

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

**FACULTAD DE PSICOLOGÍA**

**SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN CIENCIAS CON ORIENTACIÓN EN COGNICIÓN Y  
EDUCACIÓN**



**EFFECTOS DE LA PRACTICA SOBRE EL COMPONENTE DE PLANEACION DE  
LAS FUNCIONES EJECUTIVAS**

**TESIS COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRÍA EN CIENCIAS**

**PRESENTA  
LIC. MARIEL MANCILLA REYES**

**DIRECTOR DE TESIS:  
DR. PABLO VALDEZ RAMÍREZ**

**MONTERREY, N. L., MÉXICO, OCTUBRE DE 2023**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

**FACULTAD DE PSICOLOGÍA**

**SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN CIENCIAS CON ORIENTACIÓN EN COGNICIÓN Y  
EDUCACIÓN**



**EFFECTOS DE LA PRACTICA SOBRE EL COMPONENTE DE PLANEACION DE  
LAS FUNCIONES EJECUTIVAS**

**TESIS COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRÍA EN CIENCIAS**

**PRESENTA  
LIC. MARIEL MANCILLA REYES**

**DIRECTOR DE TESIS:  
DR. PABLO VALDEZ RAMÍREZ**

**MONTERREY, N. L., MÉXICO, OCTUBRE DE 2023**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**  
**FACULTAD DE PSICOLOGÍA**  
**SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO**  
**MAESTRÍA EN CIENCIAS CON ORIENTACIÓN EN COGNICIÓN Y EDUCACIÓN**

La tesis titulada “Efectos de la práctica sobre el componente de planeación de las funciones ejecutivas” que presenta Mariel Mancilla Reyes ha sido aprobada por el Comité de Tesis.

---

Dr. Pablo Valdez Ramírez

Director de Tesis

---

Dra. Ma. Candelaria Ramírez Tule

Revisora de Tesis

---

Dr. Jorge Benjamín Borrani Valdés

Revisor de Tesis

Monterrey, Nuevo León, México, octubre del 2023

# DEDICATORIA

A mis padres, Lino y Doris,  
a mi esposo Carlos,  
y a mis hermanos David y Max

## AGRADECIMIENTOS

- A los participantes, por su interés genuino en la investigación y su valioso esfuerzo para cumplir los requisitos del estudio.
- A mi asesor, el Dr. Pablo Valdez, por su invaluable enseñanza en el camino de la investigación, por compartir conmigo su gran sabiduría, así como su entusiasmo y curiosidad por saber lo que la naturaleza nos dice.
- A mis revisores, la Dra. Candelaria Ramírez y el Dr. Jorge Borrani, por sus importantes aportaciones a este trabajo, tanto teóricas como prácticas. También, a la Dra. Aída García por sus valiosos comentarios que me permitieron mejorar el proyecto.
- A todos los colaboradores del Laboratorio de Psicofisiología por su apoyo, especialmente a Rita García, Diego Martínez y Alejandro Vera por sus grandes contribuciones al desarrollo de este proyecto.
- Al profesor Arturo de la Garza, por sus valiosas enseñanzas sobre estadística que nutrieron este trabajo y a la profesora Victoria Aquino por su gran apoyo a lo largo de este trayecto.
- A mis padres, por acompañarme en los buenos y malos momentos, por sus consejos e incansables ánimos que me permitieron soñar en grande.
- A mi esposo Carlos, por su paciencia, comprensión y acompañamiento inagotable que me brindó fuerzas para concluir el desarrollo de este trabajo.
- A mis amigos de la maestría, Ivana, Dante, Brayan, Dani, Diana y Jessie, por su apoyo incondicional y su acompañamiento durante el transcurso de todo el curso. Gracias por sus abrazos, risas, buen humor y calidez, que no me permitieron rendirme y me motivaron a trabajar duro.
- A mi familia, David, Max, Rodrigo, Fredy y Ángela, y a mis grandes amigos Michelle, Brandon, Yazmín y Jonathan. Gracias por su colaboración en este proyecto durante el confinamiento por COVID, por creer en mí y brindarme su apoyo incondicional durante el desarrollo de este trabajo.

## RESUMEN

Las funciones ejecutivas son un conjunto de capacidades que programan, regulan y verifican el comportamiento. Se componen de diversos procesos, uno de ellos es la planeación, que es la capacidad de programar la conducta hacia un objetivo establecido al enfrentar situaciones no estructuradas. Se ha observado que las tareas de funciones ejecutivas generan aprendizaje, por lo que se ha propuesto que son capacidades que dependen de que los estímulos sean novedosos. Por lo tanto, es importante analizar la dependencia de la novedad de cada uno de los componentes de las funciones ejecutivas. El objetivo de este estudio es analizar el grado de dependencia que tiene el componente de planeación a la novedad de los estímulos. Participaron 28 jóvenes adultos sanos (18 a 25 años), que respondieron dos tareas por día, una compuesta por una serie de laberintos y una versión modificada de la torre de Londres, entre las 11:00 h y 17:00 h. Se observó que en la tarea de laberintos aumentó el porcentaje de aciertos (cantidad de laberintos resueltos) ( $F= 9.59$ ,  $p<0.001$ ,  $\eta^2= 0.28$ ) a partir de la segunda aplicación (primera=  $75.02\pm 16.95\%$ , segunda:  $83.32\pm 11.20\%$ , tercera=  $84.10\pm 11.78\%$ , cuarta=  $85.67\pm 11.43\%$ , quinta=  $88.39\pm 9.81\%$ ), pero no aumentó la eficiencia de la planeación en ninguna de las tareas. En conclusión, la capacidad de planear no depende de que los estímulos sean novedosos, ya que, aunque los participantes respondieron varias veces los mismos ensayos, no mejoraron sus respuestas.

*Palabras clave: Funciones ejecutivas, planeación, efecto de práctica*

## ABSTRACT

Executive functions are a set of capacities that program, regulate and verify behavior. They are integrated of various processes, one of which is planning, which is the ability to program behavior towards a previously established objective in unstructured situations. It has been observed that executive functions tasks generate learning, for which reason it has been proposed that they are dependent on the novelty of stimuli. Therefore, it is important to analyze the degree of dependence of each of the components on the novelty of stimuli. So, the aim of this study is to analyze the degree of dependence that the planning component has on the novelty of the stimuli. The participants were 28 healthy young adults (18 to 25 years old) who will answer a maze task and a modified version of the tower of London daily for five consecutive days, between 11:00 h and 17:00 h. The results showed that in the mazes task the percentage of correct answers (complete mazes) increases ( $F= 9.59$ ,  $p<0.001$ ,  $\eta^2= 0.28$ ) since second application (first=  $75.02\pm 16.95\%$ , second:  $83.32\pm 11.20\%$ , third=  $84.10\pm 11.78\%$ , fourth=  $85.67\pm 11.43\%$ , fifth=  $88.39\pm 9.81\%$ ), but the planning efficiency did not increase in any of the tasks. In conclusion, this means that the ability to plan does not depend on novel stimuli in the environment, since the participants responded to the same trials five times without any changes in their execution indicating improvement in the plan efficiency.

*Key words: Executive functions, planning, practice effect*

# INDICE

RESUMEN .....	IV
ABSTRACT .....	V
I. INTRODUCCIÓN .....	1
Objetivo .....	7
II. MARCO TEÓRICO .....	8
Funciones ejecutivas .....	8
La teoría de los componentes y la teoría unitaria .....	10
Mecanismos cerebrales del funcionamiento ejecutivo .....	19
Evaluación de las funciones ejecutivas .....	21
Planeación .....	24
Evaluación de la planeación .....	29
III. MÉTODO .....	37
Diseño .....	37
Participantes .....	37
Instrumentos .....	37
Procedimiento .....	44
Análisis de datos .....	46
IV. RESULTADOS .....	49
Prueba de Ishihara .....	49
Torre de Londres .....	49
Desempeño general .....	49
Desempeño por ensayo .....	52
Tarea de Laberintos .....	55
Desempeño general .....	55
Desempeño por ensayo .....	61
IV. DISCUSIÓN .....	62
Implicaciones teóricas y prácticas .....	67
Conclusión .....	68
V. REFERENCIAS .....	70
ANEXOS .....	86



## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Indicadores de las tareas .....	43
<b>Tabla 2.</b> Torre de Londres. Resultados descriptivos por aplicación.....	49
<b>Tabla 3.</b> Torre de Londres. ANOVA de medidas repetidas para todos los indicadores .	53
<b>Tabla 4.</b> Tarea de laberintos. Resultados descriptivos por aplicación .....	55
<b>Tabla 5.</b> Tarea de Laberintos. ANOVA de medidas repetidas por ensayo.....	61

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Diagrama de las funciones ejecutivas. ....	15
<b>Figura 2.</b> Ejemplo de ensayos de la torre de Londres. ....	45
<b>Figura 3.</b> Ejemplo de ensayo de la tarea de laberintos.....	45
<b>Figura 4.</b> Eficiencia de la planeación en la torre de Londres. ....	50
<b>Figura 5.</b> Indicadores de tiempo de la torre de Londres. ....	52
<b>Figura 6.</b> Indicadores de tiempo del ensayo F06 de la torre de Londres. ....	54
<b>Figura 7.</b> Solución de problemas en la tarea de laberintos.....	56
<b>Figura 8.</b> Eficiencia de la planeación en la tarea de laberintos.....	58
<b>Figura 9.</b> Indicadores de tiempo de la tarea de laberintos.....	60

## Índice de anexos

<b>Anexo 1.</b> Carta de consentimiento informado.....	86
<b>Anexo 2.</b> Cuestionario de datos generales .....	87
<b>Anexo 3.</b> Cuestionario de hábitos del dormir .....	89
<b>Anexo 4.</b> Cuestionario de trastornos del dormir.....	91
<b>Anexo 5.</b> Escala de somnolencia de Epworth.....	92
<b>Anexo 6.</b> Láminas de la prueba de Ishihara .....	93
<b>Anexo 7.</b> Ensayos de la Torre de Londres (5 discos) .....	95
<b>Anexo 8.</b> Ensayos de la tarea de laberintos .....	99
<b>Anexo 9.</b> Hoja de registro para la torre de Londres .....	103
<b>Anexo 10.</b> Hoja de registro de la tarea de laberintos.....	104

## I. INTRODUCCIÓN

Las funciones ejecutivas son un conjunto de capacidades que implican el análisis, la programación, dirección y regulación del comportamiento (Friedman & Miyake, 2017; Karr et al., 2018; Luria, 1974; Lezak, 1982; Verdejo-García & Bechara, 2010; Zabelina et al., 2019). Permiten la organización de la conducta independiente, propositiva, en beneficio propio y bajo lineamientos socialmente aceptados. Son capacidades que se manifiestan a través de habilidades como la toma de decisiones, la solución de problemas y el autocontrol (Eysenck, 2013; Golstein, 2018; Lezak et al., 2012; Ruiz-Gutiérrez, 2020; Verdejo-García & Bechara, 2010).

La corteza prefrontal y sus conexiones con otras áreas corticales y subcorticales participan en el funcionamiento ejecutivo (Fiske & Holmboe, 2019; Friedman & Robbins, 2021; Fuster, 1991; 1993; Peña-Casanova, 2018). Se ha encontrado que pacientes con lesiones en la corteza prefrontal manifiestan alteraciones en la ejecución de conductas propositivas y en la regulación de su comportamiento. Por ejemplo, presentan dificultades para darle seguimiento a actividades que se proponen a hacer, para detectar errores durante la ejecución de tareas cotidianas, para solucionar problemas, así como dificultades para la abstracción y el razonamiento, entre otros más (Ardila, 2018; Lezak, 1982; Lezak et al., 2012; Luria, 2015; Valdez et al., 2005; Ruiz-Gutiérrez et al., 2020; Stuss, 2011).

El estudio de las funciones ejecutivas se ha abordado desde dos principales teorías, la teoría de los componentes y la teoría unitaria. La teoría de los componentes surge del enfoque neuropsicológico y se basa en el análisis de pacientes con lesión prefrontal, quienes manifiestan diversas formas de alteración

de su comportamiento. Luego de analizar detalladamente las alteraciones de cada paciente, sus signos y síntomas fueron clasificados en cuatro grandes categorías, las cuales permitieron describir las capacidades que se pueden alterar como consecuencia de una lesión prefrontal (Lezak, 1982).

La teoría de los componentes propone la existencia de varios procesos independientes que están muy relacionados entre sí y operan en conjunto (Cristofori, et al., 2019; Lezak et al., 2012; Miyake et al., 2000; Packwood et al., 2011). Luego de que se diseñaron tareas específicas para cada una de estas capacidades, se encontró que los pacientes respondieron de manera eficiente en unas y de manera deficiente en otras, lo cual sustenta la propuesta de que son procesos independientes, ya que se pueden alterar algunos mientras otros permanecen intactos (Godefroy et al., 1999; Godefroy, 2003; Karr et al., 2018).

Algunas de las capacidades mencionadas por la teoría de los componentes son la iniciativa, capacidad para establecer una meta; inhibición, capacidad para detener una respuesta automática cuando es irrelevante para la meta; automonitoreo, capacidad para rastrear la eficiencia de la conducta propia; y flexibilidad, capacidad para ajustar el plan a los cambios repentinos del entorno. Se ha observado activación de la corteza prefrontal durante la ejecución de tareas diseñadas para evaluar estos componentes (Berman et al., 1995; Hedden & Gabrieli, 2010; Jahanshahi et al., 2000; Paulesu et al., 1997; Rubia et al., 2001).

Otro componente mencionado en diversos modelos, que además es el componente de interés en el presente trabajo, es el de planeación, el cual se define como la capacidad de programar el comportamiento propositivo para el cumplimiento de metas ante situaciones no estructuradas. Es decir, situaciones

en las que el individuo no sabe qué hacer, nadie le da instrucciones y tampoco existe un indicador en el entorno que guíe su respuesta (Lewin, 1951). Este componente se ha relacionado principalmente con la activación de la corteza dorsolateral prefrontal. (Cristofori et al., 2019; Friedman & Robbins, 2022; Godefroy, 2003; Lezak et al., 2012; Stuss & Benson, 1984; Valdez et al., 2005).

Por otro lado, la teoría unitaria plantea la existencia de un solo mecanismo que subyace a todas las habilidades correspondientes al funcionamiento ejecutivo y describe que dicho funcionamiento depende de la novedad de los estímulos, es decir, que se activa en situaciones para las que el individuo no tiene antecedentes porque las experimenta por primera vez (De Frías et al., 2006).

Esta teoría surge del enfoque psicométrico y argumenta que, aunque se han diseñado tareas específicas que evalúan los componentes de las funciones ejecutivas, se han encontrado correlaciones entre ellos, lo que genera la propuesta sobre la existencia de un factor único que determina las habilidades de control y regulación del comportamiento. Incluso, se ha planteado una relación entre el funcionamiento ejecutivo y el factor g de Spearman (Duncan, 2010; Duncan et al. 1996).

#### Planteamiento del problema

Uno de los modelos que explica el funcionamiento ejecutivo es el del sistema atencional supervisor (SAS) que determina la existencia de mecanismos automáticos, que se mantienen activos ante situaciones rutinarias, por ejemplo, aquellas de la vida cotidiana como preparar un café, bañarse, tomar un autobús, etc., pero cuando el individuo enfrenta una situación nueva se activa el sistema atencional supervisor y en conjunto con el sistema automático permiten la

generación de una nueva respuesta (Shallice, 1982).

Por lo tanto, desde la teoría unitaria se ha propuesto que para evaluar el funcionamiento ejecutivo es necesario diferenciar el sistema supervisor del sistema automático. Pero al diseñar tareas que evalúan habilidades de las funciones ejecutivas se ha observado que, aunque se le presente al individuo una tarea nueva, eventualmente se familiariza con ella, por lo que la respuesta gradualmente deja de ser regulada por el sistema supervisor y pasa a ser regulada solamente por el sistema automático (Hughes & Graham, 2002).

Como evidencia, se ha observado que la zona dorsolateral prefrontal se activa durante la ejecución de tareas novedosas (Lezak et al., 2012) y que, entre más práctica en una tarea de funciones ejecutivas, menor activación de la corteza prefrontal (Pertersen et al., 1998). Pero, además se ha encontrado que, aunque el individuo se familiarice con una tarea, una modificación de los ensayos que aumente su grado de demanda genera la activación de la corteza prefrontal nuevamente (Hughes & Graham, 2002), por lo que se ha propuesto que más que depender de la novedad de la situación, el funcionamiento ejecutivo depende de la novedad de los estímulos (Hughes & Graham, 2002; Jones & Harrison, 2001).

Por otro lado, en algunos componentes de las funciones ejecutivas, como la inhibición, flexibilidad y automonitoreo, no se ha encontrado dependencia de la novedad de los estímulos, ya que pueden evaluarse repetidas veces con una misma tarea sin generar aprendizaje (García, 2010; García et al., 2021; Ramírez et al., 2012). Sin embargo, aún se desconoce esta característica en el componente de planeación, pero según los planteamientos de la teoría unitaria se esperaría que la planeación dependa de la novedad de los estímulos, ya que

dicho componente se relaciona con la actividad dorsolateral prefrontal, misma área que se activa durante la ejecución de tareas novedosas.

Sin embargo, a diferencia de la teoría unitaria, la teoría de los componentes plantea que la planeación depende de la estructura de la situación (Lewin, 1951). Es decir, depende de si el individuo sabe lo que debe hacer o no, porque si lo sabe quiere decir que cuenta con el programa de respuesta que necesita (cuenta con una estructura). De lo contrario, no contar con un programa de respuesta representa un problema ya que el individuo no sabe lo que tiene que hacer, sino que debe generar un nuevo programa. Por ejemplo, si alguien compra por primera vez una estufa, nunca ha cocinado y nadie le enseñó antes, utilizarla sería una situación totalmente nueva, pero eso no representaría un problema porque la estufa tiene un instructivo con indicaciones específicas sobre cómo usarla.

También un indicador del entorno puede ser una guía para el individuo, por ejemplo, si una persona entra a una tienda que nunca ha visitado antes, no sabrá donde se encuentra la caja de cobro, pero podrá ubicarla si observa dónde se están formando las personas con mercancía en mano. Es decir, aunque la situación es nueva y nadie le dio instrucciones, un indicador en el entorno guía su respuesta, por lo que no hay un problema que resolver.

Por otro lado, el decir que una situación es familiar o rutinaria hace referencia a que la situación tiene estructura, ya que la respuesta se ha automatizado. Pero dicha estructura puede romperse por un cambio inesperado en el entorno. Por ejemplo, si una persona conduce por la única ruta que conoce para llegar a casa, pero inesperadamente la calle que debe tomar está bloqueada, la situación deja de ser estructurada y se vuelve un problema que el individuo debe resolver

porque tiene que encontrar otra manera de llegar a casa.

En resumen, una situación nueva puede carecer de estructura o ser muy estructurada, así como una situación familiar puede perder su estructura por un cambio en el entorno. Así que, en términos de interacción entre el ser humano y el ambiente, la novedad se refiere a una característica del entorno mientras que la estructura se refiere a la capacidad del individuo.

### Justificación

Debido al planteamiento de la teoría unitaria, los estudios que evalúan la planeación utilizan tareas que aumentan gradualmente de dificultad para mantener la novedad de los estímulos (Gow & Ward, 1982) o dividen la tarea en partes iguales para evitar poner el mismo ensayo dos veces y así evitar el efecto de práctica en la tarea (Horne, 1988; Manjunath y Telles, 2001). Sin embargo, es importante diferenciar el efecto de la práctica en la tarea del efecto de la práctica en la capacidad de planear.

