetos totalmente diferentes o salientes y novedosos. Y si los estímulos eran similares, sólo a los 5 meses de edad se observaba la preferencia a la novedad, es decir, que podían reconocer entre 2D y 3D, por lo que se considera que reconocer la complejidad de las características de los estímulos se relaciona con la edad también (Ruff et. al., 1976).

A los 6 meses (Rose, 1977), 7 y 9 meses (Gerhard, Culham & Schwarzer, 2016) se ha descrito que los bebés diferencian entre objetos reales de su representación pictórica. Específicamente, el estudio a los 7 y 9 meses adicionó el uso de fotografías muy detalladas y de alta calidad, para lo cual los bebés también pudieron diferenciar entre estos dos estímulos. En otro estudio, se utilizó una tarea de reconocimiento mediante transferencia multimodal (reconocer un objeto de manera háptica a la forma visual), los bebés de 12 meses tomaron más tiempo para reconocer los objetos de forma háptica a la visual que simplemente reconocer el objeto real 3D a su imagen en 2D (Rose, Gottfried & Bridger, 1983).

La percepción del movimiento y la unidad de los objetos durante el primer año de vida también se ha estudiado con un procedimiento llamado violación a las expectativas, el cual también se basa en la medición de la preferencia a la novedad como conducta esperada. Hespos y Rochat (1996, 1997) presentaron ensayos de familiarización con un objeto con forma de “Y” que caía verticalmente y rotaba hasta caer detrás de otro objeto; esto con bebés de 4 a 8 meses. Luego se presentaron los ensayos de prueba, retirando el objeto que ocultaba al objeto “Y”, para que los infantes vieran dos posibles posiciones del objeto que cayó. Se presentó la posición final que era la más probable (congruente a la trayectoria del objeto) y otra que era la menos probable (incongruente con la trayectoria del objeto). El hallazgo inicial fue que los bebés

miraban por más tiempo a la posición menos probable; se familiarizaban con la transición del objeto que lo reconocían en la prueba y preferían mirar a la trayectoria incongruente. Esto significa que, desde edades tempranas, los bebés pueden rastrear las secuencias de los movimientos de los objetos y conocer la trayectoria final aun cuando hay un objeto que oculta la posición.

El procedimiento de familiarización es otro método de preferencia a la novedad. Por ejemplo, Quinn y Liben (2008, 2014) presentaron ensayos de 15 segundos, con pares de imágenes estáticas en 2D del número 1 (o su imagen espejo) en diferentes grados de rotación. Después, se presentaron dos ensayos de prueba de 10 segundos, en los cuales se presenta una rotación diferente de la presentada en la familiarización, emparejada con la imagen espejo en un grado de rotación no visto, por lo que este último sería el estímulo novedoso. Los participantes eran infantes de 4, 6 y 9 meses de edad. A los 4 meses, se encontró que los niños presentaron preferencia a la novedad, mientras que las niñas miraron por igual hacia los estímulos de prueba. Los infantes de 6 meses, tanto niños como niñas, mostraron preferencia a la novedad sólo cuando se les presentó un ensayo de familiarización. Para los infantes de 9 meses, sólo los niños mostraron, de nuevo, la preferencia a la novedad, en comparación con las niñas. Los autores (Quinn y Liben, 2008; 2014) mencionan es ambiguo por qué algunos métodos experimentales muestran diferencias entre niños y niñas en la ejecución de estas tareas de reconocimiento de estímulos en rotación y por qué en ocasiones no es así.

Moore y Johnson (2008) evaluaron el reconocimiento de objetos dinámicos en 3D, en infantes de 5 meses; usando la misma lógica de usar un objeto y su espejo. Estos estímulos se consideraron 3D porque los estímulos fueron videos de objetos en 2D que rotaban en un espacio 3D, y las figuras eran simplificaciones de los objetos usados en el experimento clásico de Shepard y Metzler (1971). Primero, se les presentó a los infantes, videos de habituación con alguno de los objetos que rotaba 48° grados por segundo, en un eje vertical de los 2° a los 240°; cuando el objeto alcanzaba su grado último, el objeto regresaba al punto inicial, por lo que rotaba de ida y de regreso. Después, se presentaron videos de prueba con un estímulo que continuaba

los 120° no presentados en la habituación junto con el objeto en espejo; ambos rotaban de ida y de regreso también. Estos ensayos de prueba se presentaban una vez que la mirada del infante disminuía al 50% o bien, hasta alcanzar una serie de 12 videos de habituación. Moore y Johnson (2008) encontraron que los niños miraron significativamente más al objeto novedoso, mientras que las niñas miraron el mismo tiempo hacia ambos.

En otro estudio, Moore y Johnson (2011) con bebés de 3.5 meses de edad, a quienes les presentaron la misma tarea descrita anteriormente, encontraron que los niños miraron más hacia el estímulo familiar en vez del novedoso, mientras que las niñas miraron de igual forma a ambos estímulos. Los autores mencionaron que estos hallazgos son probables debido a la complejidad del estímulo, la edad y la duración en la familiarización. Ellos también justifican que estudiar esta habilidad de reconocer objetos en rotación es muy +útil en diferentes tareas de la vida cotidiana con el reconocer letras individuales, por lo que es necesario seguir estudiando esta habilidad (Moore y Johnson, 2011).

Christodoulou, Johnson y Moore (2016) realizaron una variante al estudio anterior; ellos usaron dos pantallas, en vez de una y encontraron que tanto los niños como las niñas miraron más hacia el objeto familiar que hacia el novedoso debido a la variación metodológica, lo que al parecer conlleva a complejizar los estímulos y al que los infantes requieran más tiempo para habituarse. Algunos estudios han demostrado también que tareas de exploración manual, así como el sentarse, la coordinación visual-manual contribuyen significativamente a las habilidades espaciales de los infantes.

Estos resultados son congruentes con el hallazgo de las habilidades de exploración manual de los objetos, mostrando una relación entre gateo y rotación mental a los 9 meses (Schwarzer, Freitag y Schum, 2013). Específicamente, se mostró que los infantes que ya gateaban tenían una mejor ejecución en la tarea de rotación, a comparación de los infantes, de la misma edad, que no gateaban. Esto quiere decir que después de la habituación, sólo los infantes que gateaban realizaron una generalización de la secuencia del movimiento que observaron del objeto familiar, aun cuando estuviera en una nueva orientación o grado de

rotación, por lo que mostraron mayores tiempos de mirada hacia el video novedoso (Schwarzer, Freitag, Buckel, et al., 2013).

Aunque la variable objetivo de la presente tesis no es el sexo, la mayoría de los estudios sobre rotación mental se enfocan en estas comparaciones de ejecución entre niños y niñas, para lo cual es interesante conocer que estudios más recientes encontraron que la diferencia entre niños y niñas podría ser explicado, en parte, a la relación con nivel hormonal, en este caso, la testosterona medida al primer mes de edad (Constantinescu et al., 2018). En otro estudio, los autores Heil, Krüger, Krist, Johnson, & Moore (2018) trabajaron con adultos, a quienes les preguntaron si el estímulo de prueba era el mismo o diferente que el estímulo presentado en la condición de familiarización. Los autores encontraron una correlación entre la tarea de preferencia visual y la tarea de lápiz y papel.

En el siguiente capítulo se resumirán los estudios durante el primer año de vida que han encontrado interacción entre la modalidad visual y auditiva dentro de un contexto de reconocimiento de objetos y adquisición de lenguaje. Por ello, los siguientes experimentos contribuyen como evidencia de las palabras como promotoras del reconocimiento de objetos y la categorización.

#### Capítulo IV. Lenguaje: claves verbales y comprensión de palabras

De acuerdo con Gibson y Picker (2003), los sistemas visuales y auditivos son los que a más temprana edad se involucran para obtener información sobre el mundo, además de que son considerados como iniciadores de la comunicación. Su interacción, junto con el sistema propioceptivo, también funcionan para especificar características físicas de los objetos, incluyendo su ubicación relativa en relación con uno mismo y la continuidad (trayectoria o movimiento) de los objetos o eventos. La percepción y los eventos ocurren en un periodo específico. Así, la información empieza a estar disponible a la percepción del bebé mediante sus propias conductas, como el levantar un brazo o lanzar una patada con la pierna. En el momento

en que una mano, brazo o pierna se levantan, es el propio cuerpo del bebé que puede ser un ocluser momentáneo de lo que el bebé esté mirando dentro de su campo visual.

De manera específica, para reconocer un objeto, la información auditiva como el mugido de una vaca, podría ayudar a identificar la identidad de una vaca o podría ayudar a imaginar la forma o recordar la imagen de una vaca. Por ello, la percepción se modula de manera significativa por factores contextuales como la información multisensorial, experiencias pasadas, predicciones que hace el organismo, asociaciones, la conducta motriz, las relaciones espaciales y la naturaleza de la tarea que se esté llevando a cabo (Newell, 2004).

Desde el primer año de vida, los infantes muestran sensibilidad a los atributos perceptuales del habla, tanto acústicos como visuales. Por ejemplo, los neonatos succionan de manera preferencial cuando escuchan el habla humana, en comparación de la presentación de estímulos auditivos complejos sin habla humana. Al nacer, los infantes pueden discriminar los contrastes fonéticos propios de la lengua materna y de otras lenguas; esto sugiere que el sistema perceptual correspondiente al auditivo/lingüístico es sensible a las propiedades de cualquier lengua, pero dentro de los primeros meses, esta sensibilidad se vuelve más específica para la lengua materna. Aunado a esto, los neonatos también diferencian lenguas de manera acústica, desde diferentes tipos de ritmos y muestran la habilidad de categorizar contrastes fonéticos. Después, dentro de los primeros meses posteriores al nacimiento, esta habilidad de diferenciar los fonemas se reorganiza e incrementa la sensibilidad de los contrastes que se usan para encontrar significados en las palabras de la lengua materna (Kuhl, 2004; Saffran, Werker & Werner, 2007; Soto-Franco, Calabresi, Navarra, Werker & Lewkowicz, 2012). Así, el dominio de una lengua se desarrolla desde los primeros meses de vida cuando la percepción de los infantes se vuelve más selectiva y diferenciada (Gibson and Picker, 2003).

En otros estudios sobre la percepción de la constancia de los objetos, es decir, por ejemplo, que un objeto no cambie por completo sólo por el simple hecho de cambiar de lugar, y las asociaciones con sonidos simples se muestra desde los 4 meses. Bremner, Slater, Johnson, Mason, & Spring (2012) presentaron sonidos continuos, mediante un paradigma de habituación,

con el objetivo de evaluar la percepción de la trayectoria horizontal de una pelota que pasaba detrás de otro objeto que funcionaba como ocluidor. Los autores encontraron que el agregar un sonido continuo en los ensayos de habituación, la percepción del objeto en trayectoria horizontal mejoraba. Por esto, se sugiere que el presentar información espaciotemporal que es redundante puede ayudar a completar el espacio de información visual que se omite cuando pasa el objeto detrás de un ocluidor. No obstante, la presentación de un estímulo auditivo discontinuo o que tiene pausas, irrumpe la percepción de continuidad.

En otro experimento, infantes de 4 meses percibieron la constancia de un objeto en movimiento vertical, que era una pelota moviéndose hacia arriba y hacia abajo; al añadir un sonido -de manera similar como en la constancia horizontal- el estímulo auditivo mejoraba la percepción del movimiento vertical del objeto. Además, el añadir un tono congruente con la información relacionada a la altura del objeto -el tono ascendía y descendía de 830.609 a 415.301 Hz de acuerdo al movimiento de la pelota— mejoraba la percepción de la trayectoria, en comparación cuando se presentaba un tono incongruente -de 415.301 a 830.609 Hz—si la pelota subía y bajaba (Tham, Rees, Bremner, Slater and Johnson, 2019). Esta correspondencia visual del movimiento (caída) de un objeto con el tono correspondiente es evidencia de una temprana integración multisensorial entre estas dos modalidades sensoriales.

Hasta este punto, las dos investigaciones anteriores son buenos ejemplos de cómo los infantes empiezan a relacionar que un objeto podría ser emparejado o asociado con un sonido, aún cuando se presenten variaciones. De acuerdo con Kuhl et al. (2006) es alrededor de los 6 meses que los infantes empiezan a desarrollar una especialización más fina hacia los fonemas de su habla; esto quiere decir que los infantes prestan más atención a los sonidos correspondientes con su habla materna e ignoran aquellos que no son relevantes.

Ferry, Hespos & Waxman (2010, 2013) estudiaron la habilidad de categorizar y su relación con el lenguaje en edades de 3, 4 y 6 meses. El diseño experimental se abió en la preferencia a la novedad y consistió en la presentación de 8 imágenes diferentes (ejemplares de dinosaurios) en la fase de familiarización y una fase de prueba en silencio presentando una

imagen familiar --un nuevo ejemplar de dinosaurio de color diferente a los presentados en la familiarización-- y una imagen nueva --un pez del mismo color que el nuevo ejemplar de dinosaurio--. Un cambio significativo durante el desarrollo es que la preferencia a la novedad se presenta desde los 4 meses.