El efecto de práctica en la tarea se reflejaría mediante el aprendizaje de la respuesta correcta, como ocurre con la torre de Hanoi (Shallice, 1982). Por otro lado, el efecto de práctica en la capacidad de planear se reflejaría mediante una mejora de la respuesta, es decir, que el plan ejecutado en cada ensayo fuera cada vez más eficiente. Así que, para determinar si la planeación depende de la novedad de los estímulos, primero es necesario aplicar la misma tarea (con los mismos ensayos) varias veces, para luego analizar si la eficiencia de la respuesta aumenta gradualmente.

El presente estudio permite analizar la naturaleza del proceso de planeación, una característica de su funcionamiento en su estado óptimo. Además, contribuye al desarrollo de nuevas investigaciones sobre la capacidad de planear y su manifestación bajo diversas condiciones como privación de sueño y el efecto de hora del día, con protocolos que requieren múltiples mediciones (Correa et al., 2020; Horne, 1988; García et al., 2021; Pace-Schott et al., 2009).

Finalmente, el entendimiento de la naturaleza del componente de planeación contribuye al desarrollo de mejores técnicas de evaluación e intervención neuropsicológica al esclarecer sus características en condiciones óptimas. Por ejemplo, para el desarrollo de pruebas y análisis de los posibles factores que afecten su desempeño (Godefroy, 2003; Ardila & Ostrosky-Solis, 2012).

### **Objetivo**

Analizar el grado de dependencia del componente de planeación de las funciones ejecutivas a la novedad de los estímulos.



## II. MARCO TEÓRICO

A continuación, se abordará el concepto de funciones ejecutivas, qué implica, de dónde surge y la manera en que ha sido abordado. Además, se mencionarán algunos de los componentes que han sido propuestos por diversos modelos teóricos, cómo han sido estudiados y sus mecanismos neuronales. Se describirá también el concepto de planeación y su estudio a lo largo de la historia.

Finalmente se detallarán aspectos sobre la evaluación de las funciones ejecutivas en general y se profundizará en la evaluación del componente de planeación, el cual es el principal interés del presente trabajo.

### **Funciones ejecutivas**

El término “funciones ejecutivas” fue propuesto en 1982 por Muriel Lezak y hace referencia a un sistema que administra los recursos cognoscitivos de manera adaptativa (Fiske & Holmboe, 2019). Un funcionamiento ejecutivo eficiente genera la conducta propositiva e independiente, la regula y la dirige hacia objetivos específicos, en beneficio propio y bajo el cumplimiento de las normas sociales (Lezak et al., 2012).

Las funciones ejecutivas se componen de procesos que involucran el análisis contextual, el análisis del estado del organismo propio, la conceptualización de necesidades y deseos, el establecimiento de metas, la programación de respuestas pertinentes para alcanzar las metas y la ejecución eficiente de las respuestas programadas (Friedman & Miyake, 2017; Karr et al., 2018; Luria, 1974; Verdejo-García & Bechara, 2010; Zabelina et al., 2019). Todo esto se ha asociado con la activación del lóbulo frontal, específicamente del área prefrontal, debido a

que se ha encontrado que los pacientes con lesiones en dicha zona manifiestan dificultades en la regulación de su comportamiento y/o alteraciones de la conducta propositiva (Ardila & Surloff, 2004; Lezak, 1982; Luria, 2015; Stuss, 2011).

El primer caso documentado acerca de alteraciones en las funciones ejecutivas a consecuencia de daño en la zona prefrontal es el de Phineas Gage, un obrero estadounidense que en 1848 fue atravesado en el cráneo por una varilla que perforó aproximadamente a la altura de su pómulo izquierdo y salió por la parte superior de su cabeza, lo que dañó su corteza prefrontal (García-Molina, 2012).

La lesión de Gage, no le provocó alteraciones de percepción, atención o memoria, sino que le generó irregularidades conductuales notorias. Las personas de su círculo cercano reportaron que se comportaba de forma irregular, siendo irreverente, caprichoso, blasfemo, poco tolerante con los demás, impaciente y no concretaba ninguno de sus planes a futuro, ya que tan pronto como establecía un plan lo abandonaba por otro que le parecía más importante (Harlow, 1868 como se citó en Macmillan & Lena, 2010).

Años más tarde, surgieron una serie de experimentos con mamíferos como perros y monos para identificar y analizar las funciones correspondientes al lóbulo frontal. Lo que se encontró fue que al extirpar los lóbulos frontales de estos animales se mantenían intactas las funciones relacionadas con la vigilia (estado de alerta, reflejo de orientación) pero su comportamiento era irregular e incongruente, parecía ocurrir de manera aleatoria. Por ejemplo, en los perros se observó que dejaron de hacer actividades como buscar comida y cualquier estímulo los distraía en todo momento sin mantenerse en una misma actividad por mucho tiempo. Los monos manifestaron también deficiencias conductuales como no utilizar un palo

para alcanzar un cebo cuando los objetos estaban fuera de su campo visual, lo que se explicó como una desintegración de los estímulos que impide la generación de estrategias (Luria, 2015).

Se han propuesto dos teorías para explicar las funciones ejecutivas: la teoría unitaria y la teoría de los componentes. Las cuáles serán descritas a continuación.

### **La teoría de los componentes y la teoría unitaria**

La teoría de los componentes plantea la existencia de varios procesos subyacentes al funcionamiento ejecutivo que son independientes, pero forman parte de un sistema (Cristofori, et al., 2019; Miyake et al., 2000; Packwood et al., 2011). Dicho planteamiento surge del enfoque neuropsicológico, mediante el análisis de los signos presentados en pacientes con lesiones prefrontales. Al observar que los pacientes manifestaban diferentes signos a pesar de tener lesión en el mismo lóbulo cerebral, se identificaron las habilidades alteradas en cada uno de ellos y luego fueron clasificados en cuatro grandes categorías: formulación de objetivos, planeación, ejecución de actividades y eficiencia del desempeño (Lezak, 1982), las cuales se describen a continuación.

La formulación de objetivos está asociada con la motivación, con el reconocimiento de las características del entorno y de sí mismo respecto al ambiente. A diferencia de las respuestas instintivas y automáticas, la formulación de objetivos requiere de la conceptualización de necesidades y deseos antes de actuar sobre ellos (respuestas propositivas). Además, es una capacidad que permite tener motivos ajenos a las necesidades del organismo y requieren mayor complejidad que las respuestas automáticas (Godefroy, 2003; Lezak, 1982).

Esta capacidad fue identificada luego de observar cómo algunos pacientes eran incapaces de realizar actividades por decisión propia y solo respondían ante eventos que desencadenaban respuestas automáticas o realizaban sus tareas cuando se les daban instrucciones detalladas y específicas. Sin embargo, si se les presentaba alguna situación inesperada para las que no tuvieran instrucción, eran incapaces de iniciar una respuesta adecuada (Lezak, 1982; Luria, 2015).

La planeación requiere de otras capacidades como la formulación de objetivos y la capacidad para mantener la atención por periodos prolongados de tiempo. La planeación implica dirigir la conducta propositiva, es decir, en función de un objetivo previamente establecido, ante situaciones no estructuradas, y se requiere del análisis de todas las alternativas de acción posibles y la selección de aquella considerada como la más eficiente. Una vez que se genera un plan se programan las secuencias de movimientos pertinentes para ejecutarlo y cumplir con el objetivo (Koechlin, 2003; Shallice, 1982). Esta capacidad se identificó luego de observar que pacientes que no tenían dificultad para formular objetivos presentaban dificultades para darle seguimiento a sus intenciones o actividades (como en el caso de Phineas Gage), no generaban estrategias o generaban estrategias totalmente ineficientes o poco realistas (Lezak, 1982).

Una característica de alteraciones en esta capacidad es que durante una evaluación los pacientes pueden describir eficientemente como resolverían ciertos problemas hipotéticos, pero al momento de enfrentar esos mismos problemas en la vida real su desempeño es deficiente, no se les ocurre que hacer o lo que se les ocurre es insuficiente para cumplir los objetivos. Incluso, se ha encontrado que estos pacientes pueden responder a tareas de inteligencia de manera

satisfactoria, dentro del promedio acorde a su edad, pero idean planes ineficientes durante el desempeño de actividades diarias (Lezak et al., 2012; Valdez et al., 2005).

La capacidad para llevar a cabo las actividades acordes al plan implica iniciar, mantener, cambiar y detener la ejecución de las secuencias programadas que permita un desempeño eficiente. Se identificó que algunos pacientes presentaban problemas a la hora de ejecutar las acciones necesarias para seguir el plan, incluso con la motivación y la planeación adecuada de sus acciones, y eran incapaces de ejecutar las secuencias pertinentes. Se ha reportado que los pacientes con este síntoma pueden manifestar confusión debido a que a pesar de haber podido verbalizar perfectamente el plan, se les dificulta llevarlo a cabo (Lezak, 1982; Valdez et al., 2005).

La eficiencia del desempeño requiere de automonitoreo y autocorrección, así como otros aspectos cualitativos de la conducta como ritmo, intensidad y precisión (Cristofori et al., 2019). Esta capacidad fue identificada al observar que algunos pacientes no detectaban sus errores al ejecutar y por lo tanto no corregían. En otros casos, los pacientes sí detectaban sus errores e incluso podían hablar al respecto, pero aun así no realizaban la corrección pertinente (Valdez et al., 2005).

Este modelo describe estas capacidades como pasos de una secuencia que permite el desempeño efectivo del comportamiento, primero se establece un objetivo, luego se elabora un plan para alcanzar el objetivo, después se ejecuta el plan, se monitorea y se corrige si es necesario.

Posteriormente, fueron planteados diversos modelos que proponen cuáles son

estas capacidades que conforman el funcionamiento ejecutivo y se denominan componentes, de entre los cuales se pueden destacar los de iniciativa y planeación, que son descritos del mismo modo que Lezak en su modelo de 1982. La iniciativa como la capacidad para establecer objetivos y la planeación como la capacidad para programar la conducta propositiva ante situaciones no estructuradas. Otro componente que se ha descrito es la inhibición, que implica detener las respuestas automáticas que no son útiles para cumplir el objetivo (Cristofori et al., 2019; Friedman & Robbins, 2022; Godefroy, 2003; Stuss & Benson 1984).

También se han propuesto los componentes de automonitoreo y flexibilidad, que corresponden a las capacidades que Lezak describe en la categoría de eficiencia del desempeño, ya que el automonitoreo implica rastrear la eficiencia del propio desempeño y la flexibilidad implica ajustar el plan a los cambios repentinos del entorno (Friedman & Robbins, 2022; García et al., 2021; Godefroy, 2003; Stuss & Benson 1984).

Los modelos propuestos se basan en la utilización de pruebas neuropsicológicas que evalúan los componentes de las funciones ejecutivas y que son sensibles a las alteraciones prefrontales de los pacientes. La teoría de los componentes se fundamenta en que al aplicar pruebas que evalúan iniciativa, planeación, inhibición, flexibilidad y automonitoreo de manera específica, los pacientes pueden responder eficientemente en algunas de estas pruebas mientras que en otras no (Ardila, 2018; Godefroy et al., 1999; Godefroy, 2003).

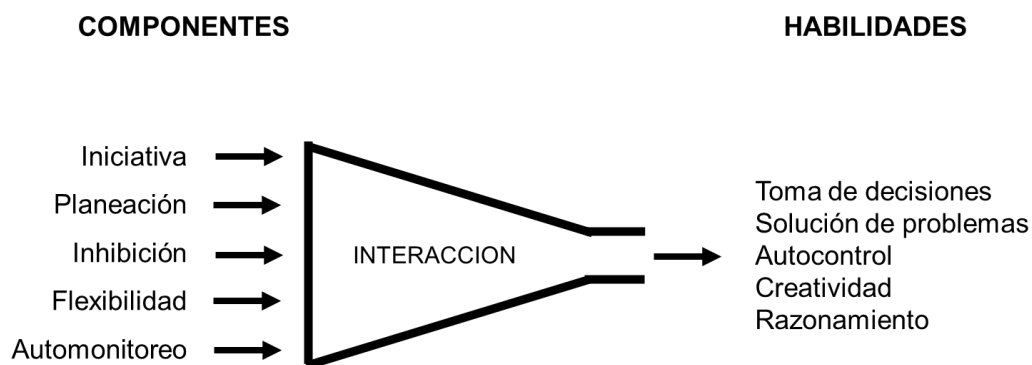
Además, se han encontrado asociaciones entre el desempeño de ciertas tareas diseñadas para evaluar componentes de las funciones ejecutivas y la actividad

cerebral a través de estudios de neuroimagen. Por ejemplo, la corteza dorsolateral prefrontal, el núcleo caudado y la corteza cingulada anterior se han asociado a la ejecución de tareas que evalúan la programación y organización de la conducta (Baker et al., 1996). Dichas habilidades implican la generación de un plan para alcanzar una meta.

La activación de las áreas de la corteza dorsolateral prefrontal, ventromedial prefrontal y los lóbulos temporal y parietal se asocia con la ejecución de tareas de criterio cambiante (Berman et al., 1995; Hedden & Gabrieli, 2010), las cuales se relacionan con el componente de flexibilidad debido a que implican el ajuste del plan a los cambios repentinos del entorno.

La corteza dorsolateral prefrontal izquierda, la corteza cingulada anterior, el tálamo y la corteza parietal superior se activan al desempeñar tareas de fluidez verbal y no verbal (Jahanshahi et al., 2000; Paulesu et al., 1997), las cuales han sido asociadas al componente de iniciativa (Shallice & Burgess, 1996). Así como la activación de la corteza ventromedial prefrontal, orbitofrontal, los ganglios basales, la conjunción parietotemporal y el área motora suplementaria se asocian al desempeño en tareas de inhibición de la respuesta (Hedden & Gabrieli, 2010; Rubia et al., 2001).

En resumen, los componentes de las funciones ejecutivas son la iniciativa, planeación, inhibición, automonitoreo y flexibilidad (Cristofori et al., 2019; Godefroy, 2003; Lezak et al., 2012; Ruiz-Gutiérrez, 2020). Los cuales, dan como resultado las habilidades de autocontrol, razonamiento, toma de decisiones, solución de problemas, creatividad, entre otras más (Eysenck, 2013; Golstein, 2018; Lezak, 1982) (Figura 1).



**Figura 1.** Diagrama de las funciones ejecutivas. La interacción de todos los componentes da como resultado las habilidades que le permiten al ser humano adaptarse al medio.

Por otro lado, la teoría unitaria surge del enfoque psicométrico y plantea que el funcionamiento ejecutivo consiste en un mecanismo unitario de control que engloba todas las habilidades relacionadas con el funcionamiento ejecutivo (solución de problemas, toma de decisiones, razonamiento, etc). Esta propuesta se basa en que, aun y cuando se han diseñado tareas que evalúan los componentes de las funciones ejecutivas, se han encontrado correlaciones entre el desempeño de estas, por lo que sugiere la existencia de un único factor subyacente a las habilidades del funcionamiento ejecutivo (De Frias et al., 2006; Duncan, 2010; Duncan et al. 1996; Kimberg et al., 1997).

Además, la teoría unitaria describe que el funcionamiento ejecutivo depende de la novedad de los estímulos. Para la descripción de esta característica, el enfoque unitario se basa en el modelo de sistema atencional supervisor (Shallice, 1982), el cual determina la existencia de dos sistemas, el automático y el atencional supervisor. El sistema automático se mantiene activo durante la ejecución de actividades rutinarias e implica el desencadenamiento de respuestas motoras automatizadas (no ejecutivo), mientras que el sistema atencional supervisor se



activa ante situaciones novedosas (ejecutivo), aquellas en las que el individuo tiene que generar una nueva respuesta porque no cuenta con una predeterminada.

En este modelo Shallice (1982) explica que cuando se activa el sistema atencional supervisor no se desactiva el sistema automático, sino que se complementa. Es decir que interactúan entre sí para generar una nueva respuesta a partir de las secuencias que ya se tienen automatizadas. Por lo tanto, se propone que para evaluar el funcionamiento ejecutivo es necesario diferenciar el sistema atencional supervisor del sistema automático, lo cual sería una limitación para su estudio debido a la naturaleza misma del fenómeno.

El motivo de esta limitación es que solo durante la primera aplicación de una tarea se enfrenta una situación novedosa, pero la novedad se va perdiendo en aplicaciones posteriores y la respuesta pasa de ser regulada mayormente por el sistema atencional supervisor a ser regulada solamente por el sistema automático, es decir, la práctica en la tarea genera aprendizaje y si hay aprendizaje entonces ya no se está evaluando el funcionamiento ejecutivo (Burgess, 1997; Hughes & Graham, 2002; Jones & Harrison, 2001; Salthouse et al., 2003).

Esta descripción se ha respaldado mediante estudios de neuroimagen, por ejemplo, a través de resonancias magnéticas funcionales se ha observado activación prefrontal durante la ejecución de tareas novedosas, que no resultan familiares para quien las responde (Lezak et al., 2012). Así como se ha observado a través de tomografías por emisión de positrones que, a mayor práctica en una tarea de funciones ejecutivas, menor actividad prefrontal (Pertersen et al., 1998).

Por lo tanto, con esta evidencia se argumenta que las funciones ejecutivas dependen de la novedad de la situación (Salthouse et al. 2003).

Además, se ha encontrado que hacer modificaciones en los ensayos de una misma tarea para aumentar gradualmente el nivel de demanda, genera nuevamente la activación de la corteza prefrontal, por lo que se interpreta que más que depender de que la situación sea novedosa depende de que los estímulos sean novedosos (Hughes & Graham, 2002; Jones & Harrison, 2001).

Sin embargo, el hecho de que la teoría unitaria se argumente con las correlaciones encontradas entre diversas tareas que evalúan habilidades de las funciones ejecutivas es poco firme, ya que, si tomamos en cuenta que la solución de problemas, la toma de decisiones y el autocontrol son el resultado del funcionamiento de todos los componentes, es evidente que se espera que el desempeño entre las distintas tareas correlacione, porque en todas se estarían evaluando todos los componentes.

Además, se ha encontrado que pacientes con lesiones prefrontales pueden responder de manera eficiente a este tipo de tareas que evalúan habilidades, aunque en su día a día su desempeño sea deficiente (Lezak et al., 2012; Valdez et al., 2005). Esto compromete la validez ecológica de las pruebas porque demuestra que no son sensibles a la alteración de las funciones ejecutivas. La validez ecológica implica que la ejecución de una prueba debe representar las conductas desempeñadas en situaciones de la vida cotidiana (Lezak, 1982; Valdez et al., 2005).

Según Godefroy (2003) hay mayor precisión si se diseñan tareas específicas para cada componente, porque los pacientes con lesión prefrontal pueden responder

eficientemente a unas tareas mientras que a otras no. Esto podría explicar el desempeño eficiente en pruebas que evalúan el desempeño global de las funciones ejecutivas, porque puede que los componentes que estén intactos enmascaren a aquellos que están afectados y compensen su funcionamiento.

Recapitulando todo lo anterior, la teoría de los componentes propone la existencia de varios procesos independientes pero muy relacionados entre sí, y define la planeación como la capacidad para programar la conducta propositiva ante situaciones no estructuradas (Godefroy, 2003; Lezak et al., 2012). Mientras tanto, la teoría unitaria propone la existencia de un solo mecanismo responsable de todas las habilidades del funcionamiento ejecutivo y que depende de la novedad de los estímulos (De Frias et al. 2006; Duncan et al. 1996; Hughes & Graham, 2002).

Sin embargo, si se considera el planteamiento de la teoría unitaria sobre la dependencia de la novedad, entonces dicha característica debería observarse al evaluar cada componente de manera específica, pero no es así. Los componentes de inhibición, flexibilidad y automonitoreo no dependen de que los estímulos sean novedosos, ya que en diversos estudios se utilizan pruebas específicas para dichos componentes en protocolos que implican la aplicación repetida de una misma tarea, siempre y cuando se trate de tareas impredecibles y aleatorizadas (García et al., 2012; García et al., 2016; Ramírez et al., 2012; Swik et al., 2011). Aunque aún no se ha descrito esta característica en el componente de planeación.

## **Mecanismos cerebrales del funcionamiento ejecutivo**

En 1974, Luria propuso un modelo de bloques funcionales que explica el funcionamiento cerebral dividido en tres grandes unidades. La primera es la unidad de la regulación del tono, la vigilia y los estados mentales. Se compone de estructuras subcorticales, principalmente del sistema reticular y sus vías aferentes (de recepción de información) y eferentes (de salida de información) que conectan los órganos viscerales con el cerebro y transmiten información del exterior al interior del organismo y viceversa.

La segunda unidad está implicada en la recepción, análisis y almacenamiento de la información sensorial. Esta unidad se compone de los lóbulos occipital, parietal y temporal que procesan información visual, somatosensorial y auditiva respectivamente, cada uno de ellos recibe, integra e interpreta la información sensorial. El hemisferio izquierdo se especializa en las funciones del lenguaje verbal y el hemisferio derecho en las funciones relacionadas con el lenguaje no verbal (Elliot, 2003; Lezak et al., 2012; Orth et al., 2022).

La tercera unidad funcional (relacionada con el funcionamiento ejecutivo) está compuesta por el lóbulo frontal y tiene la función de analizar, programar y verificar el comportamiento. El lóbulo frontal se puede dividir en tres grandes áreas: el área motora, el área premotora y el área prefrontal (Lezak et al., 2012). El área motora primaria se ubica en el giro precentral y se compone de neuronas motoras proyectivas organizadas somatotópicamente que conectan con cada músculo del cuerpo y desencadenan el movimiento. El área premotora se encuentra anterior al giro precentral y se compone de neuronas motoras asociativas que almacenan secuencias motoras aprendidas correspondientes al almacén de tipo

procedimental de la memoria (Milner, 1968).

El área prefrontal abarca las zonas más anteriores del encéfalo (áreas de Brodmann 8, 9, 10, 11, 46 y 47 (Strotzer, 2009) y se compone de neuronas asociativas. Esta zona tiene múltiples vías de conexión (aférentes y eférentes) con estructuras subcorticales (ganglios basales, tálamo, sistema límbico) y de la corteza posterior del cerebro (Elliot, 2003; Fiske & Holmboe, 2019; Peña-Casanova, 2018) que serán descritas a continuación.

El circuito cingulado-subcortical que conecta la corteza cingulada con el núcleo caudado ventromedial, putamen ventral, núcleo accumbens y tubérculo olfatorio, se ha asociado con el componente de iniciativa, ya que los pacientes con lesiones en este circuito manifiestan síntomas como apatía o abulia. Las lesiones bilaterales más graves pueden ocasionar mutismo aquinético, lo que hace que a pesar de que el individuo esté despierto no inicie ninguna conducta (Ardila & Rosseli, 2007).

La zona orbitofrontal, se sitúa en la base del lóbulo frontal y se ha asociado al componente de inhibición, ya que se ha encontrado que los pacientes con lesión orbitofrontal manifiestan síntomas relacionados con la evaluación de riesgos, el control de impulsos, labilidad emocional y distractibilidad. Además, la conexión entre la corteza orbitofrontal y el lóbulo temporal se involucra con el aprendizaje y el razonamiento (Lezak et al., 2012; Royall et al., 2002).

El área dorsolateral prefrontal se ha asociado a los componentes de planeación y flexibilidad, ya que se ha observado que los pacientes con lesiones en esta zona manifiestan dificultades para ejecutar una respuesta ante situaciones no estructuradas, para controlar, regular e integrar la actividad cognitiva y para

utilizar las estrategias apropiadas y organizar la información de manera adaptativa a los cambios del ambiente (Ardila & Rosseli, 2007; Lezak et al., 2012; Royall et al., 2002).

### **Evaluación de las funciones ejecutivas**

Como se mencionó anteriormente, en cuanto a las habilidades de las funciones ejecutivas, se ha encontrado que los pacientes con lesión prefrontal pueden responder de manera eficiente a las tareas de habilidades como la solución de problemas, aunque en las actividades de su vida cotidiana sigan manifestando dificultades (Lezak et al., 2012; Valdez et al., 2005). Esto representa un reto para el entendimiento de los mecanismos correspondientes al funcionamiento ejecutivo, ya que refleja un problema de validez ecológica (Lezak, 1982; Valdez et al., 2005).

Hay otros factores que interfieren con la evaluación de las funciones ejecutivas, uno de ellos es la impureza de las tareas. Es decir, que las pruebas que han sido desarrolladas para evaluar habilidades de las funciones ejecutivas también implican otros procesos, tanto ejecutivos (diversos componentes) como no ejecutivos (procesos como atención y memoria). Por lo tanto, estas tareas pueden carecer de precisión debido a que los indicadores que proporcionan no pueden ser relacionados directamente con algún componente en particular (Burgess, 2004; Godefroy, 2003; Miyake & Friedman, 2012). Esto se ha resuelto con el diseño de tareas que contienen indicadores específicos de un componente, lo que permite diferenciarlo de otros procesos implicados en la misma tarea, como se ha hecho con la inhibición, flexibilidad y automonitoreo (García et al., 2012; García et al., 2016; Ramírez et al., 2012; Swik et al., 2011).

Debido al planteamiento de que las funciones ejecutivas se desencadenan al enfrentar situaciones compuestas por estímulos novedosos, se ha propuesto que para su evaluación es necesaria la utilización de tareas novedosas. Esto es porque de lo contrario, las tareas tienden a generar aprendizaje (Ardila & Rosselli, 2007; Lezak et al., 2012). Específicamente para el componente de planeación se ha propuesto que las tareas deben aumentar gradualmente de dificultad, para mantener la novedad de los estímulos (Gow & Ward, 1982; Lezak et al., 2012).

Por ejemplo, se ha planteado que una tarea de planeación no puede aplicarse varias veces porque luego de que la persona conoce la prueba y la realiza por primera vez los estímulos dejan de ser novedosos, la solución se aprende y deja de ser un indicador de la capacidad de planear (Burgess, 2004; Hughes & Graham, 2002; Salthouse et al., 2003). Se ha observado que esto ocurre con tareas como la torre de Hanoi, en la cual solo durante la primera vez que se responde se puede obtener un indicador de planeación, ya que en ocasiones posteriores se observa que el individuo aprendió cómo resolverla (Shallice, 1982).

Sin embargo, desde el enfoque de la teoría de los componentes se plantea que más bien la situación debe carecer de estructura, lo cual es independiente de si los estímulos son novedosos o no lo son. Retomando el ejemplo anterior, la torre de Hanoi tiene estructura debido a que no cuenta con variabilidad de respuestas, sino que tiene una sola estrategia para resolverse. Así que, una vez que el individuo descubre la solución, ya no se está evaluando planeación porque la situación se vuelve estructurada.

Después de analizar todo lo anterior, si se toma en cuenta la postura de la teoría unitaria sería necesario evidenciar que al evaluar los componentes por separado

se observa la dependencia de la novedad de los estímulos. Pero esto no se ha demostrado sino al contrario, se han diseñado tareas que evalúan los componentes mediante indicadores específicos y mediante la exposición a situaciones no estructuradas, utilizando tareas impredecibles y aleatorizadas que no generan entrenamiento en la tarea después de varias aplicaciones (García et al., 2012; García et al., 2016; Ramírez et al., 2012; Swik et al., 2011).

Es importante establecer la diferencia entre el entrenamiento en la tarea y el entrenamiento en la capacidad. Por ejemplo, la torre de Hanoi genera entrenamiento en la tarea porque las personas aprenden la estrategia de solución, por lo que en aplicaciones posteriores ya saben cómo resolverla. Pero eso no quiere decir que mejoran su capacidad de planear, sino que aprendieron la respuesta. Así que, para analizar si la capacidad de planear mejora sería necesario evaluarla múltiples veces, con los mismos ensayos, y analizar si la eficiencia de la respuesta aumenta conforme se practica la tarea.

En otros componentes como los de inhibición, automonitoreo y flexibilidad, se ha logrado evaluarlos múltiples ocasiones sin que generen aprendizaje en la tarea, lo que permite analizar si la eficiencia de las capacidades se modifica debido a cualquier otro factor que se estudie. Por ejemplo, para la flexibilidad se ha propuesto una versión modificada de la prueba Stroop en la que se añade una lámina con criterio cambiante. En dicha versión, el criterio cambiante es aleatorio y por lo tanto es impredecible para quien la responde. Esta versión de la tarea fue utilizada en un protocolo de rutina constante, en el cual se aplicó 17 veces en intervalos de 100 minutos y permitió observar variaciones en la eficiencia según la hora del día (Ramírez et al., 2012).



Lo mismo ocurre con pruebas que evalúan inhibición, como las de respuesta-no respuesta y señal de alto (Swik et al., 2011), así como en las pruebas de seguimiento que evalúan la capacidad de automonitoreo (García et al., 2012). Todas estas pruebas se han utilizado en protocolos que requieren múltiples aplicaciones y han sido diseñadas de manera aleatoria e impredecible para mantener la poca estructura de la situación, por lo que es evidente que no dependen de que los estímulos sean novedosos. Sin embargo, esta característica no se ha descrito en el componente de planeación.

### **Planeación**

Como ya se mencionó, el componente de planeación se define como la capacidad de programar la conducta propositiva al enfrentar situaciones no estructuradas (Jurado & Rosselli, 2007; Norman & Shallice, 1986; Lezak et al., 2012). Sin embargo, igual que con el funcionamiento ejecutivo en general, otros autores han descrito que la planeación depende de la novedad de los estímulos (Burgess, 1997; Denckla, 1996; Gow & Ward, 1982; Salthouse et al., 2003).

El problema es que se asume que si la situación es completamente nueva entonces carece de estructura, pero no es así, la estructura y la novedad se refieren a características diferentes. La estructura se refiere a la capacidad del individuo, ya que hace referencia a que sabe lo que tiene que hacer (Jurado et al., 2007; Lezak et al., 2012; Shallice 1982), mientras tanto el concepto de novedad se refiere a una característica del entorno, porque depende de si los estímulos que componen la situación se experimentan por primera vez o no (Shallice, 1982).

Por lo tanto, la novedad de una situación solamente es proporcionada por la

novedad de los estímulos que la conforman, por otro lado, la estructura puede ser proporcionada de varias formas. La primera es que la situación sea rutinaria, en la que el individuo cuenta con un programa de respuesta predeterminado. Otros autores llaman a esto esquema (Norman & Shallice, 1986). La segunda es que la situación sea novedosa pero que exista una indicación detallada sobre lo que se debe hacer, como una orden de alguien más, la lectura de un instructivo o ver un tutorial (Jurado et al., 2007).

La tercera es que, en una situación novedosa exista algún indicador en el entorno que proporcione una pista o una guía sobre lo que se debe hacer. Por ejemplo, si una persona conduce por una nueva ruta y en un punto se encuentra con una bifurcación que no había contemplado, sabrá que debe tomar la ruta de la derecha porque la ruta de la izquierda está bloqueada por reparaciones. Aunque es la primera vez que pasa por esa ruta y a pesar de que no había considerado la bifurcación, un indicador del entorno guio su respuesta para continuar su camino. Al ser la única alternativa, no representa un problema al momento de tomar una decisión (Jurado et al., 2007; Stuss & Alexander, 2000).

De tal modo que, una situación no estructurada es aquella en la que una persona no cuenta con una respuesta predeterminada, que nada ni nadie le proporcione una indicación sobre lo que hay que hacer y que en el entorno no se encuentre ninguna pista que brinde una guía para responder (Jurado et al., 2007). Todas estas características pueden presentarse en una situación totalmente nueva para la persona, pero también pueden presentarse en situaciones rutinarias cuando ocurre algún cambio repentino del entorno que rompe la estructura y se requiere un ajuste del programa (Lezak, 1982).

En resumen, la novedad y la estructura de una situación no se refieren a lo mismo, pero tampoco son excluyentes, ya que una hace referencia a las características del entorno y la otra a la capacidad del individuo. Por lo tanto, existen situaciones tanto novedosas con alta y baja estructura, como también situaciones rutinarias donde se rompe la estructura por un cambio repentino del entorno. Es indispensable comprender esta diferencia para poder estudiar la capacidad de planear.

Años después de la descripción de Lezak sobre la planeación, fue planteado otro modelo que explica el funcionamiento ejecutivo mediante dos sistemas (Shallice, 1986) y uno de ellos corresponde con el componente de planeación. El primer sistema es el automático, que se compone de secuencias de respuesta predeterminadas que son filtradas según su grado de activación ante situaciones rutinarias. Este sistema se caracteriza por ser rápido e inflexible. Según este modelo, cuando la situación es novedosa, entra en acción el segundo mecanismo denominado sistema atencional supervisor. Este sistema se caracteriza por ser lento y flexible, implica el análisis, selección y reorganización de la conducta para generar un nuevo programa de respuesta.

Por lo tanto, para llevar a cabo la selección adecuada de una respuesta se requiere de un análisis contextual, una conceptualización entre las necesidades y deseos del organismo y las características del entorno. Posteriormente, una evaluación de las alternativas de acción posibles, la previsión de las consecuencias de cada alternativa, la selección de aquella considerada como la más eficiente y la programación de las secuencias motoras que se ejecutarán (Koechlin, 2003; Morelli, et al., 2021).

Otros modelos más recientes proponen que la planeación tiene distintos niveles de procesamiento. Georgiou et al (2017) describe tres niveles: 1) actividad, hace referencia al establecimiento de una meta, 2) operación, que se refiere a la selección y programación de un plan y 3) acción, que implica llevar a cabo el plan. Alchihabi et al (2018) describe dos sistemas: planificación y ejecución. El primero corresponde con los niveles de actividad y operación descritos por Georgiou et al (2017) y el segundo corresponde con la acción. Aunque estos modelos clasifican diferente los mecanismos de la planeación, concuerdan con la descripción del modelo de Norman y Shallice (1986).

Algunos estudios realizados en monos han proporcionado información sobre la relación entre distintas zonas de la corteza prefrontal y mecanismos cerebrales como los mencionados anteriormente. Por ejemplo, la actividad de la zona medial de la corteza prefrontal se ha asociado a la activación del sistema atencional supervisor, es decir, a la detección de una situación no estructurada que implica el establecimiento de una meta y la generación de una nueva respuesta, como en los niveles de actividad y operación/planeación. La actividad en la zona lateral prefrontal se ha asociado con la implementación del plan, como en el nivel de acción (Duncan, 2010). Esta última propuesta coincide con que la corteza dorsolateral prefrontal se asocia con la capacidad de planear (Ardila & Rosseli, 2007; Lezak et al., 2012; Royall et al., 2002).

La capacidad de planear se ha incluido en habilidades como la solución de problemas y la creatividad (García et al., 2012; Smith et al., 1993; Zelazo et al., 1997), ya que todas estas implican enfrentar situaciones no estructuradas y/o novedosas, así como el análisis de múltiples alternativas. Sin embargo, es

importante comprender que dichas habilidades son el resultado del funcionamiento de todo el sistema ejecutivo, pero no se pueden considerar como uno de sus componentes.

Un estudio que pretendía evaluar la creatividad reunió dos grupos de personas y los separó en grupo control y grupo experimental. A los dos grupos se les pidió que inventaran y dibujaran un nuevo juguete o una nueva forma de vida que pudiera darse en el planeta tierra. Al grupo experimental se le mostraron tres ejemplos de dibujos que contenían características como cuatro patas, una cola y una antena. Al grupo control no se le mostró ningún ejemplo.

En los resultados se obtuvo que el grupo experimental hizo dibujos que contenían en mayor proporción características como las de los ejemplos, mientras que el grupo control hizo dibujos con más variedad de características. El estudio concluyó que las preconcepciones limitan la creatividad (Smith et al., 1993), lo cual puede ser relevante en el estudio de la planeación ya que se asocia con la existencia de una estructura que le indica al individuo la respuesta que debe dar.

De este modo, los errores en la planeación pueden manifestarse de diferentes formas. Por ejemplo, ejecutar una respuesta incompleta y no cumplir con el objetivo, ejecutar una respuesta que no es útil para cumplir el objetivo (se lleva a cabo una actividad que no tiene utilidad) o ejecutar una respuesta que cumple el objetivo, pero de manera poco eficiente. Este último tipo de error puede describirse como una perseveración, ya que se ha propuesto que, si el individuo no es capaz de lidiar con la problemática para generar una nueva respuesta, tiende a dar una respuesta que previamente le haya sido útil (como una preconcepción), aunque para el contexto actual no lo sea (Harrison & Horne,

1999; Lezak et al., 2012; Rowe et al., 2000).

Considerando la información que se conoce sobre la capacidad de planear, para poder evaluarla sería necesaria una prueba que plantee a los individuos situaciones no estructuradas. En el siguiente apartado se discutirá sobre las propuestas que han surgido a lo largo del estudio de las funciones ejecutivas.

### **Evaluación de la planeación**

Para evaluar la planeación se ha planteado el uso de juguetes como el *tinker toy* (Lezak, 1982), que se compone de diversas piezas de diferentes tamaños, colores y formas, que se pueden unir para armar y construir algo. A la persona se le pide que arme lo que desee y se le da tiempo ilimitado, al finalizar la pieza se le pregunta qué es y se analiza si lo que reporta que quiso diseñar es congruente con el resultado (Lezak et al., 2012).

El hecho de pedirle a la persona que arme lo que desee es una indicación inespecífica y el hecho de que existan múltiples alternativas de respuesta que lleven al individuo a cumplir el objetivo (armar algo) evita que la tarea misma sea una guía para que la persona sepa cómo responder. Ambas características hacen que esta actividad tenga una estructura muy baja, lo cual es necesario para poder evaluar la capacidad de planear (Jurado et al., 2007).

Sin embargo, este tipo de evaluaciones tienen tan poca estructura que cuando se pretende hacer comparaciones entre personas puede ser difícil establecer criterios que determinen que tan bien hecha está la pieza y que tanto coincide con lo que se planeó construir (Lezak et al., 2012). Por lo tanto, se han diseñado otras pruebas para evaluar el componente de planeación, algunas de ellas son las de

laberintos, mapas y torres, las cuales serán descritas a continuación.

La prueba de laberintos de Porteus (Porteus Maze Test; Gbow & Ward, 1982), consiste en la solución de una serie de laberintos con diferentes grados de dificultad (de menor a mayor). Dichos laberintos deben ser resueltos uno tras otro, sin despegar la pluma del papel y sin caer en ningún callejón sin salida. Se debe completar la mayor cantidad de laberintos posible. El criterio para cancelar la prueba varía según la dificultad del laberinto, se permiten hasta cuatro intentos en los laberintos más difíciles. La dificultad de los laberintos es determinada por su tamaño y la cantidad de callejones, los más grandes con más callejones son considerados los más difíciles.