Bajo esta lógica, los autores (Ferry, Hespos & Waxman, 2010, 2013) diseñaron condiciones para probar diferentes sonidos durante la familiarización. En una condición primera, presentaron vocalizaciones de lémures para explorar si, de manera etológica, sonidos similares o cercanos a nuestra especie podrían ayudar a la categorización; en una segunda condición; en una tercera condición se presentó la frase “Mira, modi”; en otra, la frase de “Mira, modi” reproducido al revés; y en una cuarta condición, un tono senoide o “puro” sin ningún contenido lingüístico. Se encontró que el grupo de 3 meses tuvo una mejor ejecución con el uso del tono senoide y el habla reproducida al revés.

A los 4 meses, la categorización mejoró mediante el enunciado “Mira, modi” y por las vocalizaciones de lémures, mientras que el tono senoide y el discurso reproducido dejaron de ser relevantes para preferencia a la novedad. Los infantes de 6 meses fueron mejores en la condición del enunciado, mientras que los demás sonidos sin una característica lingüística no contribuyeron a la preferencia del estímulo novedoso (o categorización). Un análisis de correlación entre los días de la edad de los infantes y la preferencia a la novedad, a través de las condiciones de familiarización, mostró que sólo en las vocalizaciones de lémures y en la condición con la frase de habla humana incrementaron conforme a la edad de los bebés. Estos hallazgos indican que el lenguaje se vuelve más especializado en el desarrollo, en este caso en particular, se observó en tareas de categorización (Ferry, Hespos & Waxman; 2010, 2013).

En este sentido, las investigaciones han considerado el lenguaje, estudiado con la adición de una clave verbal como herramienta para categorizar y reconocer objetos. Aunado a esto, dentro de la literatura se encuentran otras investigaciones en las cuáles se relaciona la habilidad de reconocer objetos con la habilidad lingüística de comprensión de palabras. A



continuación, se describen estudios de desarrollo, en los cuales se reportan interacciones lingüísticas de tamaño de vocabulario con no lingüísticas medidas con preferencia visual.

Fernald, Perfors y Marchman (2006), Rose, Feldman y Jankowski, (2002, 2009) y Thompson, Fagan y Fulker, (1991) evaluaron habilidades no lingüísticas como el reconocimiento de patrones visuales (geométricos y de fotografías de caras), como se describe en el estudio de Rose, Feldman y Jankowski (2001) y Fagan y Sheperd (1989); el juego simbólico que refiere al uso de un objeto como representación de otro, por ejemplo, usar un cubo de juguete para representar una taza; la permanencia de objeto que es la habilidad de recordar un objeto aún cuando se esconde; la transferencia intermodal, al reconocer objetos familiares desde una fase háptica de familiarización a ensayos de prueba donde sólo se usan fotografías de los objetos previamente manipulados.

Las habilidades descritas se relacionaron con el tamaño de vocabulario, considerando la comprensión y producción, tanto en la edad en la que se evaluó (12 meses) como en edades posteriores (24 meses). Los autores concluyeron que en el reconocimiento de objetos hay procesos involucrados como el recuperar y mantener la información para diferenciarlos de otros objetos. También, la habilidad de abstraer características en común o incluso el juego simbólico prepara a los infantes a aprender sustituciones entre el objeto y la clave verbal (Rose, Feldman, Jankowski, 2002, 2009; Thompson, Fagan & Fulker, 1991), ya que el infante generaliza que, si se puede usar un cubo en vez de una taza, las palabras pueden sustituir a los objetos para hablar de ellos.

Las investigaciones de habilidades perceptuales y cognitivas de los infantes también se han medido a través de la velocidad de procesamiento, el cual se refiere a la velocidad con la cual un individuo ejecuta una tarea que involucra el uso de funciones cognitivas básicas (Hale, 2016). Así, hay estudios que relacionan el procesamiento de palabras en tareas experimentales y el tamaño de vocabulario, los cuales se describen a continuación.

Fernald, Perfors, Marchman, (2006) evaluaron los tiempos de reacción en una tarea de reconocimiento de palabras en una tarea experimental en la cual los infantes de 12, 15, 18, 21 y

25 meses de edad, tenían que asociar una palabra de manera auditiva con el objeto visual, el cual era un estímulo ya conocido. Los investigadores, también pidieron a los cuidadores que respondieran el Inventario de Desarrollo Comunicativo (Jackson-Maldonado et. al., 2003), o CDI cómo se conoce por sus siglas en inglés *Communicative Development Inventory* (Fenson., et. al., 2006), y encontraron que un tamaño de vocabulario mayor se relacionaba con un procesamiento de palabras más eficiente, es decir, menores tiempos de reacción para reconocer un objeto familiar. Asimismo, se ha encontrado que los tiempos de reacción son incluso, predictores del tamaño de vocabulario, en estudios donde se comparan bebés nacidos a término con los bebés prematuros (Marchman, Adams, Loi, Fernald, & Feldman, 2016).

En una investigación con infantes mexicanos y mediante el PIAP, se encontraron resultados similares a los descritos en la investigación anterior con respecto a los tiempos de reacción en tareas de lenguaje y el tamaño de vocabulario medido en CDI, en infantes de 9, 12 y 15 meses de edad, y posteriormente en edades de 20 y 24 meses (Alva & Suárez, 2017; Suárez, Alva & Ferreira, 2015). Los infantes vieron 3 tareas diferentes. Primero, una conocida como tarea control, en la cual se presentaban figuras geométricas básicas en negro, sin ningún estímulo asociado; en otra tarea de reconocimiento, se presentaron estímulos familiares y a color (e.j. perro, bebé); y en una tercer tarea de aprendizaje se asociaba una representación 2D de un estímulo en 3D, el cual era novedoso y a color, junto con un estímulo auditivo, el cual era una pseudopalabra o palabra inventada que emulaba un sustantivo sin un significado en la vida cotidiana.

Los resultados mostraron menores tiempos de reacción en la tarea de control en comparación con las otras dos tareas en donde se añade información visual y auditiva. Este patrón de los tiempos de reacción se mantuvo a través de las 3 edades y uno de los resultados principales fue que aquellos bebés que presentaron menores tiempos de reacción en la tarea de aprendizaje de nuevas palabras con nuevos objetos fue un predictor del tamaño de vocabulario a los 20 y 24 meses (Alva & Suárez, 2015, 2017).

De manera específica, en la literatura se reportan otros estudios sobre el aprendizaje de los nombres de los objetos, en los cuales se muestra evidencia sobre el papel significativo del tamaño de vocabulario en los infantes, ya que el reconocimiento de figuras geométricas tridimensionales y de figuras caricaturizadas -con la forma de los objetos- se predice a partir del número de sustantivos, los cuales refieren a categorías ya establecidas y relacionadas con formas básicas.

Pereira y Smith (2008, 2009), y Yee, Jones y Smith (2012) mostraron relaciones entre la habilidad de reconocer versiones geométricas de objetos y el tamaño de vocabulario productivo de sustantivos – de acuerdo al CDI-, en una muestra de infantes entre 12 a 36 meses de edad. Esta relación fue más significativa con el vocabulario que con el simple hecho de tener una edad mayor. Los experimentos se basaron en tareas de elección forzada, en la cual, el experimentador le pedía a los infantes que le dieran el objeto que nombrara. Para ello, se emplearon tres condiciones: una tarea usando objetos típicos como avión, carro o tortuga de juguete, en la cual se podían apreciar todas las características como textura, forma y color; en otra tarea basada en la forma, se recubrieron los juguetes típicos de plastilina negra para homogeneizarlos en color y textura; en la tarea de reconocimiento basado de “caricatura”, se diseñaron juguetes con foami usando las características geométricas básicas y mínimas para ser una representación del objeto.

Los cambios de la representación visual de la forma de los objetos ocurren de los 12 a los 36 meses de edad e incrementa a partir de la interacción manual con los objetos. Al mismo tiempo, el aprendizaje acelerado de los nombres de los objetos guía la atención de los infantes hacia la forma. Los resultados principales de esta serie de investigaciones fue que los infantes tanto con un menor (menos de 50 sustantivos) y mayor vocabulario (más de 150 sustantivos) reconocieron fácilmente los objetos típicos. Para la tarea de caricaturas, los infantes con menor vocabulario tuvieron una ejecución cerca del 50%, mientras que los infantes con mayor vocabulario tuvieron una ejecución por arriba del 60%. Para la tarea de forma, todos los infantes lograron una ejecución por arriba del 50%. Los autores concluyen que el tamaño de vocabulario

permite la organización de la información previamente adquirida para procesar de manera más eficiente la información que es nueva, como se mostró con los objetos de caricatura basados en formas geométricas. (Pereira & Smith, 2008, 2009; Yee, Jones, & Smith, 2012).

El aprendizaje del reconocimiento de objetos es una habilidad importante en el último periodo del primer año y este proceso es asistido por los adultos, quienes etiquetan los objetos para sus bebés. Esto, es útil, no sólo porque la palabra resalta las cualidades únicas del objeto, sino porque tiene un papel esencial para la construcción de conceptos. Las etiquetas, claves verbales o palabras se aplican para las categorías de objetos o para referirse al mismo objeto en diferentes lugares y eventos. Este etiquetado ayuda a los infantes a clasificar objetos y al aprendizaje de sus nombres (Gibson y Picker, 2003).

Luchkina y Waxman (2021) mencionan que es interesante el estudio de identificar referentes que están ausentes para conocer cómo los infantes relacionan las palabras a representaciones o construcciones perceptuales del mundo. La propuesta teórica hace sentido en la presente tesis que conlleva un contexto de estudio de reconocimiento de objetos que rotan y sobre el lenguaje porque en ambos procesos, se manipula información que no está presente y que necesita recordarse. Asimismo, como menciona Palmer (1999), el reconocimiento de objetos significa que es miembro de una categoría conocida y que se compara con la información previamente almacenada de experiencias previas relacionadas con objetos similares.

Luchkina y Waxman (2021) mencionan que, alrededor de los 12 meses, los infantes son sensibles a cómo se nombran los objetos y los primeros signos de la comprensión de referentes ausentes también emerge. Además, los infantes comprenden referencias de objetos que son escondidos de manera reciente, aunque siguen dependiendo de “claves visuales” lo cual significa que se requiere de recordatorios visuales de estas entidades ausentes para recuperarlas de la memoria.

También, en esta edad que los infantes producen conductas comunicativas como mirar o señalar a estas claves o recordatorios visuales; por ejemplo, cuando una persona se esconde detrás de una puerta y es mencionada, los infantes muestran preferencia de la mirada y gestos

hacia esa puerta. Asimismo, en esta edad, los infantes comienzan a hacer relaciones de las palabras con la representación de objetos ausentes y se muestra la habilidad de comunicar acerca de estos, aunque no estén al alcance. Es por esto por lo que, el lenguaje conlleva una mayor precisión que otras conductas comunicativas, incluyendo señalar, ya que el señalar puede dirigir la atención a una escena, pero sólo con el lenguaje podemos especificar el qué sobre esa escena. Además, los infantes empiezan a integrar múltiples claves para el significado, alrededor de los 12-14 meses; en este sentido, las referencias verbales, etiquetas, o claves verbales mejoran la habilidad de los infantes para incorporar información de múltiples fuentes y poder inferir el significado de palabras y nuevos objetos (Luchkina and Waxman, 2021).

A modo de resumen, dentro del primer año, los infantes perciben y reconocen estímulos geométricos tridimensionales en contextos de tareas de habituación, además de que hay variables relacionadas y que explican parte de las diferencias individuales en estas tareas, como lo son el género, algunas variables biológicas como los índices hormonales y las habilidades motrices. Hay otras habilidades que se desarrollan en paralelo, como la discriminación visual de objetos en 2D y 3D, el seguimiento de trayectorias de objetos, la percepción de unicidad y el tamaño de vocabulario (Alva & Suárez, 2015, 2017; Bremner et al., 2011; Christodoulou et al., 2016; Fernald, Perfors, Marchman, 2006; Hespos and Rochat, 1996, 1997; Moore & Johnson, 2008; Rose, Feldman, Jankowski, 2002, 2009; Thompson, Fagan & Fulker, 1991; Moore & Johnson, 2011; Pereira & Smith, 2010; Quinn & Liben, 2008, 2014; Schwarzer, Freitag, Buckel, et al., 2013). En términos de una perspectiva de integración multisensorial, los infantes perciben gradualmente más relaciones complejas de tipo intersensorial, en la medida que adquieren más experiencias perceptuales (Werker & Lewkowicz, 2012).

Aún quedan algunas preguntas por contestar dentro de las tareas de reconocimiento de objetos en rotación, durante la primera infancia. La presente tesis se enfoca en cómo la preferencia visual varía al reconocer objetos en rotación agregando información de otra modalidad, como el nombrar un objeto durante una fase de familiarización. Se considera la hipótesis que el tamaño de vocabulario (la comprensión de palabras) también se relaciona con el

reconocimiento visual de objetos 3D en rotación, ya que la cantidad de palabras podría reflejar experiencias previas de los infantes con los objetos. Por lo tanto, el objetivo de la presente investigación es encontrar si hay un efecto relacionado al añadir una clave verbal en la tarea de rotación y cómo el comienzo del crecimiento de vocabulario podría involucrarse también, en infantes de 12 meses. Esta edad fue seleccionada para obtener información entre las edades reportadas de la literatura previa, entre los estudios de la rotación mental y los estudios sobre habilidades lingüísticas y de reconocimiento de objetos. Además, porque en la edad de 12 meses, los bebés son más sensibles a cómo se nombran los objetos y a las primeras señales de comprensión sobre los referentes ausentes, como lo menciona Luchkina and Waxman (2021).