En esta tarea se analiza la cantidad de aciertos (laberintos completados), cantidad de errores y los tipos de errores de ejecución. Además, no tiene límite de tiempo, por lo que los pacientes pueden demorar en responderla, lo cual, dificulta un poco su utilización en la evaluación neuropsicológica. Aun así, ha sido una de las pruebas más utilizadas para evaluar funciones ejecutivas (Rabin et al., 2005) y específicamente para evaluar la planeación (Krum et al., 2020; Venkateson & Lokesh, 2020).

Sin embargo, los laberintos de Porteus pueden generar aprendizaje, probablemente porque cada uno tiene una sola solución (Kirsch et al., 2006; Lezak et al., 2012; Vakil et al., 2004). Aunque esta tarea permite detectar la severidad del daño cerebral, puede ser poco recomendable para evaluar personas sanas porque se componen de diversos callejones sin salida y eso genera una respuesta guiada, ya que la persona puede identificar por donde no debe irse y buscar solo las calles abiertas que lleven hasta el final del laberinto.

Por lo tanto, carece de variabilidad de respuestas.

Una propuesta diferente es la tarea del Mapa del Zoológico (Zoo Map Test; Allain et al., 2005), el cual consiste en un mapa donde se señala la localización de las diferentes áreas del zoológico. Esta tarea tiene dos instrucciones, la primera es trazar una ruta que pase por seis lugares diferentes bajo algunas condiciones que se deben cumplir, se determina el punto de partida, el punto de llegada, los caminos sombreados se pueden utilizar ilimitadamente, pero los caminos en blanco sólo pueden utilizarse una vez y no se debe pasar dos veces por el paseo para camellos. La segunda instrucción consiste en proporcionar con detalle la ruta que se debe seguir para visitar seis lugares diferentes en un orden determinado bajo las mismas condiciones de la primera instrucción.

Se plantea que la primera instrucción implica la generación de un plan porque el paciente libremente elige como trazar su ruta bajo el cumplimiento de las condiciones dadas (situación con baja estructura) y la segunda instrucción implica la ejecución de un plan establecido, ya que se le dice al paciente exactamente cuál ruta seguir para pasar por todos los lugares solicitados (situación con alta estructura). Para ambas instrucciones se analiza la eficiencia de la respuesta y luego se comparan para identificar si se desempeñan mejor para elaborar el plan o para llevarlo a cabo. Sin embargo, al comparar las respuestas de esta tarea con otras tareas neuropsicológicas que evalúan el componente de planeación, se encontró una baja correlación (Osterman et al., 2013).

Existen otras versiones de tareas de mapas. Por ejemplo, la Tarea de Mapas (The Maps Task; Basso et al., 2006) es una tarea computarizada que se compone de 20 ensayos que consisten en un plano compuesto por 24 bloques cuadrados en



una distribución de 6x4, separados por filas y columnas que conectan entre sí. Cada ensayo tiene siete puntos distribuidos en diferentes cruces de filas con columnas. Lo que se debe hacer es partir desde la esquina superior izquierda y desplazarse a lo largo de las filas y columnas para trazar una ruta que pase por los siete puntos hasta llegar a la esquina inferior derecha. Además, se debe procurar hacer el menor recorrido posible. Sin embargo, al tener solamente un punto de inicio y otro de fin, esta tarea tiene poca variabilidad de respuestas posibles, lo cual es una limitación para la evaluación del componente de planeación.

Más tarde se propuso una modificación de la tarea de mapas con una mayor variabilidad de respuestas posibles (García, 2010). La prueba consiste en un área de 18x16 cm con cuatro entradas en la parte superior y cuatro salidas en la parte inferior. Cada ensayo tiene diferentes figuras geométricas distribuidas en todo el mapa que simulan “cuadras” y “calles”, de las cuales seis están marcadas con un número del uno al seis. Lo que se debe hacer es elegir cualquiera de las entradas para iniciar un trazo que debe pasar por las seis figuras marcadas en orden progresivo y luego terminar el trazo por cualquiera de las salidas posibles.

También se debe realizar el menor recorrido posible, en el menor tiempo posible y no se debe cruzar otra línea ya trazada, corregir, regresarse ni despegar la pluma del papel hasta finalizar el recorrido.

Sin embargo, esta tarea tampoco es sensible al componente de planeación ya que, si bien tiene varias opciones de inicio y fin (más variabilidad de respuestas que las otras tareas), el hecho de tener que pasar por todas las figuras marcadas en orden progresivo le indica a la persona la dirección que debe tomar, aunque no

le indique por donde debe irse. Esto genera una guía sobre cómo responder a la tarea.

Sería pertinente que una prueba de mapas o laberintos, además de tener variabilidad de opciones para iniciar y terminar, también tenga múltiples opciones para trazar la trayectoria. Quizá con un plano aún más abierto sin un orden determinado para responder se proporcione esa variabilidad de opciones de respuesta. Además, si bien es importante la velocidad de respuesta en este tipo de pruebas, es más importante analizar la solución porque es ahí donde se refleja la eficiencia del plan.

Una alternativa más para la evaluación de la planeación en pacientes con daño prefrontal son las pruebas de torres. Por ejemplo, la Torre de Hanoi, que consiste en una base de madera con tres columnas equidistantes y cuatro discos de diferentes colores y tamaños. En la columna del extremo izquierdo se colocan los cuatro discos de mayor a menor tamaño, el más grande en la base y el más pequeño sobre todos los demás. Para resolverla se deben trasladar los discos de uno en uno a través de las columnas hasta colocarlos de mayor a menor tamaño (igual que la posición inicial) en la columna del extremo derecho. La única condición para resolver esta prueba es que un disco grande no puede quedar arriba de otro más pequeño (Welsh, 1991; Humes et al., 1997).

Sin embargo, igual que con las pruebas anteriores, se ha argumentado que la torre de Hanoi también dirige el comportamiento de manera implícita, por lo que más tarde fue propuesta la Torre de Londres (Shallice, 1982) que se basa en el modelo del sistema atencional supervisor. Esta torre también se compone de una base de madera con tres columnas equidistantes, pero de distintas longitudes, en

la izquierda la más larga, la mediana al centro y la más pequeña a la derecha. Contiene también tres esferas de diferente color, pero del mismo tamaño. En la columna más larga caben las tres esferas apiladas, en columna mediana solo caben dos y en la columna más pequeña solo cabe una esfera.

La torre de Londres se compone de varios ensayos, los cuales consisten en las esferas distribuidas entre las tres columnas (posición inicial) y posteriormente se presenta una lámina donde viene la torre con las esferas en un acomodo diferente (posición objetivo). Para resolver el ensayo se deben trasladar las esferas de una en una desde su posición inicial hacia su posición objetivo con la única condición de hacerlo en la menor cantidad de movimientos posibles (Shallice, 1982).

La torre de Londres es una de las pruebas más utilizadas tanto para evaluar funciones ejecutivas (Alchihabi et al., 2018; Phillips & Martin, 2006) como para la evaluación neuropsicológica de la planeación en pacientes con daño prefrontal (Rabin et al., 2005; 2008), ya que se ha encontrado que tiene una alta correlación con la actividad en la corteza prefrontal, parietal, giro cingulado anterior y los ganglios basales (Alchihabi et al., 2018, Baker et al., 1996).

Cabe mencionar que la torre de Londres y la torre de Hanoi no evalúan exactamente la misma capacidad, ya que se ha encontrado que correlacionan poco entre sí (Goel & Grafman, 1995; Humes et al., 1997). Mientras la torre de Londres se asocia más con el componente de planeación, la torre de Hanoi se asocia más con el componente de inhibición. Aunque ambos componentes tienen mucha participación durante la solución de problemas (García et al., 2012; Miyake et al., 2000), por lo que ambas tareas son comúnmente utilizadas para evaluar funciones ejecutivas en general.

No obstante, la Torre de Londres resulta ser fácil de resolver para personas sanas, por lo que se propuso una versión modificada más compleja (Ward & Allport, 1997). Esta nueva versión contiene la base de madera y las tres columnas de la misma longitud, además de cinco discos del mismo tamaño, pero de colores diferentes. La dinámica es exactamente la misma que la versión original, los participantes deben trasladar de uno en uno los discos de su posición inicial a su posición objetivo en la menor cantidad de movimientos posibles, con la posibilidad de corregir el último movimiento realizado o todos los anteriores (regresar a la posición inicial y volver a empezar). En esta prueba no importa el tiempo que toma responder sino la estrategia para mover los discos.

Es importante destacar que, en la versión modificada de la torre de Londres, los cambios consisten en aumentar la cantidad de discos y emparejar la longitud de las columnas, lo que permite que se puedan apilar todos los discos en cada una de ellas. Esto le proporciona a la prueba una baja estructura, ya que aumenta la cantidad de alternativas de solución posibles y conserva la inespecificidad de la instrucción. Esta versión cuenta con ensayos de uno a 13 movimientos mínimos, pero a diferencia de otros autores, Ward y Allport (1997) proponen que la dificultad se atribuye a los movimientos previos para alcanzar el objetivo (*sub-goal moves*), que en este caso pueden variar de cero a ocho. Lo cual coincide con el planteamiento de que, entre más objetivos previos a cumplir para completar una tarea, ésta será más demandante y por lo tanto más difícil (Duncan, 2010).

Sin embargo, estudios acompañados de resonancia magnética funcional sugieren que la complejidad de los problemas es determinada por la cantidad de alternativas posibles para cumplir el objetivo, ya que se ha observado que, a

mayor cantidad de alternativas posibles, mayor actividad frontoparietal y de la corteza cingulada anterior (Boghi et al., 2006). Sin embargo, considerando lo descrito en apartados anteriores, el hecho de que la tarea tenga variedad de alternativas más que ser un indicador de dificultad es un indicador de baja estructura, lo que es indispensable para la evaluación de la planeación (Jurado et al., 2007).

Por lo tanto, una asociación entre la torre de Londres y la activación frontoparietal y de la corteza cingulada (Boghi et al., 2006), puede ser explicada por la baja estructura de la tarea. Entre menos estructurada sea una situación, más requerirá de la capacidad de planear. Por lo tanto, las tareas no deben ser cada vez más difíciles, sino que deben carecer de estructura para ser ecológicamente válidas.

En resumen, la torre de Londres cuenta con características importantes para evaluar la capacidad de planear. Se considera que mediante la aleatorización de los ensayos se puede aplicar varias veces sin generar aprendizaje, lo que permitiría evaluar la planeación varias veces consecutivas y analizar si la eficiencia mejora o no mejora con la práctica. Esto permitirá determinar el grado de dependencia de la planeación a la novedad de los estímulos.

La hipótesis de este estudio es que no se observará mejora en la planeación a lo largo de las aplicaciones. Con el argumento de que la planeación más que depender de la novedad de los estímulos depende de la estructura de la situación. Con tareas como la torre de Londres que tiene baja estructura, múltiples opciones de respuesta y sin instrucciones específicas, se puede analizar si la eficiencia mejora luego de que los individuos se familiaricen con la tarea.

### III. MÉTODO

#### **Diseño**

Se realizará un estudio de tipo cuasiexperimental, con diseño simple, univariable y longitudinal de medidas repetidas (Núñez, 2011).

#### **Participantes**

La muestra se obtuvo a partir de un muestreo no probabilístico intencional (López, 2004). Se registraron 28 estudiantes universitarios sanos de 18 a 25 años sin trastornos de sueño, alteraciones neurológicas, dependencia a sustancias como cafeína, tabaco o algún otro tipo de droga y que no consumían ningún medicamento que afectara el sistema nervioso central. Este estudio se realizó bajo los lineamientos de la Declaración de Helsinki para la investigación con humanos (Asociación Médica Mundial, 2017).

#### **Instrumentos**

Selección de participantes

*Carta de consentimiento informado.* Carta mediante la cual se dieron a conocer los objetivos y las condiciones del estudio. Los participantes la firmaron para constatar su participación voluntaria (Anexo 1).

*Cuestionario de datos generales.* Cuestionario compuesto por 2 apartados, el primero incluye los datos generales como nombre, edad, escolaridad, horarios de clases y/o trabajo, etc. El segundo aborda los antecedentes médicos como alteraciones neurológicas, accidentes graves, consumo de medicamentos y otras

sustancias (Anexo 2). Se utilizó para seleccionar a los participantes que no reportaron alto consumo de tabaco o cafeína, y que no consumían otras drogas o medicamentos que afecten el sistema nervioso central.

*Cuestionario de hábitos del dormir (Monk et al., 2003).* Cuestionario de 8 reactivos que se utiliza para evaluar los hábitos del dormir en días de trabajo o escuela y en días libres, para cada tipo de días contiene preguntas sobre las horas a las que normalmente se acuesta, se duerme, se despierta y se levanta una persona. Además, registra el horario más temprano y más tarde posible para todas las condiciones anteriormente mencionadas, así como si duerme siesta y por cuánto tiempo (Anexo 3). Se utilizó para seleccionar a los participantes que tenían horarios de sueño regulares y que dormían entre siete y ocho horas diarias.

*Cuestionario de trastornos del dormir (Lack, 1992; Valdez et al., 1998).*

Cuestionario de 14 reactivos que se utiliza para identificar trastornos de sueño, tales como insomnio, hipersomnio, sonambulismo, ronquidos, bruxismo, pesadillas, entre otros más. Además, recaba información sobre si cada trastorno presentado genera molestia y en caso de que la respuesta sea que sí, se indica el grado (nada, poco, regular, mucho, demasiado) (Anexo 4). Se utilizó para seleccionar a los participantes que no tenían trastornos de sueño.

*Escala de somnolencia de Epworth (Johns, 1991).* Escala de ocho reactivos que evalúa nada (0), poca (1), moderada (2) o alta (3) probabilidad de dormitar durante la realización de ciertas actividades de la vida cotidiana como leer un libro, conducir un vehículo, ir al teatro, ver televisión, tener una conversación, entre otras más. Un puntaje igual o superior a nueve se considera un grado de somnolencia diurna clínicamente relevante (Anexo 5). Se utilizó para seleccionar

a las personas con niveles de somnolencia normales, debajo de nueve puntos.

#### *Versión web de la prueba de Ishihara de Colorlite*

(<https://www.es.colorlitelens.com/test-de-daltonismo.html>). Contiene 12 láminas compuestas cada una por círculos formados de puntos de colores de tamaños aleatorios. Dichos puntos forman números que el participante debe identificar (Anexo 6). La prueba se aplicó mediante dispositivos móviles con el brillo de pantalla al máximo y sin ningún filtro como el de luz azul o modo nocturno. Esta versión de la prueba permite identificar dificultades en la identificación de los colores rojo y verde. El resultado corresponde al porcentaje de aciertos. Se utilizó para seleccionar a los participantes que tuvieron un 100% de respuestas correctas.

#### Tareas de planeación

*Torre de Londres de 5 discos (Ward & Allport, 1997; versión modificada de Shallice, 1982)*. Se compone de una base de madera con tres columnas equidistantes y cinco discos del mismo tamaño, pero de colores diferentes (morado, azul, verde, amarillo y naranja), que se insertan en las columnas. La tarea contiene 20 ensayos compuestos cada uno por la torre de Londres con una distribución específica de los discos (posición inicial) y una lámina con la imagen de la torre de Londres con una distribución diferente de los discos (posición objetivo). La tarea consiste en trasladar los discos de uno en uno desde su posición inicial hacia su posición objetivo en la menor cantidad de movimientos posible.

A diferencia de otras tareas de planeación, en la torre de Londres se permite corregir de dos maneras. La primera es corregir el último movimiento realizado y



devolver el disco correspondiente a su posición anterior. La segunda es corregir todos los movimientos realizados y devolver los discos a su posición inicial para volver a empezar el ensayo. Los movimientos corregidos no cuentan para la suma total, solo acumulan tiempo.

Para este estudio se elaboraron nuevos ensayos con base en la propuesta original de la tarea, pero con algunas modificaciones que favorecen la baja estructura al aumentar las alternativas de solución posibles, por lo que para diseñarlos se aplicaron dos criterios. El primero implica que la posición inicial de los discos jamás coincide con su posición objetivo, lo que hace obligatoriamente tener que moverlos todos de su lugar de origen. El segundo es que se diseñaron para que cada uno de ellos tuviera al menos tres alternativas de solución posibles que fueran muy breves. Por lo tanto, la cantidad mínima de movimientos para estos nuevos ensayos es de ocho, nueve y 10, ya que son las cantidades que permiten que se cumplan ambos criterios. Un ensayo con siete movimientos mínimos o menos impide que se cumpla el primer criterio y un ensayo con 10 movimientos mínimos o más impide que se cumpla el segundo criterio.

Para analizar los resultados se obtienen 4 indicadores. El primero se denomina eficiencia de la planeación y se calcula restando la cantidad mínima posible de movimientos a la cantidad total realizada en cada ensayo. Esto proporciona una diferencia que determina la cantidad de movimientos adicionales y a mayor cantidad, menor eficiencia del plan. El resto de los indicadores corresponden al tiempo de ejecución en las tareas (Tabla 1).

El primero es la latencia de la respuesta, la cual consiste en el tiempo transcurrido desde que se presenta el ensayo al participante hasta que el participante

comienza su primer movimiento. El segundo indicador es la duración de la respuesta, consiste en el tiempo transcurrido desde el momento en que el participante comienza su primer movimiento hasta que concluye su último movimiento. Por último, el tercer indicador es el tiempo total, se calcula al sumar los dos indicadores anteriores (Tabla 1).

*Tarea de laberintos.* Se compone de 20 ensayos impresos en blanco y negro (Anexo 8), cada uno compuesto por una cuadrícula de 11x11 con algunos recuadros bloqueados (reellenos con tinta negra) y seis figuras geométricas distribuidas en diferentes puntos del plano (dos círculos, dos estrellas y dos triángulos). La tarea consiste en que el participante debe unir cada figura con su par y utilizar la menor cantidad de recuadros posible para trazar las tres rutas, es decir, hacer el menor recorrido posible en total. Las condiciones son que no se puede cruzar otra línea ya trazada, corregir o regresarse y se debe completar cada ruta con un solo trazo. Cada ensayo tiene de tres a seis alternativas de solución posibles que pueden realizarse con un recorrido de 35 a 65 recuadros (Figura 2).

En esta tarea, para analizar los resultados se obtienen 5 indicadores. El primer indicador corresponde a la habilidad de solución de problemas y se obtiene de calcular el porcentaje de aciertos, ya que dicho porcentaje indica la proporción de laberintos resueltos independientemente de la eficiencia del plan. El segundo indicador es la eficiencia del plan, para el cual primero se suman los recuadros utilizados en los trazos de las tres rutas, es decir, el recorrido total.

Posteriormente se resta el recorrido mínimo posible al recorrido total realizado, lo que da como resultado el recorrido adicional. Entre mayor cantidad de recorrido

adicional, menor eficiencia del plan. Por lo tanto, para analizar la eficiencia del plan es indispensable que el problema haya sido solucionado, así que para analizar este indicador solo se toman en cuenta los aciertos.

Esto quiere decir que, la eficiencia de la planeación no es determinada por la cantidad de laberintos resueltos sino por la manera en que fueron solucionados, ya que resolver un problema no garantiza haberlo hecho de la manera más eficiente. Por lo tanto, un efecto de práctica en la tarea se observaría mediante el aumento del porcentaje de aciertos, y un efecto de práctica en la capacidad de planear se observaría mediante la disminución del recorrido adicional.

El resto de los indicadores corresponden al tiempo de ejecución y son los mismos que se obtienen para la torre de Londres. La latencia de la respuesta (tiempo de demora en comenzar a responder), la duración de la respuesta (tiempo de demora de la ejecución de la respuesta) y tiempo total (la suma de los dos anteriores) (Tabla 1).

Esta prueba fue diseñada con base en otras tareas utilizadas para evaluar la capacidad de planear, como las de mapas, laberintos y torres mencionadas en el capítulo anterior. Esta tarea de laberintos consta de ensayos con planos abiertos, en donde no hay “calles” sin salida que guíen la respuesta, solo cuenta con algunos obstáculos. Los participantes eligen libremente su punto de partida, de los cuales hay seis opciones posibles correspondientes a la cantidad de figuras distribuidas en el laberinto. Cada figura tiene de una a cuatro direcciones posibles para comenzar un trazo, por lo que en total cada laberinto tiene entre seis y 24 puntos de partida. La variabilidad de los puntos de partida y de las direcciones contribuyen a la baja estructura en la tarea.

Además, el hecho de que cada ensayo tiene varias respuestas correctas con diferentes niveles de eficiencia favorece a la validez ecológica de la tarea, ya que en el día a día las personas enfrentan problemas que se pueden solucionar de muchas formas, y algunas de esas soluciones son más eficientes que otras. Esto coincide con el planteamiento de que la planeación implica el análisis de las alternativas posibles y la selección de la más eficiente (Lezak, 1982; Koechlin, 2003).

Para contrarrestar el aprendizaje en la tarea se aleatorizan los laberintos cada que se aplican y no se les menciona a los participantes que siempre son los mismos laberintos. Además de que deben ser ingenuos a la tarea, tal y como se ha propuesto por otros autores (García et al., 2020). Con estas características en la tarea de laberintos se argumenta su validez para evaluar la capacidad de planear.

**Tabla 1.** Indicadores de las tareas

<b>Indicador</b>	<b>Torre de Londres</b>	<b>Tarea de laberintos</b>
<b>Solución de problemas</b>	NA	Porcentaje de aciertos
<b>Eficiencia de la planeación</b>	Movimientos adicionales	Recorrido adicional
<b>Tiempo</b>	Latencia de la respuesta	
	Duración de la respuesta	
	Tiempo total	

## **Materiales**

*Cronómetro.* Se utilizó para medir los tiempos de ejecución en cada tarea.

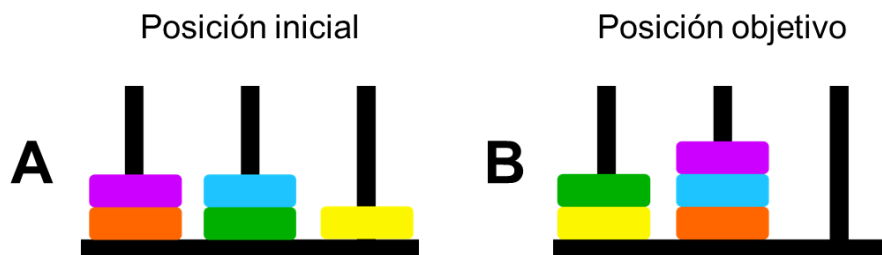
*Hoja de registro para la torre de Londres.* Se utilizó para llevar el registro de los indicadores de tiempo (latencia y tiempo total), las respuestas desglosadas por cada movimiento que se hizo (disco y posición) y observaciones generales durante la aplicación (Anexo 9).

*Hoja de registro para la tarea de laberintos.* Se utilizó para llevar el registro de los indicadores de tiempo (latencia, duración de la respuesta y tiempo total), el orden de las rutas respondidas y observaciones generales durante la aplicación (Anexo 10).

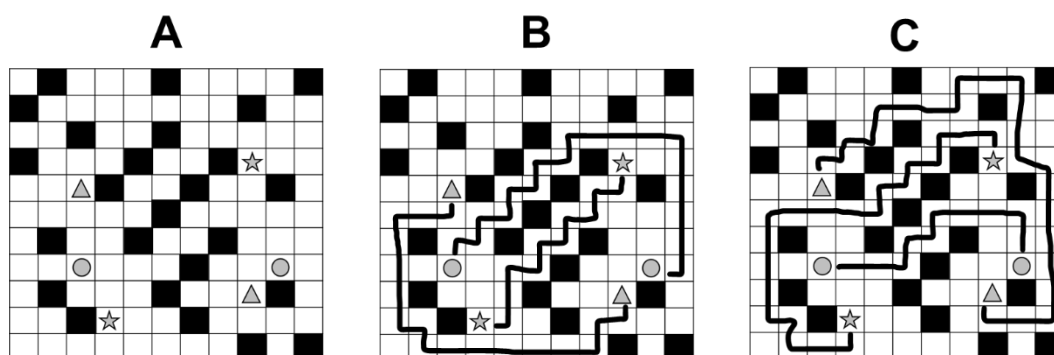
## **Procedimiento**

Los participantes firmaron una carta de consentimiento informado y respondieron los cuestionarios sobre datos generales, sus hábitos de sueño e información sobre sus antecedentes médicos. Posteriormente se analizaron sus respuestas a los cuestionarios y a aquellos participantes que pasaron los filtros de selección se les programó para asistir al laboratorio entre las 11:00 y las 17:00 horas durante cinco días consecutivos (de lunes a viernes) en el mismo horario, para responder la tarea de laberintos y la torre de Londres una vez por día. Cada aplicación diaria duró de 30 a 45 minutos y siempre se aplicaron los mismos veinte ensayos en cada una de las tareas.

Este proyecto se llevó a cabo en Laboratorio de Psicofisiología, de la Facultad de Psicología de la UANL, con la colaboración de tres estudiantes voluntarios.



**Figura 2.** Torre de Londres. Esta tarea consiste en la presentación de la torre con una distribución específica de los discos (A) y una lámina con la imagen de la torre con una distribución distinta de los discos (B). Lo que los participantes deben hacer es trasladar los discos de uno en uno desde su posición inicial hacia su posición objetivo en la menor cantidad de movimientos posible. La tarea cuenta con 20 ensayos diferentes, tres con ocho movimientos mínimos, siete con nueve movimientos mínimos y 10 con 10 movimientos mínimos. El indicador de la capacidad de planear es la cantidad de movimientos adicionales respecto al mínimo posible.



**Figura 3.** Tarea de laberintos. Esta tarea se compone de una cuadrícula de 11x11 recuadros con algunos de ellos bloqueados (reellenos en tinta negra) y tres pares de figuras geométricas distribuidas en todo el plano. Lo que los participantes deben de hacer es unir cada par de figuras procurando hacer el menor recorrido total posible (suma de las tres rutas). Las condiciones son que una línea no puede cruzar otra ya trazada, no pueden regresarse ni corregir, así como tampoco despegar la pluma del papel hasta que hayan llegado a su destino. La tarea se compone de 20 ensayos, tres de ellos cuentan con tres alternativas de solución, nueve de ellos con cuatro alternativas, seis de ellos con cinco alternativas y dos de ellos con seis alternativas posibles. El indicador de planeación es la cantidad de recorrido adicional respecto al mínimo posible. En la figura se encuentra ejemplificado uno de los 20 ensayos. La letra A corresponde al ensayo sin resolver. La letra B corresponde al ensayo resuelto correctamente con el recorrido total mínimo posible (45 recuadros). La letra C corresponde al mismo ensayo resuelto correctamente, pero con un recorrido total de 53 recuadros, es decir, con un recorrido adicional de ocho recuadros.

## **Análisis de datos**

Los datos se analizaron de dos formas: por el desempeño general y por el desempeño por ensayo. El primero se realizó para analizar la eficiencia de cada tarea al obtener un índice del desempeño de cada aplicación, para luego hacer una comparación entre las cinco aplicaciones. Debido a que los ensayos de ambas tareas tienen diversos niveles de exigencia, fueron analizados de manera específica también, es decir, se compararon uno a uno a lo largo de las 5 aplicaciones.

El desempeño por ensayo es relevante para contrastar con los resultados del desempeño general, porque como se mencionó las tareas tienen varias soluciones posibles, por lo que la exigencia puede variar de un ensayo a otro, aunque se mantienen dentro de un rango. Por esta razón, el desempeño general puede sesgarse al ser calculado con el promedio de otro promedio (promedio de los ensayos por aplicación y luego el promedio de todos los participantes). Así que, con un análisis específico por ensayo se corroboraría el resultado obtenido en el desempeño general de las tareas.

### **Desempeño general**

Se obtuvo el desempeño general de los participantes en cada una de las tareas. Los indicadores de eficiencia de la planeación, latencia de la respuesta, duración de la respuesta y tiempo total se obtuvieron mediante el promedio de los 20 ensayos de cada aplicación. En la tarea de laberintos uno de los ensayos fue eliminado debido a un error de impresión.

Posteriormente se obtuvieron los promedios de todos los participantes por cada aplicación y se compararon las cinco aplicaciones para cada una de las tareas

mediante un ANOVA de medidas repetidas. El valor alfa ( $\alpha$ ) de referencia fue de  $p < 0.05$ . Además, se calculó el tamaño del efecto con la eta cuadrada ( $\eta^2$ ) y se realizó la prueba de esfericidad de Mauchly para conocer si las varianzas eran iguales. Se utilizó el ajuste Greenhouse-Geisser para igualar la varianza de los grupos si la prueba de esfericidad fue significativa. Sin este ajuste no se podrían comparar las medidas repetidas porque es necesario que las varianzas de los datos sean iguales.

En los resultados del ANOVA que fueron significativos se calculó el tamaño del efecto para el ANOVA ( $\eta^2$ ), enseguida se realizó el análisis post hoc Bonferroni, para identificar en cuales de los días ocurrieron las diferencias en el desempeño. Posteriormente, se calculó el tamaño del efecto para comparaciones entre dos grupos con la  $d$  de Cohen.

Para el indicador de solución de problemas de la tarea de laberintos, se calculó el porcentaje de aciertos de cada participante por día, posteriormente se promediaron los resultados de todos los participantes por cada aplicación y luego se compararon las cinco aplicaciones con un ANOVA de medidas repetidas. Igual que en los análisis previos, se calculó el tamaño del efecto para el ANOVA ( $\eta^2$ ), se hizo la prueba de esfericidad (con corrección Greenhouse-Geisser), el análisis post hoc Bonferroni y su cálculo correspondiente del tamaño del efecto ( $d$ ).

#### Desempeño por ensayo

Para este análisis se obtuvo un promedio de todos los participantes para cada uno de los veinte ensayos de cada aplicación, en cada una de las tareas. Se compararon los cuatro indicadores (eficiencia de la planeación y tiempo) de cada uno de los ensayos entre los cinco días mediante un ANOVA de medidas



repetidas para cada uno de los ensayos y un análisis post hoc Bonferroni para aquellos que arrojaron diferencias significativas. Se realizó la prueba de esfericidad de Mauchly y se calculó el tamaño del efecto ( $\eta^2$ ) para cada ANOVA, así como el tamaño del efecto ( $d$ ) en los análisis *post hoc*.

Debido a que cada tarea se compone de 20 ensayos, se llevaron a cabo 20 comparaciones, por lo que se realizó el ajuste de Bonferroni del valor de  $p$  para comparaciones múltiples. La fórmula de ajuste es  $p^* = p/m$ , siendo  $p$  el valor  $\alpha$  de referencia y  $m$  el número de comparaciones por cada indicador. Por lo tanto, la fórmula de ajuste se compone de la siguiente manera, el valor  $\alpha$  de referencia ( $p < 0.05$ ) entre el número de comparaciones (20). Por lo tanto, en ambas tareas el valor máximo de  $\alpha$  considerado como significativo fue  $p < 0.002$ .

## IV. RESULTADOS

### Prueba de Ishihara

Todos los participantes obtuvieron un 100% de eficiencia en la prueba de Ishihara. Lo que significa que ninguno de ellos presentaba dificultades para identificar los colores de la torre de Londres.

### Torre de Londres

#### *Desempeño general*

A continuación, se presentan los datos descriptivos de los cuatro indicadores de la tarea por aplicación (Tabla 2).

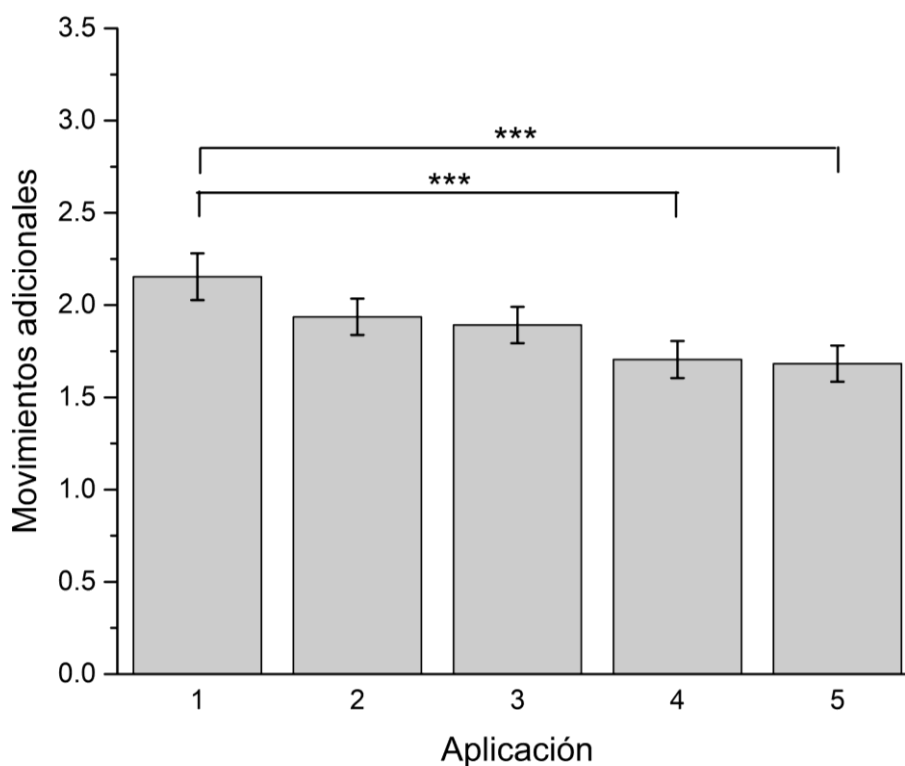
**Tabla 2.** Torre de Londres. Resultados descriptivos por aplicación.

<b>Ap</b>	<b>Movimientos adicionales</b>		<b>Latencia de la respuesta</b>		<b>Duración de la respuesta</b>		<b>Tiempo total</b>	
	<i>prom</i>	<i>s</i>	<i>prom</i>	<i>s</i>	<i>prom</i>	<i>s</i>	<i>prom</i>	<i>s</i>
<b>1°</b>	2.15	0.65	12.52	17.20	31.46	7.77	43.63	21.48
<b>2°</b>	1.93	0.51	9.78	7.80	27.98	6.08	37.72	12.53
<b>3°</b>	1.89	0.51	10.23	8.00	28.73	7.88	38.86	14.61
<b>4°</b>	1.70	0.52	10.39	10.41	27.08	7.08	37.40	15.31
<b>5°</b>	1.68	0.50	8.75	8.83	26.26	4.77	35.10	12.10

*Nota:* Ap= aplicación, prom= promedio, s= desviación estándar

## Eficiencia de la planeación

Los participantes disminuyeron la cantidad de movimientos adicionales durante las últimas dos aplicaciones de la tarea. El análisis de varianza arrojó diferencias significativas con un tamaño del efecto grande en la eficiencia de la respuesta ( $F=8.18$ ,  $p<0.001$ ,  $\eta^2= 0.23$ ). Según el análisis post hoc, durante la primera aplicación los participantes hicieron más movimientos adicionales ( $2.15\pm 0.65$ ), en comparación con la cuarta ( $1.70\pm 0.52$ ,  $t= 4.72$ ,  $d= 0.91$ ,  $p<0.001$ ) y la quinta aplicación ( $1.68\pm 0.50$ ,  $t= 4.96$ ,  $d= 0.95$ ,  $p<0.001$ ), con un tamaño del efecto grande en ambas comparaciones (Figura 4).



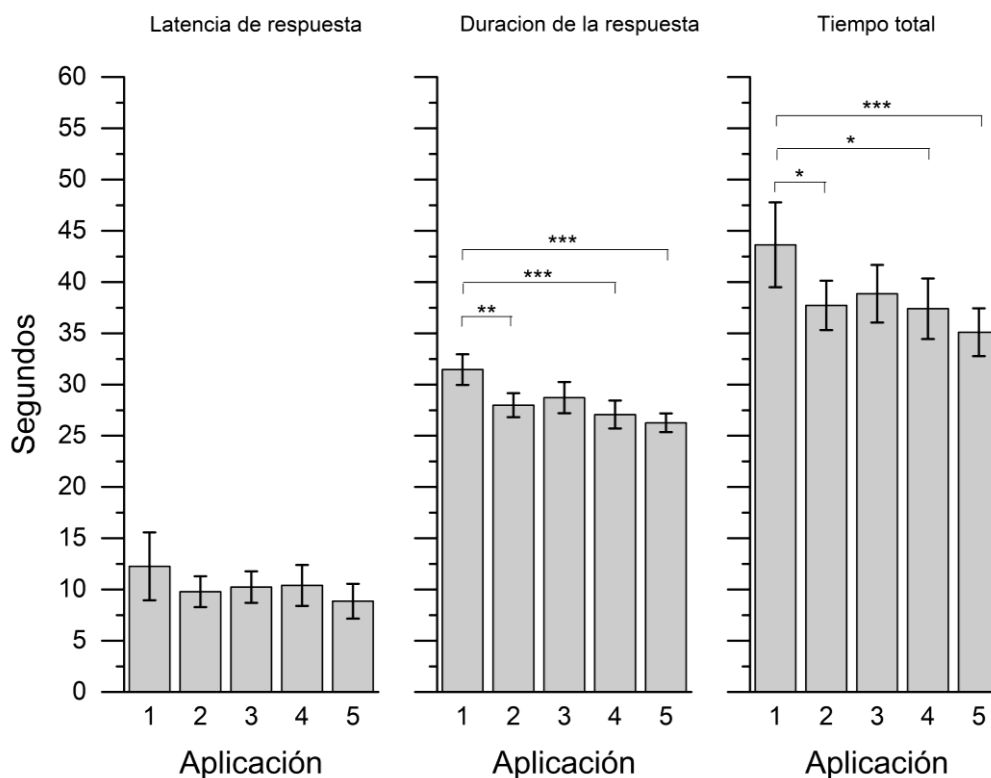
**Figura 4.** Eficiencia de la planeación en la torre de Londres. En la gráfica se observa que durante las últimas dos aplicaciones los participantes mejoraron su eficiencia respecto a la primera aplicación.

*Nota:* \*\*\* $p<0.001$

## Indicadores de tiempo

En cuanto a los indicadores de tiempo se observó que después de que los participantes se familiarizaron con la tarea se volvieron más rápidos para manipular los discos y por consecuencia más rápidos para resolver los ensayos. Con el análisis de varianza se encontraron diferencias significativas en la duración de la respuesta ( $F=8.19$ ,  $p<0.001$ ,  $\eta^2= 0.24$ ) y el tiempo total ( $F=5.34$ ,  $p<0.05$ ,  $\eta^2= 0.17$ ), ambas con un tamaño del efecto grande. Por el contrario, no se encontraron diferencias en la latencia de la respuesta ( $F=1.34$ ,  $p=0.26$ ,  $\eta^2= 0.04$ ).