## Método

### Participantes

Participaron trece infantes de 12 meses de edad (8 niñas). En promedio, la edad fue de  $M= 11$  meses y 25 días ( $SD= 8$  días). De esta muestra, todos los infantes participaron en una tarea de control de estímulos visuales, creada por Alva y Suárez (2017). Posteriormente, se asignaron al azar, a los infantes en dos tareas diferentes. Un grupo de 5 infantes (2 niñas) participaron en la tarea de Reconocimiento de Objetos en Rotación (ROR) y 8 infantes (5 niñas) en la tarea de Clave Verbal (CV). Las tareas se describirán posteriormente en el método. Los infantes junto con sus cuidadores fueron invitados a la investigación mediante posters en el metro, Sistema de Transporte Colectivo, en el Sistema de Corredores de Transporte Público de Pasajeros de la Ciudad de México, en la Gaceta de la Universidad Nacional Autónoma de México y durante visitas periódicas al Museo de Ciencia UNIVERSUM, de la misma universidad.

### Criterios de Inclusión

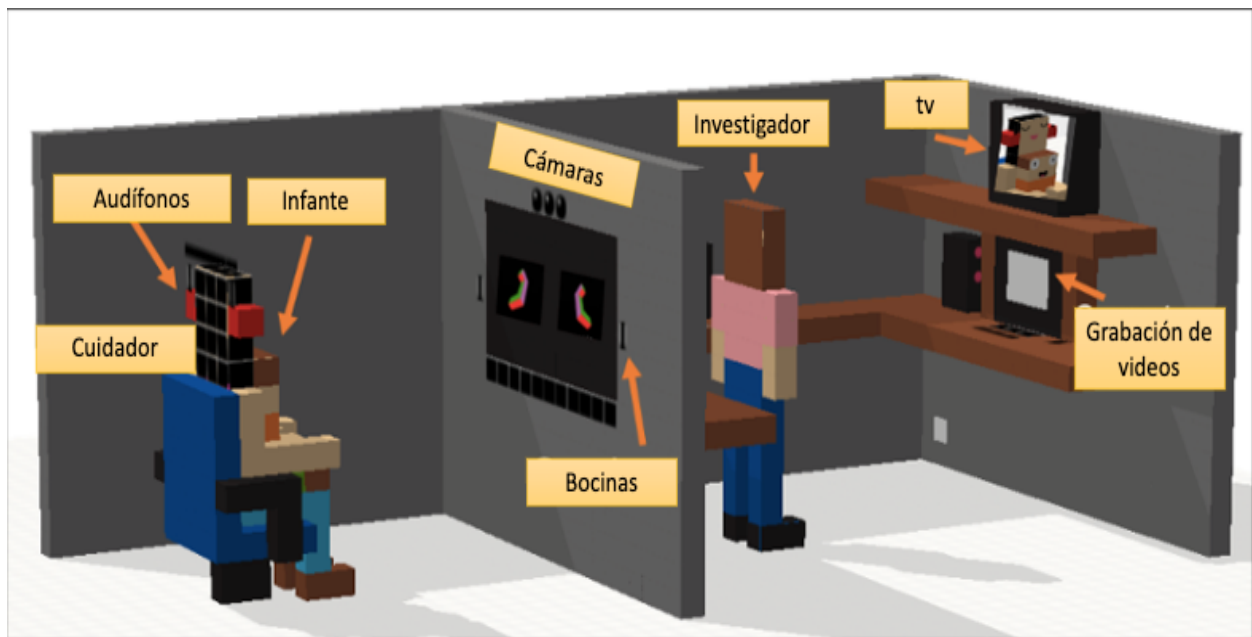
Se pidió a los cuidadores responder un cuestionario sociodemográfico (Alva y Arboleda, 1992), con el cual se obtienen datos acerca del nacimiento de los infantes, las personas con quienes viven, si asisten a guardería, número de hermanos, edad y escolaridad de los cuidadores. Con dicha información, se consideró la participación de los infantes que cumplieran ser monolingües,

nativo hablantes del español, con desarrollo típico, sin problemas prenatal, perinatal y postnatal, así como, sin problemas de audición o de visión.

#### Escenario Experimental

Los experimentos se realizaron bajo el Paradigma Intermodal de Atención Preferencial (Alva, 2007), el cual a su vez es una adaptación del IPLP, por sus siglas en inglés Intermodal Preferential Looking Paradigm (Golinkoff, Hirsh-Pasek, Cauley, y Gordon, 1987). El escenario consistió en un cubículo, con una pantalla de 50 pulgadas en una de las paredes; se colocaron dos bocinas, una de lado izquierdo y otra de lado derecho; arriba de la pantalla se colocaron tres cámaras dirigidas a la mirada del infante. El cuidador y el infante se sentaron frente a la pantalla, mientras que, en el cubículo adyacente, el investigador supervisaba la sesión (Ver Figura 1). La recepción del laboratorio se adecuó para que la estancia de los participantes fuera lo más cómoda posible y fue ahí donde se realizó el *rapport* y la aplicación de instrumentos.

Figura 1. Cubículo adaptado bajo el Paradigma Intermodal de Atención Preferencial (PIAP). Realizado con la aplicación para celular *Tayasui Blocks* app y editado en *Power Point*.



## Instrumento

### *Inventario de Desarrollo Comunicativo MacArthur-Bates (CDI) -Versión I- Palabras y Gestos*

La versión I del inventario de Desarrollo Comunicativo CDI (Jackson-Maldonado et. al., 2003) se diseñó para poblaciones de 8 a 18 meses, para infantes mexicano. Los puntajes de medición son las palabras y frases que comprenden, la producción, el vocabulario temprano y los primeros gestos. Este reporte parental es una alternativa para saber sobre el desarrollo de lenguaje en un contexto de investigación e incluso clínico. La consistencia interna de este instrumento es de alfa de Cronbach = .94 para la comprensión y producción, además los valores de confiabilidad del test-retest para comprensión fue de  $r = .97$ ,  $p < .001$ , mientras que para la producción de  $r = .81$ ,  $p < .001$  (Jackson-Maldonado et al. 2003).

Esta versión se compone de dos partes: "Primeras palabras" y "Gestos y Acciones". La primera parte se divide en 4 secciones. Para el propósito de la presente tesis, se usó la sección D, la cual es una Lista de Vocabulario e incluye 22 categorías gramaticales, con un total de 428 ítems en total. Para los análisis también se considerarán las categorías gramaticales de manera individual, las cuales se mencionarán a continuación con la cantidad de ítems de cada una: Sonidos de animales (12), Animales de verdad y de juguete (36), Vehículos de verdad y de juguete (9), Alimentos y Bebidas (30), Ropa (19), Partes del cuerpo (20), Juguetes (8), Utensilios de Casa (36), Muebles y Cuartos de la casa (24), Lugares y objetos fuera de la casa (26), Personas (20), Rutina diaria, Reglas sociales y juegos (19), Acciones y Procesos: Verbos (55), Estados "Ser y Estar" (2), Tiempo (8), Cualidades y Atributos (37), Pronombres (33), Preguntas (6), Artículos (8), Cuantificadores y Adverbios (8), Locativos (9) y Preposiciones (3). La segunda parte sobre Gestos y Acciones cuenta con 3 puntajes; uno se refiere al total de gestos con 64 ítems, gestos tempranos con 21 ítems y gestos tardíos con 43 ítems.



## Medidas

### Tiempo total de Mirada

El Tiempo Total de Mirada fue definido como el tiempo de atención visual al objeto novedoso y el tiempo total al familiar, durante la fase de prueba.

### Diferencia de Mirada

Es la resta del tiempo total al objeto novedoso menos el tiempo total al objeto familiar. Los puntajes positivos muestran la preferencia por el objeto novedoso, mientras que puntajes negativos muestran preferencia al objeto familiar. Esta diferencia de mirada muestra la ejecución por cada infante, la cual es una medida que puede esclarecer diferencias individuales.

### Tiempos de Reacción

La definición operacional de Tiempo de Reacción (TR) se describe como el tiempo (ms) que toma un individuo en responder al estímulo blanco. En el caso de la presente tesis y retomando el uso de los Tiempos de Reacción en los estudios de Shepard y Metzler (1971, 1988), se considera una respuesta de latencia hacia positivas o "sin error" sobre decidir si los objetos presentados corresponden al estímulo familiar o es diferente (el objeto novedoso). En específico, debido a la adaptación de la tarea para infantes, la cual se diseñó mediante un procedimiento de preferencia a la novedad, la respuesta correcta sería el tiempo que requieren para mirar hacia el objeto que es diferente, es decir, hacia el objeto novedoso, durante la fase de prueba.

Por lo tanto, se realizó la siguiente medición. Cada ensayo de prueba duró 5000 ms, el punto de corte fue a los 2,500 ms, cuando los estímulos de prueba dieron la primera vuelta, esto con el objetivo de que los infantes tuvieran tiempo para ver la primera parte del estímulo (240° a 360°) y posteriormente elegir hacia donde ver en los 2,500 ms restantes (360° a 240°). Estas ventanas de tiempo se basaron en los experimentos previamente realizados por (Alva & Suárez, 2017; Suárez, Alva & Ferreira, 2015) para las tareas de aprendizaje, en las cuales se trabaja con estímulos nuevos o no familiares para los infantes, lo cual brinda un punto de comparación con la literatura de Tiempos de Reacción.

Asimismo, se realizó una réplica del experimento de Neutros, en el cual se consideró la medición de los Tiempos de Reacción hacia estímulos geométricos sin variaciones y en 2D para tener una Línea Base del procesamiento de información de cada infante. Cada ensayo duró 1000 ms y el punto de corte fue a los 99.9 ms para ver cuánto tiempo tomaban los infantes a ver el estímulo presentado en la pantalla Alva & Suárez, 2017; Suárez, Alva & Ferreira, 2015).

#### Tamaño de Vocabulario

Para el presente estudio, se midió la comprensión de palabras mediante el CDI, ya que, aun cuando los bebés empiezan a decir sus primeras palabras, la producción no es tan variable. Adicionalmente, se usaron las categorías semánticas descritas anteriormente para explorar la relación con la ejecución en la tarea de reconocimiento de objetos en rotación sin y con clave verbal.

#### Diseño Experimental

El diseño fue de tipo transversal e intrasujeto, en el cual se comparó dos tareas de reconocimiento de objetos en rotación (con y sin clave verbal). También, se realizó un análisis de correlación para explorar las diferencias individuales entre la ejecución de las tareas de reconocimiento de objetos en rotación y el tamaño de vocabulario total y por categoría.

#### Tareas Experimentales

##### 1. Tarea de Estímulos Neutros

Se realizó una tarea control con estímulos neutros, como réplica de los experimentos de Tiempos de Reacción para línea Base de procesamiento de la información (Fernald, Perfors, & Marchman, 2006; Alva & Suárez, 2017; Suárez, Alva & Ferreira, 2015). Se presentaron 20 ensayos de 1000 ms cada uno, con estímulos geométricos 2D, de color negro y fondo gris. En cada ensayo, se presentaba un estímulo neutro en uno de los lados de la pantalla, ya sea izquierda o derecha, con la condición de no presentarse 3 veces consecutivas del mismo lado. El tiempo de reacción se midió a partir de la aparición del estímulo en el monitor y dentro de la ventana de tiempo de 99.9 ms, como en estudios previamente mencionados.

## Estímulos visuales

Se retomaron los estímulos en 2D dimensión, compuestos por figuras geométricas en color negro con fondo gris, sin ningún tipo de movimiento, ni estímulo auditivo presentado (Ver Figura 2). Los estímulos se retoman de Alva y Suárez (2017).