El análisis post hoc arrojó que los participantes tardaron más en ejecutar su respuesta durante la primera aplicación ( $31.46\pm 7.77$ ), con un tamaño del efecto grande en comparación con la segunda ( $27.98\pm 6.08$ ,  $t= 3.52$ ,  $d= 0.67$ ,  $p<0.01$ ), cuarta ( $27.08\pm 7.08$ ,  $t= 4.44$ ,  $d= 0.85$ ,  $p<0.001$ ) y quinta aplicación ( $26.26\pm 4.77$ ,  $t= 5.27$ ,  $d= 1.01$ ,  $p<0.001$ ). También se encontró que el tiempo total fue mayor durante la primera aplicación ( $43.63\pm 21.48$ ), con un tamaño del efecto grande en comparación con la segunda ( $37.72\pm 12.53$ ,  $t= 3.06$ ,  $d= 0.58$ ,  $p<0.05$ ), cuarta ( $37.40\pm 15.31$ ,  $t= 3.23$ ,  $d= 0.62$ ,  $p<0.05$ ) y quinta aplicación ( $35.10\pm 12.10$ ,  $t= 4.42$ ,  $d= 0.85$ ,  $p<0.001$ ) (Figura 5).



**Figura 5.** Indicadores de tiempo de la torre de Londres. En la gráfica se observa que la duración de la ejecución de la respuesta y el tiempo total disminuyeron en la segunda, cuarta y quinta aplicación respecto a la primera.

*Nota:* \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.001$

Estos resultados del desempeño general sugieren que la planeación depende de que los estímulos sean novedosos, ya que a medida que los participantes se expusieron a los mismos problemas mejoraron la eficiencia de su respuesta porque hicieron menos movimientos adicionales. Además, los participantes también fueron más rápidos para responder en las últimas aplicaciones.

#### *Desempeño por ensayo*

Los participantes solamente disminuyeron la duración de la respuesta y el tiempo total en uno de los 20 ensayos que componen la tarea. Con el análisis de varianza se encontraron diferencias significativas para el ensayo F06 en la duración de la

respuesta ( $F= 8.11$ ,  $p<0.001$ ,  $\eta^2=0.23$ ) y el tiempo total ( $F=13.1$ ,  $p<0.001$ ,  $\eta^2=0.32$ ) con un tamaño del efecto grande en ambos indicadores (Tabla 3).

**Tabla 3.** Torre de Londres. ANOVA de medidas repetidas para todos los indicadores

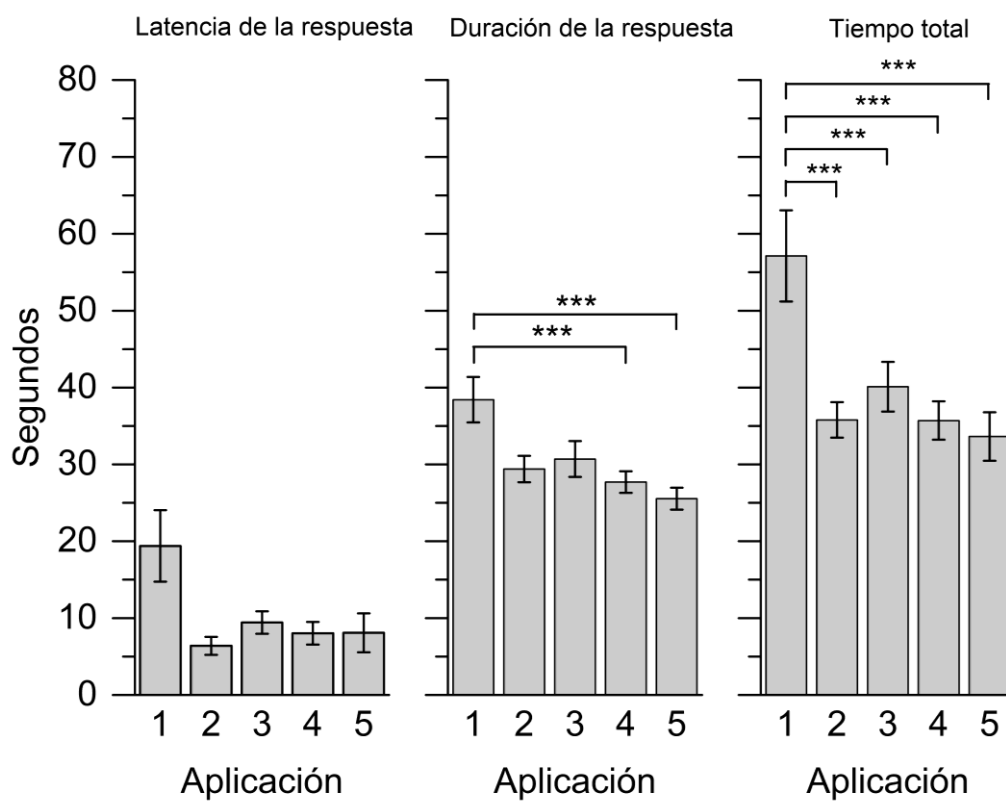
Ensayo	Movimientos adicionales		Latencia de la respuesta		Duración de la respuesta		Tiempo total	
	F	$\eta^2$	F	$\eta^2$	F	$\eta^2$	F	$\eta^2$
E03	2.51	0.08	0.64	0.02	2.26	0.08	1.54	0.05
E04	1.35	0.05	1.39	0.06	0.65	0.02	0.19	0.00
E05	4.67	0.16	0.31	0.01	4.98	0.17	3.86	0.14
F06	1.34	0.04	6.40	0.19	<b>8.11***</b>	<b>0.23</b>	<b>13.11***</b>	<b>0.32</b>
F07	1.35	0.05	2.32	0.08	2.78	0.10	4.38	0.15
F08	1.32	0.04	0.41	0.01	1.80	0.06	0.41	0.01
F09	1.34	0.05	1.15	0.04	1.15	0.04	1.09	0.04
F10	3.59	0.12	1.15	0.04	1.15	0.04	5.70	0.18
F11	1.22	0.06	3.11	0.14	2.63	0.12	2.23	0.11
F12	1.93	0.07	1.81	0.06	1.71	0.06	3.74	0.13
F13	1.19	0.04	0.75	0.02	2.08	0.07	1.27	0.04
F14	1.20	0.05	0.52	0.02	0.50	0.02	0.21	0.01
F15	2.07	0.07	0.48	0.01	0.30	0.01	0.47	0.01
G01	1.58	0.07	0.36	0.01	1.84	0.08	1.30	0.06
G02	1.35	0.04	1.75	0.06	0.55	0.02	2.03	0.07
G03	2.17	0.08	0.43	0.01	5.87	0.19	3.39	0.12
G04	3.37	0.12	1.21	0.04	3.40	0.12	2.61	0.09
G05	1.05	0.04	1.68	0.06	0.76	0.03	1.11	0.04
G06	1.04	0.04	3.11	0.11	3.09	0.11	6.31	0.21
G07	1.39	0.05	0.83	0.03	1.50	0.05	0.70	0.02

Nota:  $n$ = número de casos,  $F$ = análisis Friedman,  $\eta^2$ = tamaño del efecto,

\*\*\* $p<0.001$ .

El análisis post hoc mostró que la duración de la respuesta del ensayo F06 disminuyó de la primera aplicación ( $38.42\pm 15.59$  s) a la cuarta ( $27.68\pm 7.45$ ,  $t= 4.40$ ,  $p<0.001$ ,  $d= 0.83$ ) y quinta aplicación ( $25.53\pm 7.57$ ,  $t= 5.28$ ,  $p<0.001$ ,  $d= 0.99$ ) con un tamaño del efecto grande en ambas comparaciones (Figura 6).

En cuanto al tiempo total, los participantes tardaron más en resolver el ensayo F06 durante la primera aplicación ( $57.11 \pm 3.39$ ) en comparación con el resto de las aplicaciones (segunda=  $35.78 \pm 31.39$ ,  $t=5.66$ ,  $p<0.001$ ,  $d=1.07$ ; tercera=  $40.11 \pm 17.06$ ,  $t= 4.53$ ,  $p<0.001$ ,  $d= 0.85$ ; cuarta=  $35.70 \pm 13.25$ ,  $t= 5.70$ ,  $p<0.001$ ,  $d= 1.07$ ; quinta=  $33.61 \pm 16.73$ ,  $t= 6.26$ ,  $p<0.001$ ,  $d= 1.18$ ), con un tamaño del efecto grande en todas las comparaciones (Figura 6).



**Figura 6.** Indicadores de tiempo del ensayo F06 de la torre de Londres. En la gráfica se observa una disminución de la duración de la respuesta en las últimas dos aplicaciones mientras que el tiempo total disminuyó desde la segunda aplicación.

Nota: \*\*\* $p<0.001$ .

En resumen, los resultados del desempeño por ensayo sugieren que la planeación no depende de la novedad de los estímulos, lo opuesto a lo que se encontró en el desempeño general. Esto es porque en el análisis no se observó la disminución de movimientos adicionales en ninguno de los ensayos de manera aislada, por lo que los participantes no mejoraron su respuesta a pesar de que resolvieron cinco veces los mismos ensayos. En cuanto a los indicadores de tiempo, solo se observó un aumento de velocidad en uno de los 20 ensayos. Además, es probable que las diferencias en los indicadores de tiempo del ensayo F06 sean las que generen las diferencias significativas que se obtuvieron en el desempeño general.

### Tarea de Laberintos

#### *Desempeño general*

A continuación, se presentan los datos descriptivos de los cuatro indicadores de la tarea por cada aplicación (Tabla 4).

**Tabla 4.** Tarea de laberintos. Resultados descriptivos por aplicación

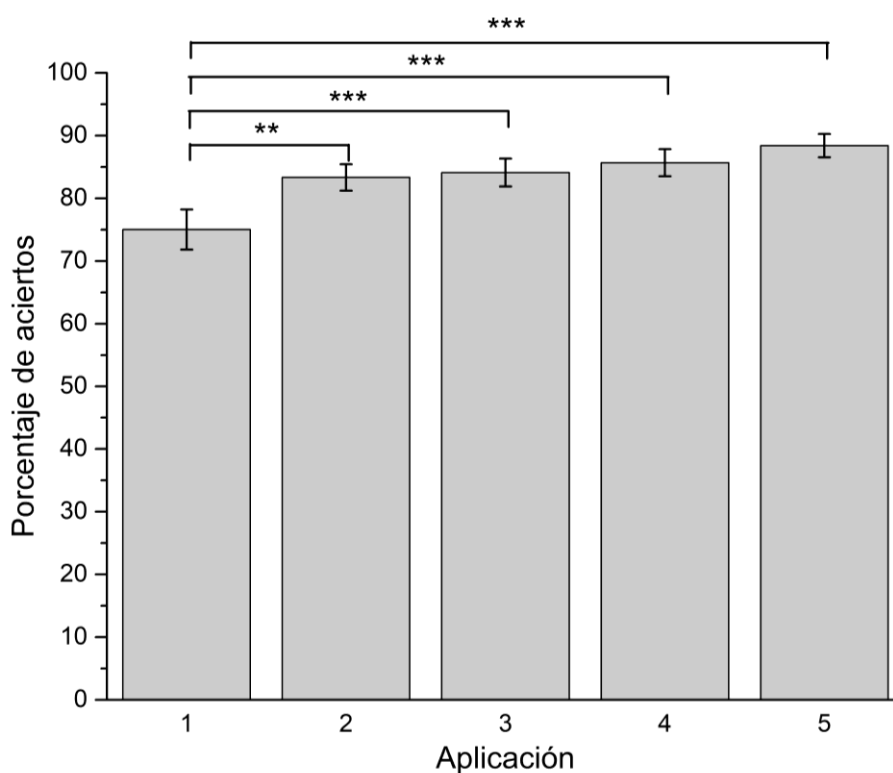
Ap	Solución de problemas	Recorrido adicional		Latencia de respuesta		Duración de la respuesta		Tiempo total de ejecución	
	% aciertos	prom	s	prom	s	prom	s	prom	s
1°	75.02	4.72	1.43	26.03	25.36	35.17	25.36	61.11	26.19
2°	83.32	4.82	1.16	26.52	22.31	35.27	22.31	61.56	22.69
3°	84.10	4.33	1.20	27.48	21.27	31.01	21.27	58.32	19.85
4°	85.67	3.97	1.01	22.95	20.75	27.98	20.75	50.88	19.70
5°	88.39	4.29	0.78	23.03	19.76	26.49	19.76	49.54	19.09

*Nota:* Ap= aplicación, prom= promedio, s= desviación estándar



### Solución de problemas

Se encontraron diferencias significativas en el porcentaje de aciertos, con un tamaño del efecto grande ( $F= 9.59$ ,  $p<0.001$ ,  $\eta^2= 0.28$ ). En la primera aplicación los participantes tuvieron menor porcentaje de aciertos ( $75.02\pm 16.95\%$ ) respecto al resto de las aplicaciones, con un tamaño del efecto moderado en comparación con la segunda ( $83.32\pm 11.20\%$ ,  $t= -3.79$ ,  $p<0.01$ ,  $d= -0.71$ ) y tercera aplicación ( $84.10\pm 11.78\%$ ,  $t= -4.15$ ,  $p<0.001$ ,  $d= -0.78$ ), y con un tamaño del efecto grande en comparación con la cuarta ( $85.67\pm 11.43\%$ ,  $t= -4.86$ ,  $p<0.001$ ,  $d= -0.92$ ) y la quinta aplicación ( $88.39\pm 9.81\%$ ,  $t= -6.11$ ,  $p<0.001$ ,  $d= -1.15$ ) (Figura 7).



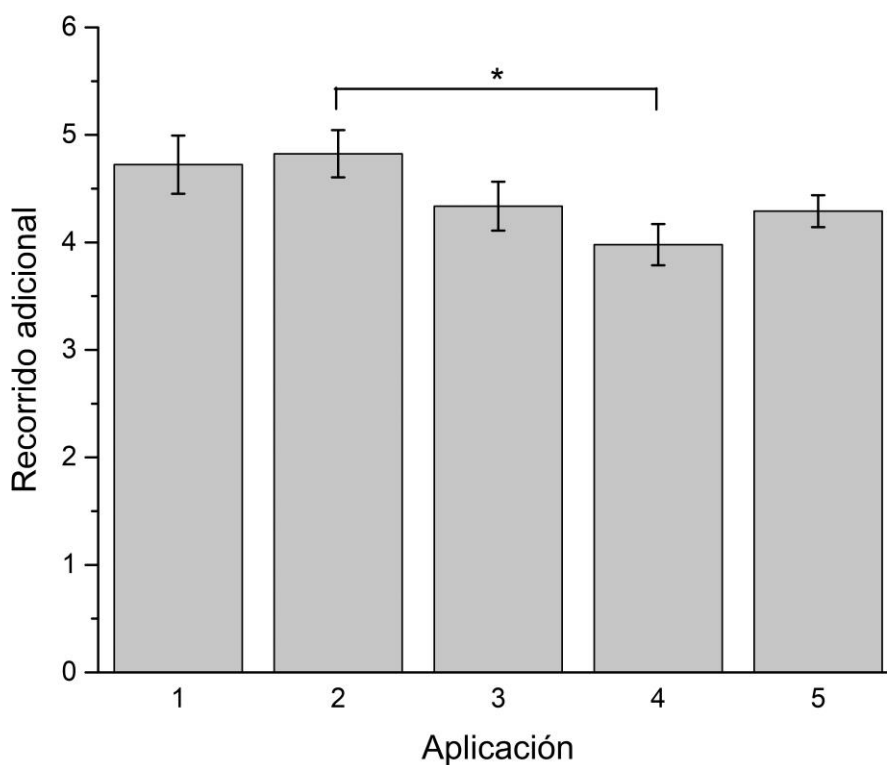
**Figura 7.** Solución de problemas en la tarea de laberintos. En la gráfica se observa que a partir de la segunda aplicación aumentó el porcentaje de aciertos.

Nota: \*\* $p<0.01$ , \*\*\* $p<0.001$

Los participantes aumentaron su porcentaje de aciertos a partir de la segunda aplicación y dicha respuesta se mantuvo estable hasta la quinta aplicación, lo que significa que mejoraron su habilidad de solución de problemas al completar más laberintos después de familiarizarse con los ensayos. Esto sugiere que ocurrió un efecto de práctica en la tarea de laberintos.

#### Eficiencia de la planeación

Por otra parte, los participantes disminuyeron su recorrido adicional de la segunda a la cuarta aplicación. El análisis de varianza arrojó diferencias significativas con un tamaño del efecto moderado en la eficiencia de la planeación ( $F= 3.36$ ,  $p<0.05$ ,  $\eta^2= 0.11$ ). Con el análisis post hoc se observó que durante la segunda aplicación ( $4.82\pm 1.16$ ) los participantes recorrieron mayor distancia al resolver los ensayos que durante la cuarta aplicación ( $3.97\pm 1.01$ ), con un tamaño del efecto moderado ( $t= 3.18$ ,  $d= 0.60$ ,  $p<0.05$ ) (Figura 7).



**Figura 8.** Eficiencia de la planeación en la tarea de laberintos. En esta gráfica se observa que solo hubo diferencias significativas entre la segunda y la cuarta aplicación, siendo esta última la de mayor eficiencia.

*Nota:* \* $p < 0.05$

Aunque la diferencia ocurre entre la segunda y la cuarta aplicación, durante la primera, tercera y quinta aplicación no ocurrieron cambios que denoten un patrón de disminución en función del aumento de repeticiones.

#### Indicadores de tiempo

A partir de la cuarta aplicación los participantes fueron más rápidos para realizar los trazos de las rutas y también fueron más rápidos para resolver los ensayos. El análisis de varianza arrojó diferencias significativas en la duración de la respuesta

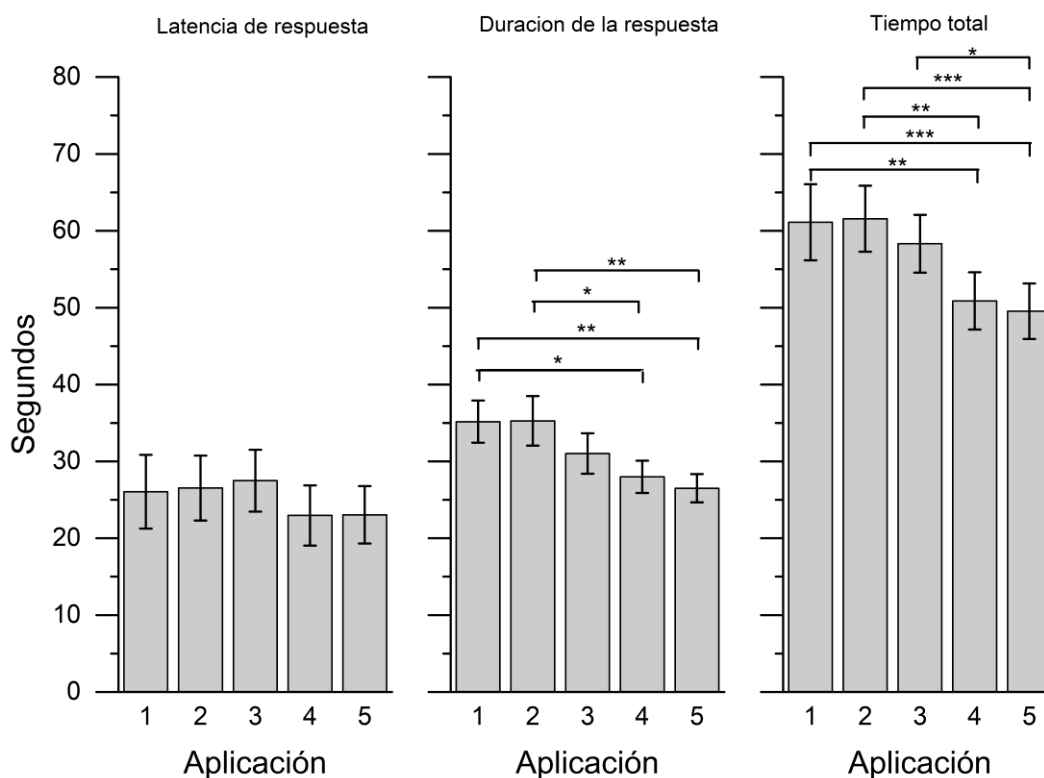
( $F=5.73$ ,  $p<0.01$ ,  $\eta^2= 0.17$ ) y en el tiempo total ( $F= 8.30$ ,  $p<0.001$ ,  $\eta^2= 0.23$ ) con un tamaño del efecto grande en ambos indicadores.