Figura 2. Estímulos Neutros para la tarea de Línea Base de velocidad de procesamiento



### 2. Tarea de Reconocimiento de Objetos en Rotación (ROR)

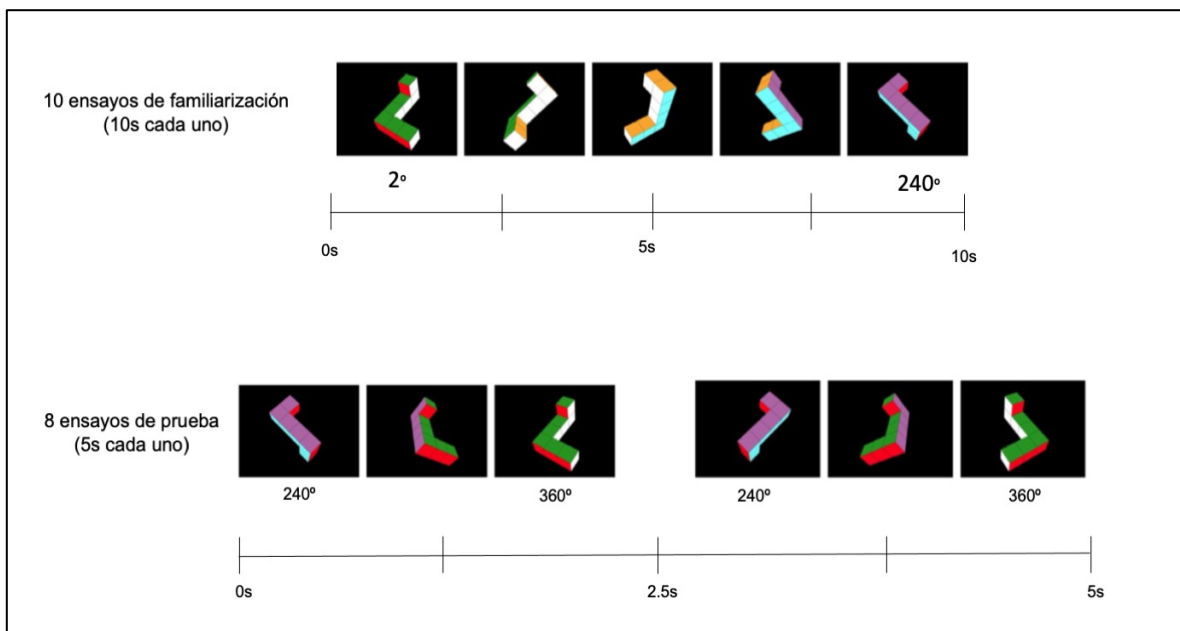
Para medir el reconocimiento de estímulos en rotación, se realizó una adaptación de la tarea de Moore y Johnson (2008; 2011). Se presentaron ensayos fijos de familiarización para desarrollar la preferencia a la novedad (Colombo & Mitchell, 2010; Heil et al., 2018). En la fase de familiarización, se presentaron 10 ensayos de 10,000 ms; en cada uno se presentó un estímulo visual 2D como representación de un objeto 3D, el cual rotaba de los 2° a los 240° y viceversa; se usaron los mismos estímulos que Moore y Johnson (2008).

Después de la fase de familiarización, se presentó una fase de prueba con 8 ensayos de 5,000 ms cada uno, en el cual se presentaron dos estímulos en un solo ensayo. Se diseñó una plantilla, en la cual se designaron los estímulos de prueba familiar y novedoso, al azar; esto, con la finalidad de que no fuera predecible la aparición del estímulo novedoso. Esta secuencia fue la misma para todos los infantes. En este caso, ambos objetos de prueba completaban la rotación de los 240° a los 360° y regresaban. El estímulo familiar era el que completaba el giro del estímulo presentado en la familiarización, mientras que el estímulo novedoso (espejo) también rotaba en los grados restantes, pero no coincidía con el estímulo de la fase de familiarización (Ver Figura 3).

## Estímulos visuales en rotación

Los estímulos fueron los mismos que los utilizados en Moore y Johnson (2008:2011). Estos fueron representaciones en video de objetos 3D dinámicos que tenían un movimiento de rotación en el eje vertical. Estos estímulos son una versión simplificada de los experimentos de Shepard y Metzler (1971), presentados en un fondo negro. Los objetos se conforman de siete cubos formando barras de 90° arriba y abajo, de la siguiente manera: una barra de dos cubos en el eje X, unida en la parte de abajo, a una barra central de cuatro cubos en el eje Y, seguido por una barra de un solo cubo en el eje Z encima de la barra central. Visto desde arriba, todas las caras visibles del objeto eran color amarillo; visto desde abajo, las caras eran color morado, azul, blanco y verde, respectivamente (Ver Figura 3).

Figura 3. Representación estática de los objetos en el video, presentados en la fase de familiarización y prueba. Las imágenes fueron tomadas del estudio de Constantinescu, Moore & Johnson (2016) y adaptadas a la presente tesis.



## Tarea de Clave Verbal (CV)

El diseño de la tarea con Clave Verbal fue el mismo que la tarea anterior, añadiendo una clave verbal en la fase de familiarización. Los 10 ensayos de familiarización de 10,000 ms presentaron una representación visual 2D de un objeto 3D que rotaba de los 2° a los 240° y viceversa, además de ser los mismos que se presentaron en el estudio de Moore y Johnson (2008; 2011), los cuales fueron una adaptación de Shepard y Metzler (1971). La Clave Verbal se presentó a los 5,000 ms del ensayo que es cuando el objeto 3D había alcanzado los 240° y antes de que regresara (Ver Figura 4). Posteriormente, se presentaron los 8 ensayos de 5,000 ms cada uno y sin estímulo auditivo como en la tarea anterior; es decir, un objeto, el cual era el familiar terminaba la rotación hasta los 360° del estímulo presentado en la familiarización, mientras que el estímulo novedoso también rotaba de los 240° a los 360°, pero en espejo del presentado en la familiarización.

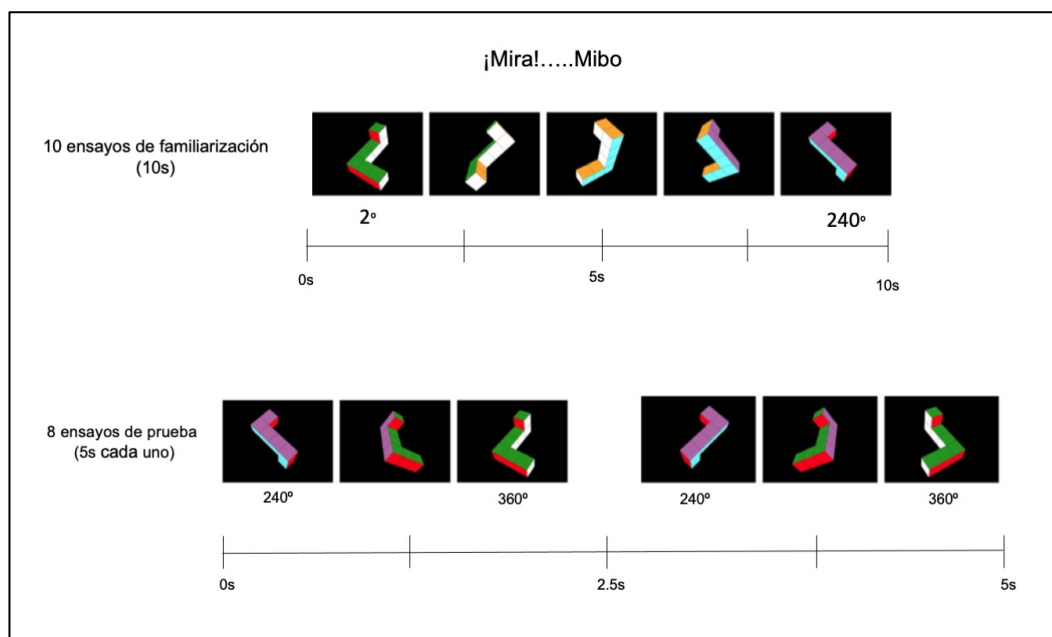
### Estímulos visuales en rotación

Los estímulos fueron los mismos que la tarea de Reconocimiento de Objetos en Rotación (ROR).

### Estímulo Auditivo

La Clave Verbal fue el siguiente enunciado “Mira Mibo”. El verbo “Mira” se usó como un gancho auditivo para captar la atención del infante, mientras que la palabra artificial “Mibo” es una representación auditiva de un sustantivo, mediante la composición Consonante-Vocal-Consonante-Vocal (CVCV), como se ha presentado en estudios previos con población infantil mexicana (Suárez y Alva, 2015; 2017). Estos estímulos auditivos fueron grabados por una voz femenina y con habla dirigida a infantes, la cual se caracteriza por un tono agudo, un volumen alto y un tempo lento para asegurarse de que estos estímulos sean relevantes y capten la atención del discurso de los infantes.

Figura 4. Representación de las secuencias de movimiento de las figuras presentadas en la fase de familiarización con la Clave Verbal y la fase de prueba en silencio. Las imágenes fueron retomadas del estudio de Constantinescu, Moore & Johnson (2016) y adaptado para la presente tesis.



### Procedimiento

Se realizó una cita vía telefónica con los cuidadores de los infantes. Una vez que llegaban al laboratorio, se les explicaron las actividades que realizarían durante su visita, sin mencionar el objetivo del estudio y los cuidadores firmaron el acuerdo de confidencialidad y la protección de los datos personales que proporcionaron. Después, se realizó una entrevista semi-estructurada para obtener los datos sociodemográficos. Posteriormente, los participantes pasaron al cubículo del PIAP, en el cual se indicó al cuidador que se sentara y sobre su regazo sentara al infante, ambos frente a la pantalla; se les pidió a los cuidadores que no hablaran, ni interactuaran con los infantes, por lo que se les proporcionaron unos audífonos y se les indicó que cerraran los ojos. En caso de llanto o inatención por parte de los infantes, la sesión se suspendía. Los cuidadores respondieron el reporte parental cuando se terminó el video de la tarea experimental y se les pidió no preguntarle en ese instante a su bebé que repitiera la palabra. Todos los infantes vieron la tarea de Neutros con el objetivo de obtener una línea base

para los Tiempos de Reacción, mediante estímulos en 2D. Después, para un grupo de infantes, asignados previamente, se les presentó la tarea ROR y a otro grupo de infantes, la tarea CV. Al finalizar las actividades, se obsequió al infante un vaso entrenador con el logo del laboratorio y los cuidadores recibieron cápsulas informativas sobre el desarrollo de lenguaje.

Para la codificación de los videos, se utilizó el programa ARM-PREFER, el cual es un programa creado específicamente para segmentar los videos en cuadros de 33.33 ms y sincronizarlos con una plantilla sobre la presentación de los estímulos en una línea de tiempo para calificar si el infante atendió a la derecha, izquierda, centro u otro lado. Después de codificar, se obtuvo el tiempo total hacia el estímulo novedoso y hacia el estímulo familiar en cada ensayo de la fase de prueba. La fase de prueba duró 40 s, por lo que se calificaron 1,200 cuadros por cada infante. Aquellos ensayos con un porcentaje de atención menos del 20% fueron excluidos; sólo 2 de 104 ensayos fueron excluidos, considerando a los 13 participantes. Los Tiempos de Reacción fueron calculados de manera automática para cada ensayo mediante el programa de nombre TiRex diseñado en el Laboratorio de Infantes. Quienes calificaron los videos tuvieron un entrenamiento previo, alcanzando una confiabilidad de al menos 80% y con la indicación de calificar escondiendo las casillas de la presentación de los estímulos.

## Resultados

El objetivo de la presente tesis fue realizar una comparación de la habilidad del reconocimiento de objetos en rotación entre la presentación y ausencia de una Clave Verbal, en infantes de 12 meses. Se diseñaron las tareas de Reconocimiento de Objetos en Rotación (ROR) para evaluar la habilidad de reconocer y discriminar entre el objeto espejo y la tarea de Clave Verbal (CV) para evaluar la habilidad de rotación al agregar una etiqueta en la fase de familiarización, teniendo en cuenta la hipótesis de que un estímulo verbal auditivo podría favorecer el reconocimiento de objetos en rotación, como en los estudios realizados sobre categorización (Ferry, Hespos & Waxman; 2010, 2013).

La preferencia visual al objeto novedoso significa que los infantes reconocieron el objeto familiar, por lo que prefieren mirar hacia el objeto que contiene nueva información. Asimismo, se esperaba encontrar una relación con su habilidad lingüística, es decir, el tamaño de vocabulario independientemente del género del infante.

Después de aplicar los criterios de inclusión, 14 infantes participaron, con una muestra original de 17 infantes. Tres de ellos se excluyeron por llorar durante las tareas experimentales. En promedio, los infantes contaron con un porcentaje total de atención, durante la fase de prueba, de  $X = 81.88\%$  ( $DE = 11.21\%$ ). Para la tarea de ROR, 6 infantes participaron y 8 en la tarea de CV. El promedio total de mirada en la fase de prueba para el grupo de ROR, fue de  $X = 16,522$  ms ( $DE = 3,374$  ms) para el objeto novedoso y  $X = 16,511$  ms ( $DE = 2,685$  ms) para el objeto familiar. Para la tarea de CV, los infantes presentaron un promedio de tiempo total de mirada de  $X = 16,991$  ms ( $DE = 2,867$  ms) para el objeto novedoso y un promedio de  $X = 16,254$  ms ( $DE = 3,049$  ms) para el objeto familiar (Ver Figura 5). Un análisis de Kolmogórov-Smirnov mostró que los datos se distribuyeron normalmente, sin embargo, debido al tamaño de la muestra, se optó por realizar pruebas no paramétricas. La prueba U de Mann-Whitney mostró que no hay diferencias entre ambas tareas sobre los tiempos totales de mirada hacia el objeto novedoso  $Z = -.582$  ( $p = .561$ ), ni hacia el objeto familiar  $Z = -.258$  ( $p = .796$ ).

De acuerdo con la literatura sobre rotación mental, se encuentran diferencias entre niños y niñas, por lo que se compararon los tiempos de mirada entre 8 niñas y 6 niños, independientemente de la tarea en la que participaron (Ver Figura 6). Los tiempos promedios de mirada al objeto novedoso para el grupo de las niñas fue de  $X = 16,975$  ms ( $DE = 3,622$  ms) y para el objeto familiar de  $X = 15,908$  ms ( $DE = 3,635$  ms). En el grupo de niños, el promedio de los tiempos de mirada al objeto novedoso fue de  $X = 16,544$  ms ( $DE = 3,756$  ms) y para el objeto familiar  $X = 16,972$  ms ( $DE = 3,713$  ms). La prueba no paramétrica de U de Mann-Whitney mostró que no hubo diferencias entre niñas y niños hacia el objeto novedoso  $Z = -.512$  ( $p = .609$ ), ni hacia el objeto familiar  $Z = -.256$  ( $p = .798$ ).



Figura 5. Tiempos totales de mirada hacia el objeto novedoso y el familiar, entre las tareas. Las barras de error muestran la Desviación Estándar. ROR: Reconocimiento de Objetos en Rotación. CV: Clave Verbal.

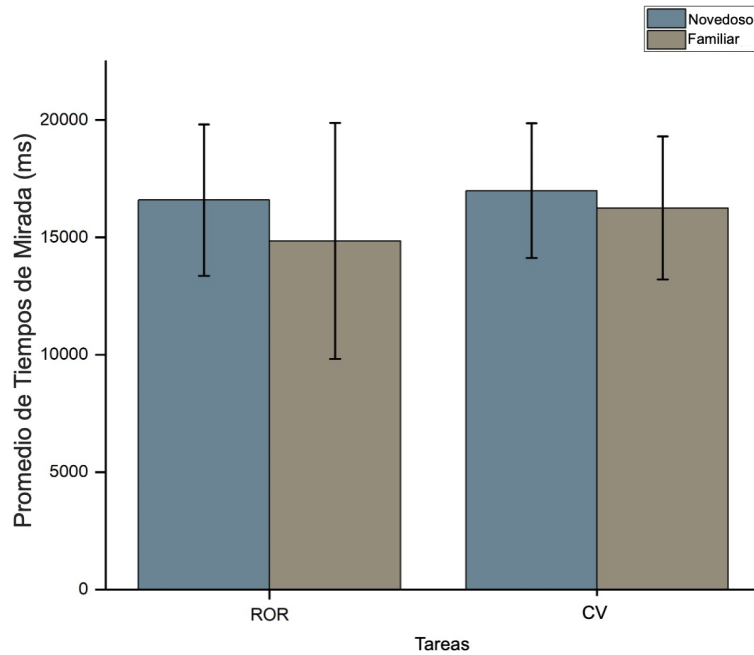
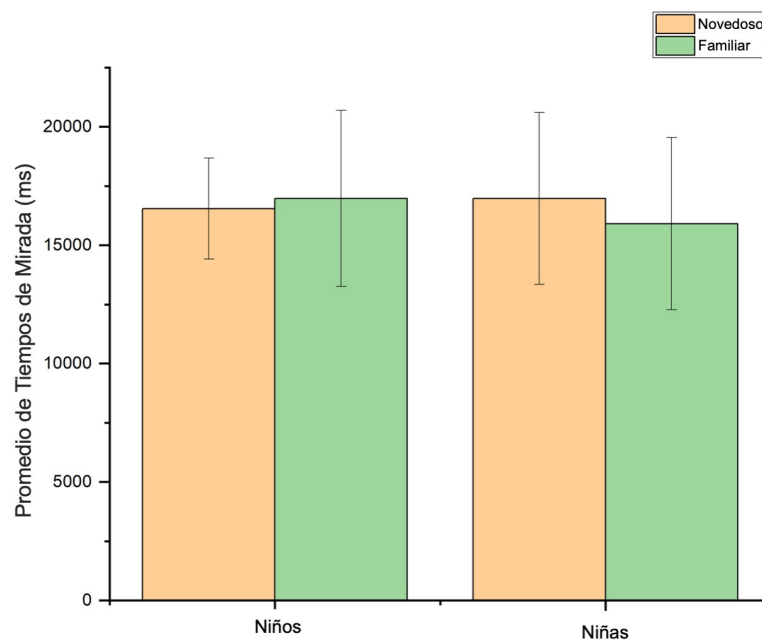


Figura 6. Tiempos de mirada hacia el objeto novedoso y al familiar en los grupos de infantes. Las barras de error representan la Desviación Estándar.

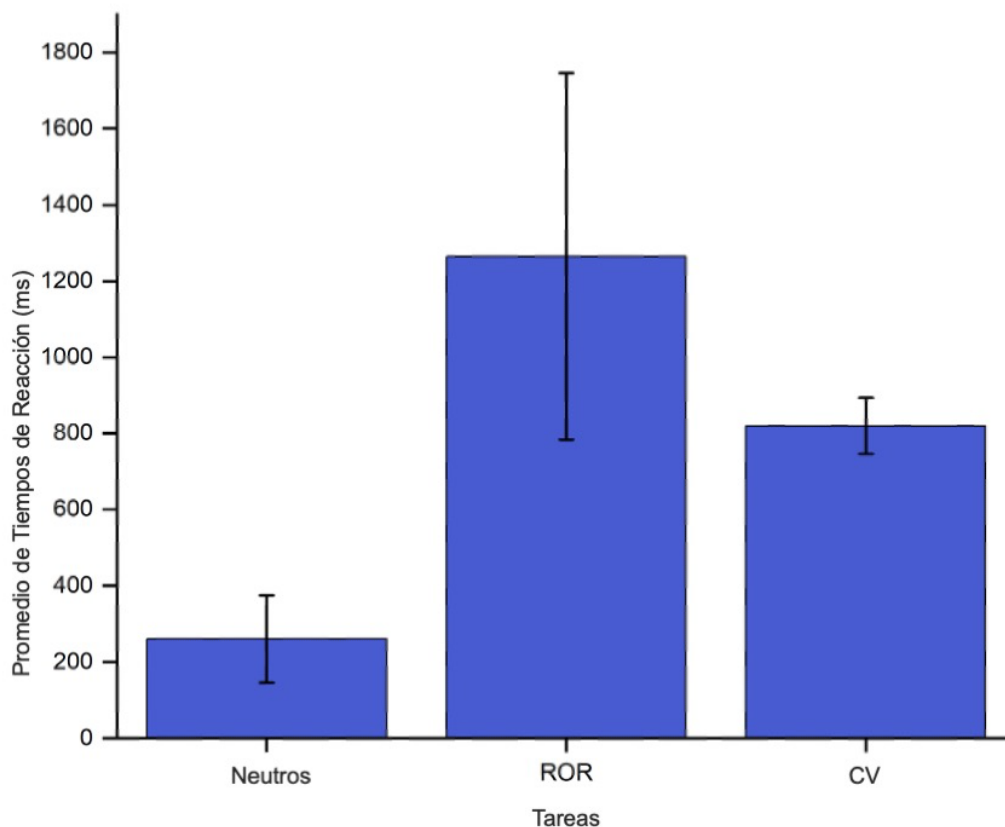


Los Tiempos de Reacción (TR) fue una medida para explorar cuánto tiempo de procesamiento tomó a cada infante para reconocer el objeto familiar durante la fase de prueba y cambiar su mirada al objeto novedoso, por lo que esta medida dependerá de la complejidad de los estímulos y de la complejidad de la tarea. Debido a los criterios de validación para cada ensayo, algunos participantes y ensayos fueron excluidos en los análisis, ya que las ventanas de tiempo fueron muy específicas para observar o capturar el fenómeno de reconocimiento de objetos, como se menciona en la literatura (Alva & Suárez, 2017; Fernald, Perfors, Marchman, 2006; Rose, Feldman, Jankowski, 2002, 2009; Rose, Gottfried, Bridger, 1978; Thompson, Fagan & Fulker, 1991).

Para la tarea de Neutros, participaron 13 infantes mostrando un promedio de tiempo de reacción de  $X = 259.64$  ms ( $DE = 114.43$  ms) hacia las figuras geométricas en 2D. Esta tarea se consideró como Línea Base de la velocidad de procesamiento de información y poder comparar dicho proceso al cambiar los estímulos. Para la tarea de ROR, sólo 4 de 6 infantes participaron con un promedio de  $X = 1264.49$  ms ( $DE = 480.65$  ms). Mientras que, para la tarea de CV, sólo 4 de 8 infantes se analizaron, mostrando un promedio de  $X = 819.44$  ms ( $SD = 73.35$  ms), ver Figura 7. Una prueba no paramétrica de Wilcoxon mostró que no hubo diferencias entre los TR de las tareas: Neutros vs ROR  $Z = -1.826$  ( $p = .068$ ) y Neutros vs CV  $Z = -1.826$  ( $p = .068$ ), ROR vs CV  $Z = -1.15$  ( $p = .34$ ).

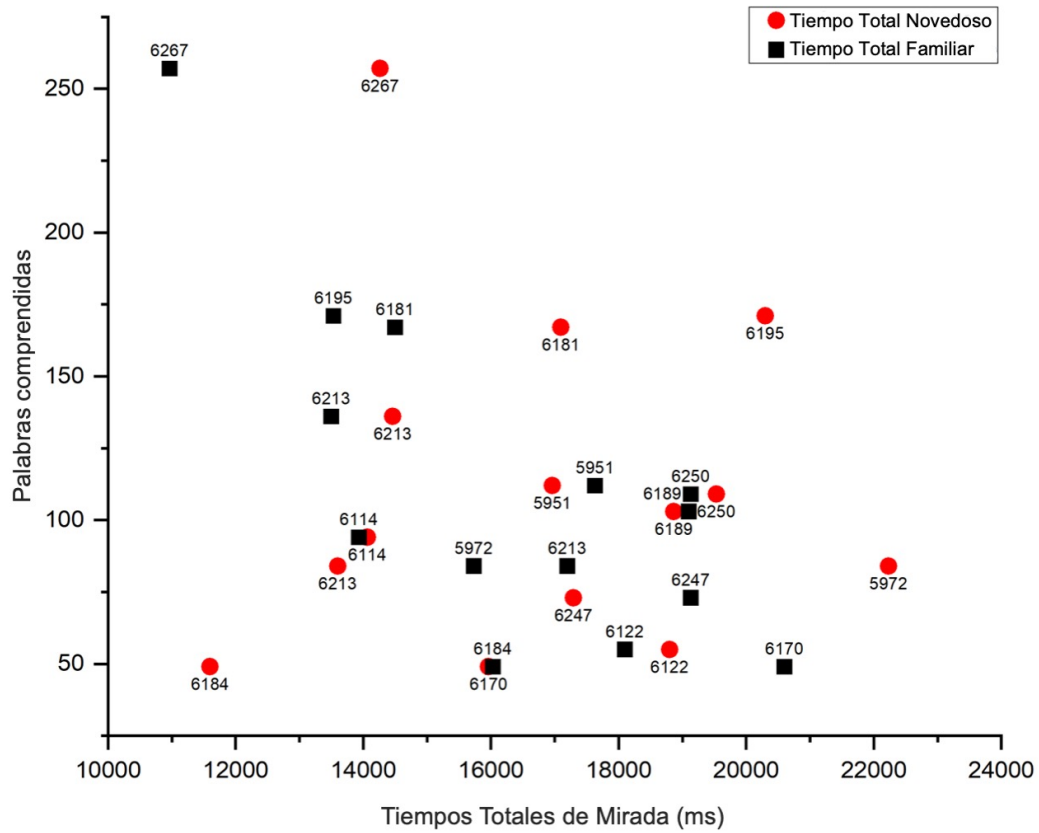
Hasta el momento los resultados mostraron que no hay diferencias entre la preferencia visual al agregar una etiqueta durante la fase de familiarización. Por lo que, para llevar a cabo el segundo objetivo se consideraron las palabras comprendidas mediante el reporte parental para saber cómo el tamaño de vocabulario se relaciona con la ejecución de las tareas de rotación mental.

Figura 7. Tiempos de Reacción en cada tarea: Neutros, ROR y CV. Las barras de error muestran la Desviación Estándar. ROR: Reconocimiento de Objetos en Rotación. CV: Clave Verbal.