En cuanto a la duración de la respuesta, el análisis post hoc arrojó que los participantes tardaron más en ejecutar su respuesta durante la primera aplicación ( $35.17\pm 25.36$ ), con un tamaño del efecto moderado en comparación con la cuarta ( $27.98\pm 20.75$ ,  $t= 3.02$ ,  $d= 0.57$ ,  $p<0.05$ ) y quinta aplicación ( $26.49\pm 19.76$ ,  $t= 3.64$ ,  $d= 0.69$ ,  $p<0.01$ ). Así como también, tardaron más en ejecutar su respuesta durante la segunda aplicación ( $35.27\pm 22.31$ ) con un tamaño del efecto moderado en comparación con la cuarta ( $27.98\pm 20.75$ ,  $t= 3.06$ ,  $d= 0.57$ ,  $p<0.05$ ) y quinta aplicación ( $26.49\pm 19.76$ ,  $t= 3.69$ ,  $d= 0.69$ ,  $p<0.01$ ) (Figura 9).

En cuanto al tiempo total de ejecución, los participantes tardaron más en resolver los ensayos durante la primera aplicación ( $61.11\pm 26.19$ ), con un tamaño del efecto moderado en comparación con la cuarta ( $50.88\pm 19.70$ ,  $t= 3.65$ ,  $d= 0.69$ ,  $p<0.01$ ) y quinta aplicación ( $49.54\pm 19.09$ ,  $t= 4.13$ ,  $d= 0.78$ ,  $p<0.001$ ) (Figura 9).

Además, tardaron más en resolver los ensayos durante la segunda aplicación ( $61.56\pm 22.69$ ) con un tamaño del efecto moderado en comparación con la cuarta aplicación ( $50.88\pm 19.70$ ,  $t= 3.81$ ,  $d= 0.72$ ,  $p<0.01$ ) y un tamaño del efecto grande en comparación con la quinta aplicación ( $49.54\pm 19.09$ ,  $t= 4.29$ ,  $d= 0.81$ ,  $p<0.001$ ).

Finalmente, los participantes tardaron más en resolver los ensayos durante la tercera aplicación ( $58.32\pm 19.85$ ) en comparación con la quinta aplicación, con un tamaño del efecto moderado ( $49.54\pm 19.09$ ,  $t= 3.13$ ,  $d= 0.59$ ,  $p<0.05$ ) (Figura 9).



**Figura 9.** Indicadores de tiempo de la tarea de laberintos. En esta gráfica se observa que tanto la duración de la respuesta como el tiempo total disminuyeron en las últimas dos aplicaciones.

*Nota:* \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.001$

En resumen, estos resultados del desempeño general no sugieren dependencia de la planeación a la novedad de los estímulos, ya que la poca diferencia que hubo entre la segunda y la cuarta aplicación no es suficiente argumento para decir que mejoró la eficiencia a medida que aumentaban las exposiciones a los mismos ensayos. En cambio, es importante destacar que después de que los participantes se familiarizaron con la tarea aumentaron su porcentaje de aciertos, lo que indica que solucionaron más problemas. Por lo tanto, se observa un efecto de práctica en la tarea pero no en la eficiencia de la planeación.

### Desempeño por ensayo

No ocurrieron cambios en ninguno de los 20 ensayos. El análisis de varianza no arrojó diferencias en ninguno de los indicadores de la tarea de laberintos (Tabla 4).

**Tabla 5.** Tarea de Laberintos. ANOVA de medidas repetidas por ensayo

Ensayo	Recorrido adicional		Latencia de la respuesta		Duración de la respuesta		Tiempo total	
	F	$\eta^2$	F	$\eta^2$	F	$\eta^2$	F	$\eta^2$
04	2.47	0.12	0.52	0.02	0.81	0.03	0.58	0.02
05	1.82	0.12	1.14	0.04	3.21	0.11	3.16	0.11
06	3.47	0.36	0.32	0.01	2.91	0.10	1.72	0.07
08	1.25	0.05	0.50	0.01	0.16	0.00	0.57	0.02
11	1.15	0.10	1.53	0.06	0.67	0.02	0.67	0.02
14	-	-	-	-	-	-	-	-
17	1.97	0.10	1.22	0.04	1.31	0.04	2.41	0.08
19	1.29	0.06	3.17	0.11	3.83	0.13	6.36	0.21
22	0.38	0.02	1.44	0.05	1.23	0.04	2.15	0.07
26	1.18	0.09	0.53	0.02	2.47	0.08	2.36	0.08
31	0.60	0.03	1.21	0.04	0.80	0.02	1.50	0.05
34	0.24	0.02	2.63	0.08	1.45	0.05	3.85	0.12
35	0.47	0.02	3.22	0.11	2.34	0.08	2.30	0.07
37	0.63	0.08	0.28	0.01	1.47	0.05	1.21	0.04
38	1.92	0.24	1.82	0.06	1.14	0.04	0.74	0.03
40	0.38	0.03	2.55	0.09	2.36	0.08	4.11	0.13
41	1.00	0.12	0.19	0.00	1.21	0.04	1.35	0.05
42	1.39	0.13	0.67	0.02	2.40	0.08	2.06	0.07
45	1.76	0.15	0.84	0.03	2.30	0.08	1.64	0.05
47	0.39	0.03	0.81	0.03	1.56	0.05	2.18	0.08

*Nota: n= número de casos, F= análisis Friedman,  $\eta^2$ = tamaño del efecto*

Los resultados del análisis por ensayo corroboran el resultado del desempeño general, ya que no se observó un aumento de la eficiencia de la planeación en ninguno de los ensayos que componen la tarea. Esto muestra, una vez más, que la planeación no depende de la novedad de los estímulos porque no se observaron mejoras después de varias exposiciones a los mismos ensayos. Del mismo modo, los participantes no se hicieron más veloces para resolverlos.

## IV. DISCUSIÓN

Los resultados indican que la planeación no depende de la novedad de los estímulos, más bien depende de que la situación carezca de estructura. Tal como lo han planteado otros autores que analizan este proceso desde el enfoque neuropsicológico con la teoría de los componentes (Jurado et al, 2007).

De la tarea de laberintos se obtienen indicadores tanto de la capacidad de planear como de la habilidad para solucionar problemas, por lo que permite analizar la diferencia entre las dos variables. Los resultados en esta prueba arrojaron que la solución de problemas cambia en función de la exposición repetida a los mismos estímulos, ya que luego de que los participantes se familiarizaron con la tarea fueron capaces de resolver más problemas y a partir de la segunda aplicación dicha eficiencia se mantuvo estable. Por el contrario, a pesar de resolver cinco veces los mismos problemas no hubo mejoría en la eficiencia de las respuestas.

Lo anterior podría relacionarse con lo planteado sobre las preconcepciones. En el estudio de Smith et al (1993) se observó que mostrarles ejemplos de respuesta a las personas genera una estructura que se interpone con la generación de una nueva respuesta (porque ya se cuenta con una). Otros estudios han encontrado que la privación de sueño genera que los individuos perseveren con las estrategias que les funcionaron en experiencias previas, aunque no sean las más eficientes en el momento presente (Harrison & Horne, 1998; 1999). De modo similar, en el presente estudio se observó que en función de la repetición aumentó la cantidad de aciertos, pero no la eficiencia del plan, lo cual podría deberse a que los participantes ejecutaron una respuesta que previamente les fue útil en lugar de programar otra más eficiente.

En la torre de Londres se observó un incremento en la eficiencia de la planeación al analizar el desempeño general. Sin embargo, en el análisis por ensayo no se obtuvo el mismo resultado, ya que no se observó mejora en función de la exposición repetida a los mismos problemas. Al no coincidir el resultado del desempeño general con el del análisis por ensayo, se interpreta que la planeación no depende de la novedad de los estímulos, mismo resultado que se obtuvo con la tarea de laberintos.

Cabe mencionar que en este estudio los individuos no tenían conocimiento de que en cada aplicación respondían los mismos ensayos, aunque inevitablemente podían recordar aquel laberinto o torre que más se les dificultó resolver o alguno de los ensayos que eran aparentemente más sencillos. Aun así, no realizaron la respuesta más breve posible a pesar de familiarizarse con la tarea.

Estos resultados indican lo opuesto a las propuestas de otros autores que argumentan que para que la planeación entre en acción el individuo se debe enfrentar a estímulos novedosos, porque de lo contrario se familiarizaría y la ejecución mejoraría en ocasiones posteriores debido al efecto de práctica (Saltos et al., 2003; Ardila & Rosselli, 2007). Pero esa práctica sería en la tarea, no en la capacidad de planear. Si la tarea carece de variabilidad de respuestas solo representaría un problema la primera vez que se resuelve, pero luego de esa primera experiencia se generaría una estructura, por lo que la tarea ya no estaría evaluando planeación.

Por lo tanto, para evaluar planeación se requiere una tarea con baja estructura, aleatorizada e impredecible, como las utilizadas en este experimento. Para analizar su grado de dependencia a la novedad se requiere una aplicación



repetida de la misma prueba, como se llevó a cabo en el presente estudio. El cual, demostró que a pesar de responder varias veces los mismos problemas los participantes no mejoraron su capacidad de planear, por lo que la planeación no depende de que los estímulos sean novedosos.

En cuanto a los indicadores de tiempo, se observó que en ninguna de las dos tareas hubo cambios en la latencia de la respuesta. Este indicador se mantuvo estable desde la primera hasta la quinta aplicación en ambas tareas, mismo resultado que se ha encontrado en otros estudios donde aplican la torre de Londres dos veces a las mismas personas (Horne, 1988; Manjunath y Telles, 2001). Esto significa que el procesamiento que ocurre antes de comenzar a responder es estable y no se modifica por la familiarización con la tarea.

Anteriormente, la latencia de la respuesta se ha propuesto como indicador de planeación, ya que se ha planteado que es el momento en el que los individuos analizan, seleccionan y programan las secuencias de movimientos necesarias para alcanzar el objetivo (Horne, 1988; Shallice, 1982). Dicha asociación se ha estudiado mediante resonancia magnética funcional, y se ha observado mayor actividad en todo el cerebro durante la latencia de la respuesta en comparación con la ejecución (Alchihabi et al., 2018).

Además, se han encontrado asociaciones más específicas, como mayor actividad dorsolateral durante la latencia de la respuesta en la torre de Londres y se ha descrito no solo como el momento en el que ocurre la selección y organización de los movimientos, sino también su memorización antes de ejecutar la acción (Rowe et al., 2001). Sin embargo, al tratarse de una medición de tiempo no podríamos asegurar su relación con la eficiencia del plan, ya que no podemos medir lo que

piensa una persona. Más bien, para determinar la eficiencia del plan es necesario analizar la respuesta.

Aun así, es importante destacar que tanto en el indicador de planeación como en el de latencia se encontró lo mismo, ninguno tuvo cambios con el aumento de repeticiones de la tarea. Esto se puede interpretar como que sí existe una relación entre el tiempo transcurrido y la eficiencia del plan. Aunque los datos no son suficientes para hacer tal afirmación.

En cuanto a la duración de la respuesta, en ambas tareas se encontró que en el desempeño general los participantes ejecutaron su respuesta más rápido conforme aumentaron las veces que respondieron la tarea. Por el contrario, en el análisis por ensayo no se observaron cambios. Los resultados del desempeño general coinciden con los obtenidos por Manjunath y Telles (2001), quienes pretendían analizar si la práctica de yoga mejora el desempeño en la torre de Londres. Para esto, aplicaron la tarea a las mismas personas dos veces, pre y post a una semana de práctica diaria de yoga.

Según el criterio de los autores, para contrarrestar el efecto de práctica en la planeación se aplicaron diferentes ensayos en cada registro. Cada registro implicaba la solución de tres ensayos en orden de dificultad ascendente (tres, cuatro y cinco movimientos mínimos). Lo que encontraron fue que para la segunda aplicación los individuos disminuyeron su tiempo de ejecución (aunque eran ensayos diferentes).

Los autores concluyeron que el tiempo disminuyó a causa de la práctica diaria de yoga e interpretaron que fue la consecuencia de un incremento en el estado de alerta. Sin embargo, se aplicaron pocos ensayos para llegar a esa conclusión, ya

que la torre de Londres cuenta con doce ensayos y en este estudio solo se aplicaron tres para cada medición. Es importante destacar que, si la disminución de la duración de la respuesta no fue a causa de la práctica de yoga, entonces podría ser el indicador de un efecto de práctica en la tarea, debido a la familiarización con la misma.

Adicionalmente, cabe mencionar que en ese estudio se consideró que la dificultad de cada ensayo depende de la cantidad mínima de movimientos (a mayor cantidad mínima, mayor dificultad), pero no hay evidencia de que ese es el factor determinante de la dificultad de un ensayo. Se han propuesto otros criterios, por ejemplo, que depende de la cantidad de los pasos previos para cumplir el objetivo (sub-objetivos) (Ward & Allport, 1997) o que depende de la cantidad de alternativas de solución posibles (Boghi, et al., 2006). Por lo tanto, no hay un criterio universal de dificultad en este tipo de tareas.

Sin embargo, la propuesta más argumentada es la que dice que la dificultad de un ensayo depende de la cantidad de soluciones posibles, ya que se ha encontrado que, entre más alternativas de solución, mayor actividad frontoparietal y de la corteza cingulada anterior (Boghi et al., 2006). Aunque, como se mencionó en el capítulo de marco teórico, el hecho de que una tarea tenga múltiples alternativas de solución es uno de los factores que contribuyen a la baja estructura de la situación (Jurado et al., 2007). Entonces esa sería la razón por la que se observa mayor actividad cerebral cuando hay más soluciones posibles, pero no necesariamente determina que tan difícil es un ensayo.

Por otro parte, en otro estudio donde se analizaron los efectos de la privación de sueño en las funciones ejecutivas (Horne, 1988), se contó con un grupo control

que respondió, entre otras tareas, la torre de Londres para evaluar la planeación en dos momentos diferentes (una vez por día, dos días seguidos). Para contrarrestar el efecto de practica en la tarea, se dividió en dos partes, cada una compuesta por seis ensayos distribuidos equitativamente según la cantidad de movimientos mínimos. Lo que se encontró en el grupo control fue que no hubo diferencias en el tiempo de ejecución de la primera a la segunda aplicación. Esto concuerda con los resultados del desempeño por ensayo del presente trabajo.

Es entonces que, el tiempo de ejecución de la respuesta solo disminuyó en el desempeño general pero no en el desempeño por ensayo, por lo que se propone que la disminución que ocurre en cada ensayo es muy ligera y solo se hace evidente al unificar los datos de todos los ensayos y de todos los participantes. Esto sería una consecuencia de la familiarización con los ensayos.

En resumen, con este estudio se demuestra que la eficiencia del plan para resolver un problema no mejora a pesar de enfrentarlo varias veces, por lo que no se puede asumir que para que la planeación opere se requiere que los estímulos sean novedosos. Más bien, para que opere la planeación se requiere enfrentar una situación no estructurada, en la que la persona no tiene una indicación precisa de lo que debe hacer para solucionarlo y tampoco existen en el entorno indicadores que guíen su respuesta. Para esto es indispensable que existan varias alternativas de solución.

### **Implicaciones teóricas y prácticas**

Los resultados de este trabajo tienen una aportación relevante a nivel teórico y práctico. En primer lugar, la discriminación entre la eficiencia de la planeación y la solución de problemas permite observar que la planeación no depende de la

novedad de los estímulos como se ha propuesto (Burgess, 1997; Salthouse et al., 2003; Ardila & Rosselli, 2007). En segundo lugar, el diseño de la tarea de laberintos aporta una nueva forma de medir la planeación, ya que discrimina los dos indicadores mencionados anteriormente, que han quedado difusos en los antecedentes del estudio del fenómeno (Morelli et al., 2021).

A nivel teórico, el hecho de que la planeación no dependa de la novedad de los estímulos abre paso a otros estudios que exploren más características de dicha capacidad. Por ejemplo, se podría analizar si se afecta en función de la hora del día, bajo condiciones de privación de sueño parcial y total, los efectos a corto plazo por consumo de sustancias u otras condiciones como el estrés. Estudios para los cuales se requieren medidas múltiples en periodos breves de tiempo.

A nivel práctico, la aportación de este trabajo es la demostración de que la planeación se puede evaluar con la misma tarea, siempre y cuando se trate de una prueba con validez ecológica, impredecible y aleatorizada (García et al., 2020). Así como contemplar que la variabilidad de opciones de respuesta proporciona una baja estructura a la situación, por lo que se vuelve un problema y se requiere de la planeación para resolverlo (Boghi et al., 2006; Lezak et al., 2012). Esto permitirá la evaluación y reevaluación de la capacidad de planear en periodos cortos de tiempo (días), lo cual favorece al ámbito clínico de evaluación y seguimiento de pacientes durante la intervención neuropsicológica.

## **Conclusión**

La planeación no depende de la novedad de los estímulos sino de la estructura de la situación. La novedad y la estructura de una situación son características independientes, puede haber situaciones nuevas con alta estructura y con baja

estructura, y las situaciones rutinarias pueden perder su estructura por un cambio repentino del entorno que no implique estímulos nuevos.

Estos hallazgos promueven el estudio de la capacidad de planear bajo diversas condiciones que permitirá expandir el conocimiento sobre las características del fenómeno. Así como también proporcionan la posibilidad de mejorar las técnicas de evaluación de la planeación que favorezcan el diagnóstico clínico e intervención neuropsicológica.