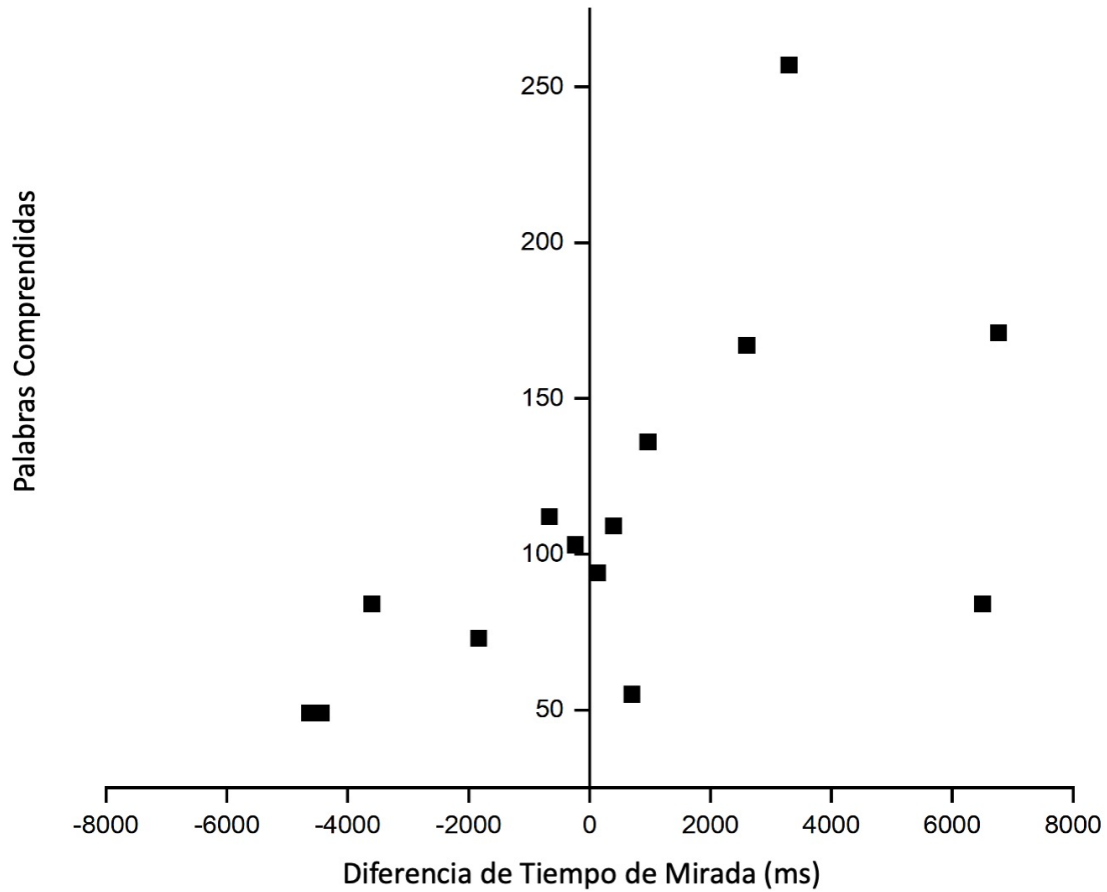
En la Figura 8, se visualizan los tiempos de mirada al objeto novedoso (puntos rojos) y al objeto familiar (cuadrados negros) por cada participante, en el eje X, además de su puntuación de total de palabras comprendidas en el eje Y. Como se observa, aquellos infantes que miran más hacia el objeto novedoso son aquellos quienes cuentan con un mayor número de palabras, de acuerdo con su reporte parental de CDI. Para confirmar dicha relación se realizó un análisis de correlación de Pearson entre la medida de Diferencia de Mirada, la cual es la resta del tiempo total al estímulo novedoso menos el tiempo total al estímulo familiar con la comprensión de palabras y se encontró un coeficiente estadísticamente significativo  $r = 0.596$  ( $p = 0.03$ ), ver Figura 9.

Figura 8. Tiempos al objeto novedoso y familiar por cada infante en relación con la comprensión de palabras.



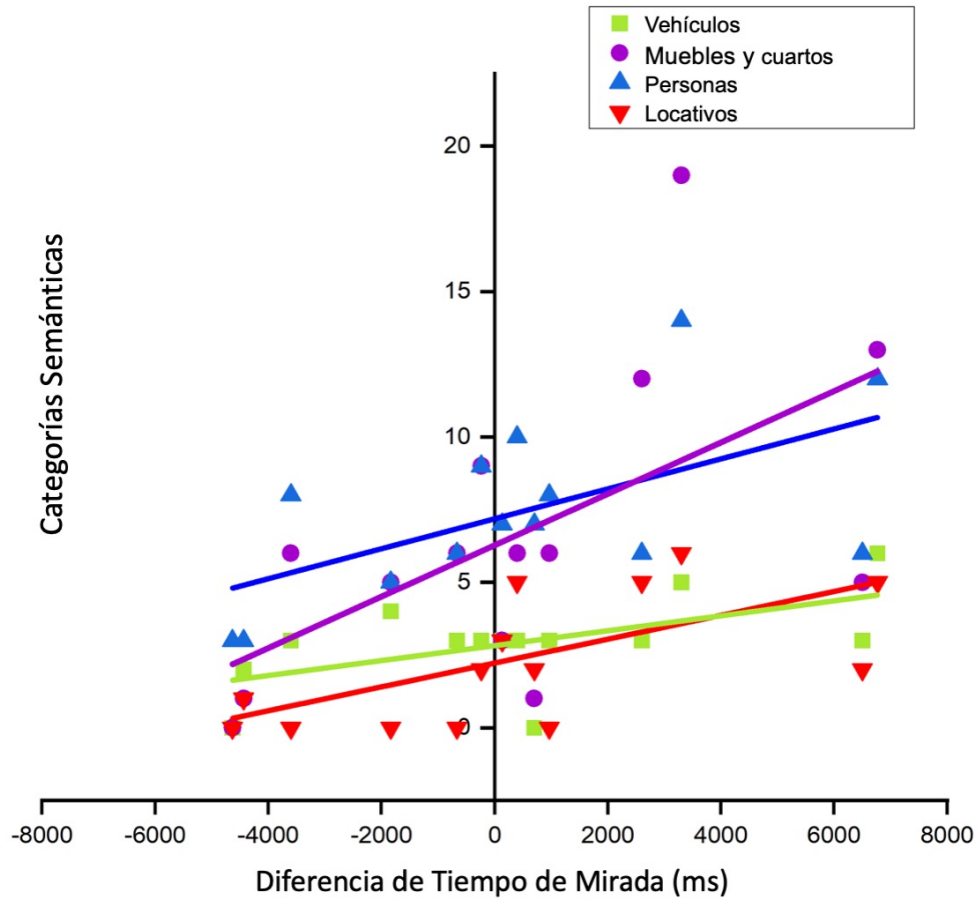
Se realizó un análisis no paramétrico de U de Mann-Whitney entre el tamaño de vocabulario de niñas y niños sin encontrar diferencias  $Z = -715$  ( $p = .474$ ); promedio de palabras comprendidas en los niños  $M = 105.33$  ( $DE = 77.17$ ) y niñas  $M = 110.86$  ( $DE = 44.80$ ).

Figura 9. Correlación entre la Diferencia de mirada y las palabras comprendidas.



El promedio de palabras comprendidas en el grupo de ROR fue de  $X = 73.2$  ( $DE = 19.89$ ) y para el grupo de CV  $X = 130.12$  ( $DE = 67$ ). Una prueba no paramétrica de U de Mann-Whitney mostró que no hubo diferencias entre la comprensión de palabras en ambas condiciones (ROR vs CV)  $Z = -1.83$ ,  $p = .067$ . Un análisis final sobre las categorías semánticas del CDI mostró las siguientes correlaciones de Pearson significativas (Ver Figura 10): Locativos  $r = .680$ ,  $p = .011$ , Muebles y Cuartos de la casa  $r = .598$ ,  $p = .031$ , Personas  $r = .587$ ,  $p = .035$  y Vehículos reales o de juguete  $r = .570$ ,  $p = .042$ .

Figura 10. Categorías semánticas en relación con la Diferencia de Tiempos de Mirada.



## Discusión

El objetivo del presente estudio fue encontrar cómo la habilidad de reconocimiento de objetos 3D dinámicos, en el contexto de una tarea de rotación mental, podría estar relacionado con la habilidad lingüística de los infantes. Por consiguiente, se consideró a la habilidad lingüística, tanto para observar cómo una etiqueta durante la tarea de rotación podría tener un efecto en la ejecución, como para considerar el tamaño de vocabulario como el repertorio de palabras comprendidas que podrían influir en el proceso de rotación mental.

Debido a que los infantes adquieren gradualmente más habilidades y perciben más tipos diferentes de relaciones intersensoriales junto con las experiencias perceptuales (Soto-Franco, Calabresi, Navarra, Werker & Lewkowicz, 2012), el estudiar la habilidad de rotación mental en la infancia requiere de adaptaciones a los diseños experimentales. En consecuencia, se diseñaron dos tareas de familiarización o ensayos fijos (ROR y CV) utilizando la versión simplificada de los objetos de Shepard y Metzler (1971) que adaptaron Moore y Johnson (2008). Asimismo, la edad de los infantes fue de 12 meses, con el objetivo de continuar con la investigación, desde una perspectiva de desarrollo y considerando que, a esta edad, los infantes cuentan con más experiencia con el uso del lenguaje y con un mayor número de palabras comprendidas y producidas.

En principio, en los resultados de las condiciones de ROR y CV, no se encontraron diferencias significativas entre los tiempos totales de atención al objeto novedoso versus al objeto familiar, en ambas tareas. Es indispensable recolectar más datos para especificar si la clave verbal mejora el reconocimiento de objetos en rotación. Estos resultados podrían ser explicados por el arreglo experimental, ya que como mencionan Colombo y Mitchel (2010) donde los diseños de ensayos fijos involucran la administración de un conjunto de estímulos discretos y repetitivos a los infantes; lo cual es una tarea fácil de automatizar, además de ser homogéneo para cada individuo y útil para encontrar diferencias individuales en el procesamiento. Por esta razón, los experimentos bajo esta lógica, se convierte en una tarea análoga para evaluar la

velocidad de procesamiento, donde se les proporciona a los individuos una cantidad limitada de tiempo o exposición a un ítem antes de administrar la prueba.

A modo de recordatorio, a los participantes, se les presentaron 8 ensayos de 5000 ms cada uno, durante la fase de prueba. Siendo así que el tiempo máximo de atención por cada participante fue de 40000 ms o con un mínimo de 1000 ms. El porcentaje promedio de atención de los 14 participantes, durante la fase de prueba, fue de  $X = 83.88\%$  ( $DE = 11.21\%$ ), lo cual indica un porcentaje suficiente para observar los objetos en rotación. Mediante este promedio de la ejecución general de los participantes, para encontrar las diferencias individuales de cada ejecución de los participantes.

Para indagar dichas diferencias individuales, las medidas de género y lingüísticas fueron analizadas. No se encontraron diferencias significativas entre niños y niñas, lo cual concuerda con la literatura donde no se observaron diferencias de este tipo al usar estímulos en 2D, el uso de un método de preferencia visual por ensayos fijos y las diferentes edades de los infantes (Johnson y Moore, 2020). Asimismo, como lo mencionan Quinn y Liben (2008; 2014) no es tan claro por qué algunos métodos experimentales muestran diferencia entre géneros y otras veces no es así.

Con el objetivo de evaluar una medida más específica de cada tarea y considerando los hallazgos de los estudios longitudinales en los cuales relacionan los Tiempos de Reacción en una tarea lingüística con la habilidad para reconocer objetos (Alva & Suárez, 2017; Fernald, Perfors, Marchman, 2006; Rose, Feldman, Jankowski, 2002, 2009; Rose, Gottfried, Bridger, 1978; Thompson, Fagan & Fulker, 1991) se consideró dicha medida de velocidad de procesamiento. Para la tarea de Neutros, el promedio de los Tiempos de Reacción fue consistente con los experimentos previos de procesamiento de información, en la misma edad (Alva & Suárez, 2017), en comparación con las tareas donde se incluyeron los objetos en rotación.

En la figura 7, se pueden encontrar tendencias de los promedios de Tiempos de Reacción para cada tarea. Los infantes que participaron en la tarea de CV mostraron, en



promedio, un tiempo de  $X= 819.44$  ms ( $SD= 73.35$  ms), mientras que para la tarea ROR, un promedio de tiempo de  $X= 1264.49$  ms ( $DE= 480.65$  ms). Estos resultados indican que los infantes en la tarea de CV tomaron menos tiempo para cambiar su mirada al objeto novedoso en comparación con los infantes que no contaron con una etiqueta durante la fase de familiarización. Aunque no fueron significativas las tendencias, se podría especular que la información multisensorial (reconocimiento visual y lingüístico) hace más eficiente y preciso el procesamiento de objetos dinámicos para realizar juicios perceptuales cuando más de un sentido está disponible y la información es útil (Bremner, Lewkowicz & Spence, 2012), aun cuando la información se haya presentado en la fase de familiarización y las fases de prueba se presentaron en silencio. Estos hallazgos también concuerdan con la literatura de que los infantes adquieren gradualmente la habilidad de percibir más tipos complejos de relaciones intersensoriales mientras adquieren experiencia perceptual (Soto-Franco, Calabresi, Navarra, Werker & Lewkowicz, 2012).

Si bien, es necesaria la recolección de más datos para saber si las tendencias observadas pueden llegar a ser significativas, ya que en el estudio de los Tiempos de Reacción sólo el 30% de los ensayos fueron analizados, debido a los criterios que se usan al establecer las ventanas de tiempo, en las cuales se pueda capturar el fenómeno. No obstante, este es el primer estudio en evaluar un proceso visual fino, como lo es la rotación mental mediante el uso de los Tiempos de Reacción, durante una edad temprana, y retomando el estudio original de Shepard y Metzler (1971). Además, los Tiempos de Reacción se han considerado como indicadores de desarrollo; los estudios longitudinales han reportado que los infantes prematuros muestran tiempos mayores de atención en tareas de reconocimiento visual y lingüístico, a comparación de los bebés nacidos a término (Fernald, Perfors, Marchman, 2006; Rose, Feldman, Jankowski, 2002, 2009; Thompson, Fagan & Fulker, 1991).

El principal hallazgo del presente estudio fue la correlación entre la preferencia a la novedad y la cantidad de palabras que los infantes comprenden. Mediante esta relación, se muestra que las diferencias individuales encontradas en la ejecución de las tareas de rotación

mental interactúan con la habilidad lingüística de los infantes. Como lo mencionaron Schwarzer, Freitag, & Schum (2013) y Schwarzer et al., (2013), la ejecución de la rotación mental puede ser explicada también por la experiencia de gatear y el desarrollo motriz, independientemente del género. En este caso, otra variable para considerarse sería el número de palabras comprendidas como una medida de habilidad lingüística en edades tempranas dentro del desarrollo verbal.

De igual manera, esta correlación coincide con la literatura que vincula las habilidades lingüísticas y no lingüísticas refiriéndose al aprendizaje de lenguaje y reconocimiento de objetos. De acuerdo con la Figura 9, la correlación indica que los infantes que miran más tiempo al objeto novedoso son quienes sus cuidadores reportan un mayor número de palabras comprendidas, en comparación con los infantes que miran más hacia el objeto familiar, durante la prueba. Es decir, durante la prueba la preferencia a la novedad reveló que los infantes reconocen que el objeto familiar completa los grados restantes del objeto que vieron durante la fase de familiarización, por lo que miran más hacia el objeto espejo que les proporciona información nueva. En este sentido, se puede decir que los infantes usaron su vocabulario de comprensión como un marcador para identificar las formas geométricas en los objetos, aún 4 meses antes de lo que reporta el estudio de Pereira y Smith (2008, 2009) y Yee, Jones y Smith (2012), quienes encuentran que los infantes con una producción mayor de sustantivos (más de 150) en su vocabulario, tiene un mejor reconocimiento de representaciones geométricas de objetos, en comparación de quienes producen menos de 50 sustantivos.

Adicionalmente, la correlación principal es consistente con los estudios longitudinales que describen la habilidad de reconocimiento de patrones visuales, la habilidad de transferencia intermodal, el juego simbólico y la permanencia de objeto involucran procesos como la discriminación y reconocimiento visual, recordar información, mantener la información para discriminar entre objetos y la habilidad de extraer características en común y usar una representación de un objeto, como lo es en el juego simbólico (Fernald, Perfors, Marchman, 2006; Rose, Feldman, Jankowski, 2002, 2009; Thompson, Fagan & Fulker, 1991).

Dichas habilidades son compartidas también durante la rotación mental, es decir, el mantener la información de la representación de un objeto y manipularla para determinar cómo se vería un objeto desde una rotación diferente y en este caso, presentar preferencia a la novedad (Houston-Price & Nakai, 2004). En los estudios longitudinales, las habilidades se evaluaron en el primer año de vida y predijeron el tamaño de vocabulario durante el segundo año de vida. Los autores mencionaron que este gran repertorio de habilidades prepara a los infantes para aprender sustituciones entre los objetos y las claves verbales, por lo que la información visual puede ser más fácil de manipularse para reconocer un objeto.

Para indagar más sobre la comprensión de palabras y su relación con las habilidades espaciales, es pertinente recordar lo que mencionó Clark (2010), pues las funciones cognitivas sobre el espacio y el lenguaje son similares porque ambas reducen la complejidad descriptiva. Por un lado, en las habilidades espaciales se agrupan características físicas que guían a la percepción y conducta hacia la equivalencia de clases basadas en la funcionalidad o apariencia. Por el otro lado, el lenguaje funciona mediante etiquetas para categorizar y seleccionar sólo los ítems que pertenecen a esa equivalencia de clases.

Es por lo anterior, que, a partir de un análisis por categoría semántica, se encontró que, de las 22 categorías, 4 de ellas se relacionan también con la ejecución de reconocer objetos que rotan. La categoría con una relación más fuerte fue Locativos ( $r = .680, p = .011$ ); dentro de los Locativos se encuentran las palabras “abajo”, “adentro”, “afuera”, “ahí”, “allá/allí”, “aquí”, “arriba”, “atrás” y “encima”. Estas palabras refieren a adverbios que indican la posición de un objeto con respecto a otros o bien, el lugar donde se ubican, y las dos más comprendidas fueron “abajo” y “arriba”; estas palabras pueden ser parte del uso de los infantes para ubicar objetos y como Luchkina y Waxman (2021) mencionan los infantes comienzan a hacer relaciones de las palabras con la representación de objetos ausentes y se muestra la habilidad de comunicar acerca de estos, aunque no estén al alcance.

La segunda categoría fue Muebles y cuartos de la casa ( $r = .598, p = .031$ ), en la cual se encuentran las siguientes palabras “bacinica”, “baño”, “cajón”, “cama”, “cocina”, “cochera/garaje”,

“cuarto”, “cuna”, “escalera”, “estufa”, “horno”, “lavabo”, “mesa”, “puerta”, “recámara”, “refrigerador”, “regadera/ducha”, “ropero”, “sala”, “silla”, “sofá”, “televisión”, “tina” y “ventana”. Las palabras de esta categoría más comprendidas por la mayoría de los infantes fueron cama, baño, mesa y televisión. La categoría de muebles y cuartos de la casa refleja el espacio donde se encuentran los infantes y su comprensión sobre su contexto cercano espacialmente y en donde se realizan actividades específicas en relación con las necesidades del infante.

La categoría de Personas, que también correlacionó ( $r = .587$ ,  $p = .035$ ) está conformada por las palabras “abuela”, “abuelo”, “bebé”, “familia”, “hermana”, “hermano”, “madrina”, “maestra”, “mamá/mami”, “nana”, “niña”, “niño”, “padrino”, “papá/papi”, “persona”, “señor”, “señora”, “tía”, “tío”, “nombre del infante”. De las palabras anteriores, la de mayor comprensión fue “abuela”, seguida de “abuelo”, “papá/papi” y “mamá”. Dichas palabras refieren a las personas que se encuentran dentro de su contexto más cercano y de acuerdo con Gibson y Picker (2003), el aprendizaje del reconocimiento de objetos es una habilidad importante en el último periodo del primer año y este proceso es asistido por los adultos, quienes etiquetan los objetos para sus bebés. Esta interacción es fundamental no sólo porque las palabras resaltan las cualidades únicas del objeto, sino porque tiene un papel esencial para la construcción de conceptos. Los adultos son quienes aplican las etiquetas, claves verbales o palabras para categorizar objetos o para referirse al mismo objeto en diferentes lugares y eventos. Este etiquetado ayuda a los infantes a clasificar objetos y al aprendizaje de sus nombres.

Además, el que el infante comprenda sobre las personas de su familia corresponde con Luchkina y Waxman (2021), quienes mencionan que, a la edad de 12 meses, los infantes producen conductas comunicativas como mirar o señalar. Por ejemplo, cuando una persona se esconde detrás de una puerta y es mencionada, los infantes muestran preferencia de la mirada y gestos hacia esa puerta. Este ejemplo muestra las asociaciones que el bebé tiene sobre el nombre y la persona, además de que, al no estar presente, el infante dirige la mirada hacia donde se podría encontrar esa persona cuando la vio salir por la puerta.

La última categoría que correlacionó con la habilidad de reconocer objetos en rotación fue la de Vehículos reales o de juguete ( $r = .570$ ,  $p = .042$ ), compuesta por las palabras “avión”, “barco”, “bicicleta”, “camión de bomberos”, “camión/troca”, “carriola”, “carro/coche”, “moto” y “tren”. La palabra comprendida más frecuente fue “carro/coche”, después “carriola” y “avión”. Dichas palabras se relacionan con la movilidad o transporte de las personas, por lo que además de ser palabras que pueden reflejar la frecuencia de uso en su contexto, es la conexión con espacios lejanos al infante. Como se menciona en la literatura, el identificar o reconocer un objeto es incluir la información acerca de su apariencia, desde forma, color, textura e incluso las propiedades semánticas y etiquetas verbales o palabras asociadas (Tong, 2018).

Mediante estas correlaciones tanto generales como específicas del lenguaje, se concuerda con que la construcción perceptiva de estímulos externos contiene la información sobre el significado, la función de los objetos y las situaciones. Esta habilidad para identificar, reconocer y clasificar objetos como miembros de categorías conocidas permite responder hacia éstos, de una forma adecuada porque conlleva información de la experiencia con los mismos objetos u otros similares.

Los estudios basados en la ciencia visual como lo menciona Palmer (1999) ayudan a comprender procesos de percepción visual y a veces a comprender el origen del conocimiento; de manera más específica, los estudios de rotación mental en edades tempranas es de relevancia, ya que evolutivamente, el predecir el “futuro perceptual” (trayectorias, movimientos, relaciones semánticas, etc.) es una conducta crucial para percibir objetos y criaturas móviles. Posteriormente, estas habilidades adquiridas en el primer año de vida para reconocer objetos que rotan serán relevantes para la habilidad de rotación mental, la cual va un poco más lejos de sólo percibir y reconocer un estímulo presente, sino que se refiere a la habilidad de imaginar objetos que cambian su orientación en un espacio 3D (Palmer, 1999).

Si bien, se concuerda que es alrededor de los 12 meses que los infantes ya cuentan con la habilidad para comprender objetos, nombrar algunos de estos y observar los primeros signos de comprensión de referentes ausentes y que siguen dependiendo de referencias o “claves

visuales” como recordatorios para los objetos ausentes y poder recuperar la información (Luchkina y Waxman, 2021), por lo que los estímulos adaptados por Moore y Johnson (2008; 2011) continúan siendo adecuados en estas edades para que los infantes se apoyen de las claves visuales como el color y el movimiento, con los cuales se pueda seguir observando estas conductas previas a la rotación mental.

Junto con las claves visuales de los objetos en 3D utilizados en la presente tesis, también se observó que las categorías específicas relacionadas a la comprensión del espacio, refiere que el lenguaje conlleva una mayor precisión que otras conductas comunicativas, pues sólo con el lenguaje podemos especificar el qué sobre una escena en particular. Además, entre los 12-14 meses, los infantes empiezan a integrar múltiples claves para el significado; en este sentido, las referencias verbales, etiquetas, o claves verbales mejoran la habilidad de los infantes para incorporar información de múltiples fuentes y poder inferir el significado de palabras y nuevos objetos (Luchkina and Waxman, 2021).

Además de las variables de género, desarrollo motriz, dificultad de la tarea, complejidad de los estímulos visuales (Moore & Johnson, 2011; Johnson & Moore, 2020), este es el primer estudio en reportar y considerar el papel del vocabulario en el reconocimiento de objetos 3D en rotación en una edad temprana y como otra variable relacionada con la experiencia visual, la cual, ayuda a los infantes en el reconocimiento de un objeto dinámico con sus diferentes caras en un espacio.

Debido a que el reconocimiento de objetos es modulado por variables contextuales como la información multisensorial, experiencias pasadas, conducta motriz, relaciones espaciales (Newell, 2004) las correlaciones en edades tempranas podrían indicar cómo los bebés lograron seguir la trayectoria de un objeto, basado sobre la habilidad lingüística de comprensión. Si bien, es necesario indagar sobre la correlación entre dichos procesos con un mayor número de participantes o bien, observando esta conducta en otro tipo de muestras de desarrollo no típico, en los cuales se puedan confirmar o refutar dichas relaciones de procesos; sólo por mencionar un ejemplo, en Síndrome de Down, en el cual se refiere sobre dificultades en el desarrollo

lingüístico, se ha reportado la habilidad de rotación mental en edades tardías como 7 años (Hinnell y Virji-Babul, 2004) y 14 años (Meneguetti et al., 2018), sin embargo muchas veces el desarrollo lingüístico sólo es considerado como la capacidad de producir palabras sin considerar la capacidad del acervo cognitivo en comprensión o comunicación dentro de sus interacciones en contextos más cercanos o familiares o bien, para caracterizar las diferencias individuales que se pueden encontrar en las diferentes muestras de participantes.

En conclusión, el desarrollo de la habilidad para reconocer objetos en rotación o la rotación mental junto con las variables relacionadas es necesario de seguir realizando estudios al respecto, ya que desde la misma perspectiva de desarrollo y de la teoría de integración multisensorial, a lo largo de la vida se adquieren diversas capacidades cognitivas que pueden relacionarse, además de la relevancia, desde las actividades cotidianas hasta el éxito en habilidades escolares en edades posteriores que se relacionan al término STEM (Verdine, Golinkoff, Hirsh-Pasek & Newcombe, 2017).

## REFERENCIAS

- Alva, E. (2004). Modelos de desarrollo del lenguaje espontáneo en infantes y escolares: Análisis de muestras masivas. (Tesis doctoral). Facultad de Psicología. UNAM.
- Alva, E. (2007). *Del universo de los sonidos a la palabra: Investigaciones sobre el desarrollo del lenguaje en infantes*. México: UNAM.
- Alva Canto E.A., Suárez Brito P. (2017) Processing Speed of Infants with High and Low Communicative Skills. In: Auza Benavides A., Schwartz R. (eds) Language Development and Disorders in Spanish-speaking Children. Literacy Studies (Perspectives from Cognitive Neurosciences, Linguistics, Psychology, and Education), vol 14. Springer, Cham
- Adolph, K. E., & Kretch, K. S. (2015). Gibson's theory of perceptual learning. *International Encyclopedia of the Social and Behavioral Sciences*, 10, 127-134.
- Althaus, N., & Plunkett, K. (2015). Timing matters: The impact of label synchrony on infant categorization. *Cognition*, 139, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2015.02.004>
- Bertoline, G. R. (1998). Visual Science: An emerging discipline. *Journal for Geometry and Graphics*, 2(2), 181–187.
- Bremner, A. J., Lewkowicz, D. J., & Spence, C. (2012). The multisensory approach to development. In A. J. Bremner, D. J. Lewkowicz, & C. Spence (Eds.), *Multisensory development* (pp. 1–26). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199586059.003.0001>
- Bremner, J. G., Slater, A. M., Johnson, S. P., Mason, U. C., & Spring, J. (2012). The Effects of Auditory Information on 4-Month-Old Infants' Perception of Trajectory Continuity. *Child Development*, 83(3), 954–964. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2012.01739.x>
- Bremner, J. G., Slater, A. M., Johnson, S. P., Mason, U. C., Spring, J., & Bremner, M. E. (2011). Two- to Eight-Month-Old Infants' Perception of Dynamic Auditory-Visual Spatial Colocation. *Child Development*, 82(4), 1210–1223. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2011.01593.x>



- Carlozzi, N. E., Tulsy, D. S., Kail, R. V., & Beaumont, J. L. (2013). NIH Toolbox cognition battery (CB): measuring processing speed. In P. D. Zelazo & P. J. Bauer (Eds.), *National Institutes of Health Toolbox Cognition Battery (NIH Toolbox CB): Validation for children between 3 and 15 years* (pp. 90–91). Monographs of the society for research in child development.
- Carvalho, P. F., Vales, C., Fausey, C. M., & Smith, L. B. (2018). Novel names extend for how long preschool children sample visual information. *Journal of Experimental Child Psychology, 168*, 1–18. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2017.12.002>
- Christodoulou, J., Johnson, S. P., Moore, D. M., & Moore, D. S. (2016). Seeing double: 5-month-olds' mental rotation of dynamic, 3D block stimuli presented on dual monitors. *Infant Behavior and Development, 45*, 64–70. <https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2016.09.005>
- Colombo, J., & Mitchell, D. W. (2010). *NIH Public Access, 92*(2), 225–234. <https://doi.org/10.1016/j.nlm.2008.06.002>. Infant
- Constantinescu, M., Moore, D. S., Johnson, S. P., & Hines, M. (2018). Early contributions to infants' mental rotation abilities. *Developmental Science, 21*(4), 1–15. <https://doi.org/10.1111/desc.12613>
- Cooper, L. A., & Podgorny, P. (1976). Mental transformations and visual comparison processes. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 2*(2), 503–514.
- Cooper, Lynn A., & Shepard, R. N. (1973). Chronometric Studies of the Rotation of Mental Images. In *Visual Information Processing*. ACADEMIC PRESS, INC. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-170150-5.50009-3>
- Fantz, R. L. (1961). The origin of form perception. *Scientific American, 204*(5), 66-73.
- Fantz, R. L., & Fagan, J. F. (1975). Visual attention to size and number of pattern details by term and preterm infants during the first six months. *Child Development, 46*(1), 3–18. <https://doi.org/10.2307/1128828>
- Fenson, L., Marchman, V., Thal, D., Dale, P., Reznick, J. S. & Bates, E. (2007). MacArthur-Bates Communicative Development Inventories : Users guide and manual, 2nd ed. Baltimore, MD: Paul Brookes Publishing Co

- Fernald, A., Perfors, A., & Marchman, V. A. (2006). Picking up speed in understanding: Speech processing efficiency and vocabulary growth across the 2nd year. *Developmental Psychology*, 42(1), 98–116. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.42.1.98>
- Ferry, A. L., Hespos, S. J., & Waxman, S. R. (2010). Categorization in 3- and 4-month-old infants: an advantage of words over tones. *Child development*, 81(2), 472–479. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2009.01408.x>
- Ferry, A. L., Hespos, S. J., & Waxman, S. R. (2013). Nonhuman primate vocalizations support categorization in very young human infants. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110(38), 15231–15235. <https://doi.org/10.1073/pnas.1221166110>
- Gibson, E. J., & Pick, A. D. (2003). *An ecological approach to perceptual learning and development*. Oxford University Press.
- Goldstein, E. B., & Goldstein, E. B. (2018). *the Ecology of J . J . Gibson ' S Perception*. 14(3), 191–195.
- Golinkoff, R. M., Ma, W., Song, L., & Hirsh-Pasek, K. (2013). Twenty-Five Years Using the Intermodal Preferential Looking Paradigm to Study Language Acquisition: What Have We Learned? *Perspectives on Psychological Science*, 8(3), 316–339. <https://doi.org/10.1177/1745691613484936>
- Gottfried, A. W., Rose, S. A., & Bridger, W. H. (2018). *Cross-Modal Transfer in Human Infants* Author ( s ): Allen W . Gottfried, Susan A . Rose and Wagner H . Bridger Published by Wiley on behalf of the Society for Research in Child Development Stable URL : <http://www.jstor.org/stable/1128889> *Cross-modal Tr.* 48(1), 118–123.
- Heil, M., Krüger, M., Krist, H., Johnson, S. P., & Moore, D. S. (2018). Adults' Sex Difference in a Dynamic Mental Rotation Task. *Journal of Individual Differences*, 39(1), 48–52. <https://doi.org/10.1027/1614-0001/a000248>
- Hinnell, C., & Virji-Babul, N. (2004). Mental rotation abilities in individuals with Down syndrome-a pilot study. *Downs Syndrome Research and Practice*, 9(1), 12-16.

- Hirsh-Pasek, K., Cauley, K. M., Golinkoff, R. M., & Gordon, L. (1987). The eyes have it: Lexical and syntactic comprehension in a new paradigm. *Journal of Child Language*, 14(1), 23–45. <https://doi.org/10.1017/S030500090001271X>
- Houston-Price, C., & Nakai, S. (2004). Distinguishing novelty and familiarity effects in infant preference procedures. *Infant and Child Development*, 13(4), 341–348. <https://doi.org/10.1002/icd.364>
- Hunter, M. A., & Ames, E. W. (1989). A multifactor model of infant preferences for novel and familiar stimuli. In C. Rovee-Collier & L. P. Lipsitt (Ed.), *Advances infancy research* (Vol. 5, pp. 69–93). Norwood, NJ: Ablex.
- Johnson, S. P. (2011). Development of visual perception. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 2(5), 515-528.
- Kaaz, T., & Heil, M. (2020). Infants' looking times in a 2-D mental rotation task. *Infant and Child Development*, 29(2), e2167.
- Kosslyn, S. (1976). Scanning Visual Images. In D. Norman (Ed.), *Memory and Attention. An introduction to human information processing* (2a ed., pp. 164–172). John Wiley & Sons, Inc.
- Kuhl, P. K., Stevens, E., Hayashi, A., Deguchi, T., Kiritani, S., & Iverson, P. (2006). Infants show a facilitation effect for native language phonetic perception between 6 and 12 months. *Developmental science*, 9(2), F13-F21. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2006.00468.x>
- Lauer, J. E., & Lourenco, S. F. (2016). Spatial Processing in Infancy Predicts Both Spatial and Mathematical Aptitude in Childhood. *Psychological science*, 27(10), 1291–1298. <https://doi.org/10.1177/0956797616655977>
- Marchman, V. A., Adams, K. A., Loi, E. C., Fernald, A., & Feldman, H. M. (2016). Early language processing efficiency predicts later receptive vocabulary outcomes in children born preterm. *Child Neuropsychology*, 22(6), 649-665.

- Meneghetti, C., Toffalini, E., Carretti, B., & Lanfranchi, S. (2018). Mental rotation ability and everyday-life spatial activities in individuals with Down syndrome. *Research in developmental disabilities, 72*, 33-41.
- Moore, D., & Johnson, S. (2008). Mental rotation in human infants. *Psychological Science, 19*(11), 1067–1070. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2008.02201.x>
- Moore, D. S., & Johnson, S. P. (2011). Mental Rotation of Dynamic, Three-Dimensional Stimuli by 3-Month-Old Infants. *Infancy, 16*(4), 435–445. <https://doi.org/10.1111/j.1532-7078.2010.00058.x>
- Nakayama, K. (Smith-K. E. R. I., Shimojo, S. (Smith-K. E. R. I., & Silverman, G. H. (Smith-K. E. R. I. (1989). Stereoscopic depth: Its relation to image segmentation, grouping, and the recognition of occluded objects. *Perception1, 18*, 55–68.
- Newell, F. (2004). Cross-Modal Object Rec. In G. Calvert, C. Spence, & B. E. Stein (Eds.), *The handbook of multisensory processes* (pp. 123–140). MIT Press.
- Pereira, A. F., & Smith, L. B. (2009). Developmental changes in visual object recognition between 18 and 24 months of age. *Developmental Science, 12*(1), 67–80. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2008.00747.x>
- Pereira, A. F., & Smith, L. B. (2010). Developmental changes in visual object recognition between 18 and 24 months of age. *Developmental Science, 12*(1), 67–80. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2008.00747.x>.Developmental
- Polka, L., & Werker, J. F. (1994). Developmental changes in perception of nonnative vowel contrasts. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 20*(2), 421–435. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.20.2.421>
- Quinn, P. C., & Liben, L. S. (2008). A sex difference in mental rotation in young infants. *Psychological science, 19*(11), 1067-1070. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2008.02201.x>
- Quinn, P. C., & Liben, L. S. (2014). A sex difference in mental rotation in infants: Convergent evidence. *Infancy, 19*(1), 103-116. <https://doi.org/10.1111/infa.12033>

- Raudenbush, S. W., Hernandez, M., Goldin-Meadow, S., Carrazza, C., Foley, A., Leslie, D., Sorkin, J. E., & Levine, S. C. (2020). Longitudinally adaptive assessment and instruction increase numerical skills of preschool children. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *117*(45), 27945–27953.  
<https://doi.org/10.1073/pnas.2002883117>
- Röder, B. (2012). Sensory deprivation and the development of multisensory integration. In C. Bremner, A., Lewkowicz, D. & Spence (Ed.), *Multisensory Development* (Vol. 15, pp. 1–38).  
<https://doi.org/10.1093/acprof>
- Rose, Susan A. (2017a). *Developmental Changes in Infants' Retention of Visual Stimuli* Author (s): Susan A . Rose Published by Wiley on behalf of the Society for Research in Child Development Stable URL : <http://www.jstor.org/stable/1129235> REFERENCES Linked references are a. 52(1), 227–233.
- Rose, Susan A. (2017b). *Shape Recognition in Infancy: Visual Integration of Sequential Information* Author (s): Susan A . Rose Published by Wiley on behalf of the Society for Research in Child Development Stable URL : <http://www.jstor.org/stable/1130481> REFERENCES Linked ref. 59(5), 1161–1176.
- Rose, Susan Ann. (1977). Infants' Transfer of Response between Two-Dimensional and Three-Dimensional Stimuli. *Child Development*, *48*(3), 1086. <https://doi.org/10.2307/1128366>
- Ruff, H. A., Kohler, C. J., & Haupt, D. L. (1976). *Infant Recognition of Two- and Three-Dimensional Stimuli*. *12*(5), 455–459.
- Schwarzer, G., Freitag, C., Buckel, R., & Lofruthe, A. (2013). Crawling is Associated with Mental Rotation Ability by 9-Month-Old Infants. *Infancy*, *18*(3), 432–441.  
<https://doi.org/10.1111/j.1532-7078.2012.00132.x>
- Schwarzer, G., Freitag, C., & Schum, N. (2013). How crawling and manual object exploration is related to the mental rotation abilities of 9-month-old infants. *Frontiers in Psychology*, *4*(MAR), 1–8. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00097>
- Shepard, R. N., & Metzler, J. (1971). Mental Rotation of Three-Dimensional Objects. *Science*,

*New Series*, 171(3972), 701–703. <https://doi.org/10.1126/science.171.3972.701>

Shepard, S., & Metzler, D. (1988). Mental rotation: effects of dimensionality of objects and type of task. *Journal of experimental psychology: Human perception and performance*, 14(1), 3.

Slater, A., Morison, V., & Rose, D. (1984). New-born infants' perception of similarities and differences between two-and three-dimensional stimuli. *British Journal of Developmental Psychology*, 2(4), 287-294.

Suárez Brito, P., Alva Canto, E., & Ferreira Velasco, E. (2018). Velocidad de Procesamiento como Indicador de Vocabulario en el Segundo Año de Vida. *Acta De Investigación Psicológica*, 5(1), 1926-1937. [https://doi.org/10.1016/S2007-4719\(15\)30012-0](https://doi.org/10.1016/S2007-4719(15)30012-0)

Soto-Faraco S, Calabresi M, Navarra J, Werker J, Lewkowicz D. The development of audiovisual speech perception. In: Bremmer A, Lewkowicz D, Spence C, editors. *Multisensory Development*. Oxford, UK: Oxford University Press; 2012. pp. 207–228.

Yee, M., Jones, S. S., & Smith, L. B. (2012). Changes in visual object recognition precede the shape bias in early noun learning. *Frontiers in Psychology*, 3(DEC), 1–13.  
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00533>

Waxman, S. R., & Braun, I. (2005). Consistent (but not variable) names as invitations to form object categories: new evidence from 12-month-old infants. *Cognition*, 95(3), B59–B68.  
<https://doi.org/10.1016/j.cognition.2004.09.003>

Zusne, L. (1970). *Visual perception of form* (A. Press (ed.)). The University of Michigan.