## V. REFERENCIAS

- Alchihabi, A., Kivilicim, B. B., Newman, S. D., & Vural, F. T. Y. (2018). A dynamic network representation of fMRI for modeling and analyzing the problem-solving task. *IEEE 15th International Symposium on Biomedical Imaging (ISBI 2018)* (pp. 114-117). <https://doi.org/10.1109/ISBI.2018.8363535>
- Allain, P., Nicoleau, S., Pinon, K., Etcharry-Bouyx, F., Barré, J., Berrut, G., Dubas, F. & Le Gall, D. (2005). Executive functioning in normal aging: A study of action planning using the Zoo Map Test. *Brain and cognition*, 57(1), 4-7.  
<https://doi.org/10.1016/j.bandc.2004.08.011>
- Ardila, A. (2018). *Is intelligence equivalent to executive functions? Psicothema*, 30(2), 159-164. <http://hdl.handle.net/11162/161067>
- Ardila, A., & Ostrosky-Solís, F. (2012). *Diagnóstico del daño cerebral: enfoque neuropsicológico*. Trillas.
- Ardila, A., & Rosselli, M. (2007). *Neuropsicología clínica*. El Manual Moderno.
- Ardila, A., & Surloff, C. (2004). *Dysexecutive syndromes*. Medlink Neurology.
- Asociación médica mundial (2017) Declaración de Helsinki.  
<https://www.wma.net/es/policias-post/declaracion-de-helsinki-de-la-amm-principios-eticos-para-las-investigaciones-medicas-en-seres-humanos/>
- Baker, S. C., Rogers, R. D., Owen, A. M., Frith, C. D., Dolan, R. J., Frackowiak, R. S. J., & Robbins, T. W. (1996). Neural systems engaged by planning: a PET study of the Tower of London task. *Neuropsychologia*, 34(6), 515-526.  
[https://doi.org/10.1016/0028-3932\(95\)00133-6](https://doi.org/10.1016/0028-3932(95)00133-6)

- Basadur, M., Pringle, P., Speranzini, G., & Bacot, M. (2000). Collaborative problem solving through creativity in problem definition: Expanding the pie. *Creativity and Innovation Management*, 9(1), 54-76. <https://doi.org/10.1111/1467-8691.00157>
- Basso, D., Lotze, M., Vitale, L., Ferreri, F., Bisiacchi, P., Olivetti-Belardinelli, M., Maria-Rossini, P. & Birbaumer, N. (2006). The role of prefrontal cortex in visuo-spatial planning: a repetitive TMS study. *Experimental brain research*, 171(3), 411-415. <https://doi.org/10.1007/s00221-006-0457-z>
- Berman, K. F., Ostrem, J. L., Randolph, C., Gold, J., Goldberg, T., Coppola, R., Carson, R., Herscovitch, P. & Weinberger, D. R. (1995). Physiological activation of a cortical network during performance of the Wisconsin Card Sorting Test: a positron emission tomography study. *Neuropsychologia*, 33(8), 1027-1046. [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(95\)00035-2](https://doi.org/10.1016/0028-3932(95)00035-2)
- Burgess, P. W. (2004). Theory and methodology in executive function research. In P. Rabbitt (Ed.) *Methodology of frontal executive function* (pp. 81–116). Psychology Press. (Original work published in 1997)
- Cazalis, F., Feydy, A., Valabrègue, R., Pélégriani-Issac, M., Pierot, L., & Azouvi, P. (2006). fMRI study of problem-solving after severe traumatic brain injury. *Brain Injury*, 20(10), 1019-1028. <https://doi.org/10.1080/02699050600664384>
- Correa, A., Alguacil, S., Ciria, L. F., Jiménez, A., & Ruz, M. (2020). Circadian rhythms and decision-making: a review and new evidence from electroencephalography. *Chronobiology international*, 37(4), 520-541. <https://doi.org/10.1080/07420528.2020.1715421>



Cristofori, I., Cohen-Zimmerman, S., & Grafman, J. (2019). Executive functions.

*Handbook of clinical neurology*, 163, 197-219. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804281-6.00011-2>

Damasio, A. R. (1996). The somatic marker hypothesis and the possible functions of the prefrontal cortex. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 351(1346), 1413-1420.

<https://doi.org/10.1098/rstb.1996.0125>

Damasio, A. R., & Damasio, H. (1983). The anatomic basis of pure alexia. *Neurology*, 33(12), 1573-1573. <https://doi.org/10.1212/WNL.33.12.1573>

Damasio, H., Grabowski, T. J., Tranel, D., Ponto, L. L., Hichwa, R. D., & Damasio, A. R. (2001). Neural correlates of naming actions and of naming spatial relations.

*NeuroImage*, 13(6), 1053-1064. <https://doi.org/10.1006/nimg.2001.0775>

De Frias, C. M., Dixon, R. A., & Strauss, E. (2006). Structure of four executive functioning tests in healthy older adults. *Neuropsychology*, 20(2), 206.

<https://doi.org/10.1037/0894-4105.20.2.206>

Duncan, J. (2010). The multiple-demand (MD) system of the primate brain: mental programs for intelligent behavior. *Trends in cognitive sciences*, 14(4), 172-179.

<https://doi.org/10.1016/j.tics.2010.01.004>

Duncan, J., & Owen, A. M. (2000). Common regions of the human frontal lobe recruited by diverse cognitive demands. *Trends in neurosciences*, 23(10), 475-

483. [https://doi.org/10.1016/S0166-2236\(00\)01633-7](https://doi.org/10.1016/S0166-2236(00)01633-7)

- Duncan, J., Emslie, H., Williams, P., Johnson, R., & Freer, C. (1996). Intelligence and the frontal lobe: The organization of goal-directed behavior. *Cognitive psychology*, 30(3), 257-303. <https://doi.org/10.1006/cogp.1996.0008>
- Duncan, J., Seitz, R. J., Kolodny, J., Bor, D., Herzog, H., Ahmed, A., Newell, F. & Emslie, H. (2000). A neural basis for general intelligence. *Science*, 289(5478), 457-460. <https://doi.org/10.1126/science.289.5478.457>
- Elliot, R. (2003). Executive functions and their disorders. *British Medical Bulletin*, 65, 49–59 <https://doi.org/10.1093/bmb/65.1.49>
- Eysenck, M. & Keane, M. (2013). *Cognitive Psychology 6e: A Student's Handbook*. Psychology Press.
- Fiske, A., & Holmboe, K. (2019). Neural substrates of early executive function development. *Developmental Review*, 52, 42-62. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2019.100866>
- Friedman, N. P., Miyake, A., Corley, R. P., Young, S. E., DeFries, J. C., & Hewitt, J. K. (2006). Not all executive functions are related to intelligence. *Psychological science*, 17(2), 172-179. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2006.01681.x>
- Friedman, N. P., & Miyake, A. (2017). Unity and diversity of executive functions: Individual differences as a window on cognitive structure. *Cortex*, 86, 186-204. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2016.04.023>
- Friedman, N. P., & Robbins, T. W. (2021). The role of prefrontal cortex in cognitive control and executive function. *Neuropsychopharmacology*, 47(1), 72-89. <https://doi.org/10.1038/s41386-021-01132-0>

- Fuster, J. M. (1991). The prefrontal cortex and its relation to behavior. *Progress in brain research*, 87, 201-211. [https://doi.org/10.1016/S0079-6123\(08\)63053-8](https://doi.org/10.1016/S0079-6123(08)63053-8)
- Fuster, J. M. (1993). Frontal lobes. *Current opinion in neurobiology*, 3(2), 160-165. [https://doi.org/10.1016/0959-4388\(93\)90204-C](https://doi.org/10.1016/0959-4388(93)90204-C)
- Fuster, J. M. (2002). Physiology of executive functions: The perception-action cycle. In D. T. Stuss & R. T. Knight (Eds.), *Principles of frontal lobe function* (pp. 96–108). Oxford University Press <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195134971.003.0006>
- García García, M. A. (2010). *Ritmos circadianos en los componentes de las funciones ejecutivas* [Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Nuevo León].
- García, A., Del Ángel, J., Borrani, J., Ramírez, C., & Valdez, P. (2021). Sleep deprivation effects on basic cognitive processes: which components of attention, working memory, and executive functions are more susceptible to the lack of sleep? *Sleep Science*, 14(2), 107. <https://doi.org/10.5935/1984-0063.20200049>
- García, A., Ramírez, C., & Valdez, P. (2016). Circadian variations in self-monitoring, a component of executive functions. *Biological Rhythm Research*, 47(1), 7-23. <https://doi.org/10.1080/09291016.2015.1075722>
- García, A., Valdez, P., & Ramírez, C. (2012). Cambios durante el día en la capacidad del ser humano para resolver problemas. *Ciencia UANL*, 15(58), 41-50. <http://eprints.uanl.mx/id/eprint/2504>
- García-Molina, A. (2012). Phineas Gage y el enigma del córtex prefrontal. *Neurología*, 27(6), 370-375. <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2010.07.015>

- Georgiou, G. K., Li, J., & Das, J. P. (2017). Tower of London: What level of planning does it measure? *Psychological Studies*, 62(3), 261-267.  
<https://doi.org/10.1007/s12646-017-0416-8>
- Godefroy, O. (2003). Frontal syndrome and disorders of executive functions. *Journal of Neurology*, 250,1–6. <https://doi.org/10.1007/s00415-003-0918-2>
- Godefroy, O., Cabaret, M., Petit-Chenal, V., Pruvo, J. P., & Rousseaux, M. (1999). Control functions of the frontal lobes. Modularity of the central-supervisory system? *Cortex*, 35(1), 1-20. [https://doi.org/10.1016/S0010-9452\(08\)70782-2](https://doi.org/10.1016/S0010-9452(08)70782-2)
- Goel, V., & Grafman, J. (1995). Are the frontal lobes implicated in “planning” functions? Interpreting data from the Tower of Hanoi. *Neuropsychologia*, 33(5), 623-642. [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(95\)90866-P](https://doi.org/10.1016/0028-3932(95)90866-P)
- Golstein, E. B. (2018). *Cognitive Psychology: Connecting mind, research, and everyday experience*. Cengage Learning, Inc.
- Gow, L., & Ward, J. (1982). The Porteus Maze Test in the measurement of reflection/impulsivity. *Perceptual and Motor Skills*, 54(3 Pt 2), 1043-1052.  
<https://doi.org/10.2466/pms.1982.54.3c.1043>
- Harrison, Y., & Horne, J. (1998). Sleep loss impairs short and novel language tasks having a prefrontal focus. *Journal of sleep research*, 7(2), 95-100.  
<https://doi.org/10.1046/j.1365-2869.1998.00104.x>
- Harrison, Y., & Horne, J. A. (1999). One night of sleep loss impairs innovative thinking and flexible decision making. *Organizational behavior and human decision processes*, 78(2), 128-145. <https://doi.org/10.1006/obhd.1999.2827>

- Hedden, T., & Gabrieli, J. D. (2010). Shared and selective neural correlates of inhibition, facilitation, and shifting processes during executive control. *NeuroImage*, 51(1), 421-431. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.01.089>
- Horne, J. A. (1988). Sleep loss and “divergent” thinking ability. *Sleep*, 11(6), 528-536. <https://doi.org/10.1093/sleep/11.6.528>
- Hughes, C., & Graham, A. (2002). Measuring executive functions in childhood: Problems and solutions? *Child and adolescent mental health*, 7(3), 131-142. <https://doi.org/10.1111/1475-3588.00024>
- Humes, G. E., Welsh, M. C., Retzlaff, P., & Cookson, N. (1997). Towers of Hanoi and London: Reliability and validity of two executive function tasks. *Assessment*, 4(3), 249-257. <https://doi.org/10.1177/107319119700400305>
- Jahanshahi, M., Dirnberger, G., Fuller, R., & Frith, C. D. (2000). The role of the dorsolateral prefrontal cortex in random number generation: a study with positron emission tomography. *NeuroImage*, 12(6), 713-725. <https://doi.org/10.1006/nimg.2000.0647>
- Johns, M. W. (1991). A new method for measuring daytime sleepiness: the Epworth sleepiness scale. *Sleep*, 14(6), 540-545. <https://doi.org/10.1093/sleep/14.6.540>
- Jones, K., & Harrison, Y. (2001). Frontal lobe function, sleep loss and fragmented sleep. *Sleep Medicine Reviews*, 5(6), 463-475. <https://doi.org/10.1053/smr.2001.0203>
- Jurado, M. B., & Rosselli, M. (2007). The elusive nature of executive functions: A review of our current understanding. *Neuropsychology review*, 17(3), 213-233. <https://doi.org/10.1007/s11065-007-9040-z>

- Karr, J. E., Areshenkoff, C. N., Rast, P., Hofer, S. M., Iverson, G. L. & Garcia-Barrera, M. A. (2018). The unity and diversity of executive functions: A systematic review and re-analysis of latent variable studies. *Psychological bulletin*, 144(11), 1147. <https://doi.org/10.1037/bul0000160>
- Kimberg, D. Y., D'Esposito, M., & Farah, M. J. (1997). Cognitive functions in the prefrontal cortex—Working memory and executive control. *Current Directions in Psychological Science*, 6(6), 185-192. <https://doi.org/10.1111/1467-8721.ep10772959>
- Kirsch, P., Lis, S., Esslinger, C., Gruppe, H., Danos, P., Broll, J. & Gallhofer, B. (2006). Brain activation during mental maze solving. *Neuropsychobiology*, 54(1), 51-58. <https://doi.org/10.1159/000095742>
- Koechlin, E., Ody, C., & Kouneiher, F. (2003). The architecture of cognitive control in the human prefrontal cortex. *Science*, 302(5648), 1181-1185. <https://doi.org/10.1126/science.1088545>
- Lack, L. C., & Thorn, S. (1992). Sleep disorders: Their prevalence and behavioral treatment. *Behavioral Medicine International Perspectives*, 2, 347-393. Ablex Publishing Corporation. <https://researchnow.flinders.edu.au/en/publications/sleep-disorders-their-prevalence-and-behavioral-treatment>
- Lezak, M. D. (1982). The problem of assessing executive functions. *International journal of Psychology*, 17(1-4), 281-297. <https://doi.org/10.1080/00207598208247445>
- Lezak, M. D., Howieson, D. B., Bigler, E. D., & Tranel, D. (2012). *Neuropsychological assessment*. Oxford University Press.

- Lewin, K. (1942). La teoría del campo y el aprendizaje. En Conferencia ante la Sociedad Nacional para el Estudio de la Educación en los Estados Unidos de América.
- <http://novahia.pbworks.com/f/4+Lewin%5B1%5D.+La+teor%C3%ADa+del+campo+y+el+aprendizaje.pdf>
- López, P. L. (2004). Población muestra y muestreo. *Punto cero*, 9(08), 69-74.
- Luria, A. (2015). *Las funciones corticales superiores del hombre* (C. Pérez, Trad.; 3er edición). Ediciones Coyoacán. (Obra original publicada en 1986).
- Luria, A. R. (1974). *El cerebro en acción*. Fontanella.
- MacLeod, C. M., & MacDonald, P. A. (2000). Interdimensional interference in the Stroop effect: Uncovering the cognitive and neural anatomy of attention. *Trends in cognitive sciences*, 4(10), 383-391. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01530-8](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01530-8)
- Macmillan, M., & Lena, M. (2010). Rehabilitating Phineas Gage. *Neuropsychological rehabilitation*, 20(5), 641-658. <https://doi.org/10.1080/09602011003760527>
- Milner, B., Corkin, S., & Teuber, H. L. (1968). Further analysis of the hippocampal amnesic syndrome: 14-year follow-up study of HM. *Neuropsychologia*, 6(3), 215-234. [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(68\)90021-3](https://doi.org/10.1016/0028-3932(68)90021-3)
- Miyake, A., & Friedman, N. P. (2012). The nature and organization of individual differences in executive functions: Four general conclusions. *Current directions in psychological science*, 21(1), 8-14.
- <https://doi.org/10.1177/0963721411429458>

Miyake, A., Friedman, N., Emerson, M., Witzki, A., Howerter, A., & Wager, T. (2000).

The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive psychology*, 41(1), 49-100. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>

Molina, A., Ustárroz, J., & Rovira, T. (2007). Validez ecológica en la exploración de

las funciones ejecutivas. *Anales de Psicología/Annals of Psychology*, 23(2), 289-299. <https://revistas.um.es/analesps/article/view/22251>

Monchi, O., Petrides, M., Strafella, A. P., Worsley, K. J., & Doyon, J. (2006).

Functional role of the basal ganglia in the planning and execution of actions.

*Annals of Neurology: Official Journal of the American Neurological Association and the Child Neurology Society*, 59(2), 257-264.

<https://doi.org/10.1002/ana.20742>

Monk, T. H., Buysse, D. J., Kennedy, K. S., Potts, J. M., DeGrazia, J. M., & Miewald,

J. M. (2003). Measuring sleep habits without using a diary: the sleep timing

questionnaire. *Sleep*, 26(2), 208-212. <https://doi.org/10.1093/sleep/26.2.208>

Morelli, M., Casagrande, M., & Forte, G. (2021). Decision Making: a Theoretical

Review. *Integrative Psychological and Behavioral Science*, 56, 609-629.

<https://doi.org/10.1007/s12124-021-09669-x>

Norman, D. A., & Shallice, T. (1986). Attention to action. *Consciousness and self-*

*regulation*, 1-18 [https://doi.org/10.1007/978-1-4757-0629-1\\_1](https://doi.org/10.1007/978-1-4757-0629-1_1)

Núñez-Peña, M. I. (2011). Diseños de investigación en psicología.

<http://hdl.handle.net/2445/20322>



- Oosterman, J. M., Wijers, M., & Kessels, R. P. (2013). Planning or something else? Examining neuropsychological predictors of Zoo Map performance. *Applied Neuropsychology: Adult*, 20(2), 103-109  
<https://doi.org/10.1080/09084282.2012.670150>
- Orth, M., Wagnon, C., Neumann-Dunayevska, E., Kaller, C. P., Klöppel, S., Meier, B., Henke, K. & Peter, J. (2022). The left prefrontal cortex determines relevance at encoding and governs episodic memory formation. *Cerebral cortex*, 00, 1-10.  
<https://doi.org/10.1093/cercor/bhac088>
- Pace-Schott, E. F., Hutcherson, C. A., Bemporad, B., Morgan, A., Kumar, A, Hobson, J. A. & Stickgold, R. (2009) Failure to find executive function deficits following one night's total sleep deprivation in university students under naturalistic conditions. *Behavioral Sleep Medicine*, 7(3), 136-63.  
<https://doi.org/10.1080/15402000902976671>
- Packwood, S., Hodgetts, H., & Tremblay, S. (2011). A multiperspective approach to the conceptualization of executive functions. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 33(4), 456-470.  
<http://dx.doi.org/10.1080/13803395.2010.533157>
- Paulesu, E., Goldacre, B., Scifo, P., Cappa, S. F., Gilardi, M. C., Castiglioni, I., Perani, D. & Fazio, F. (1997). Functional heterogeneity of left inferior frontal cortex as revealed by fMRI. *NeuroReport*, 8(8), 2011-2016.  
[https://journals.lww.com/neuroreport/Abstract/1997/05260/Functional\\_heterogeneity\\_of\\_left\\_inferior\\_frontal.42.aspx](https://journals.lww.com/neuroreport/Abstract/1997/05260/Functional_heterogeneity_of_left_inferior_frontal.42.aspx)

- Peña-Casanova, J. (2018). Functional organization of the brain and psychic activity: a view beyond Luria (with Luria). *KnE Life Sciences*, 711-725.  
<https://doi.org/10.18502/kls.v4i8.3329>
- Pérez, E., & Medrano, L. A. (2013). Teorías contemporáneas de la inteligencia: Una revisión crítica de la literatura. *PSIENCIA: Revista Latinoamericana de Ciencia Psicológica*, 5(2), 6. <https://doi.org/10.5872/psiencia/5.2.32>
- Phillips, L. H., Kliegel, M., & Martin, M. (2006). Age and planning tasks: The influence of ecological validity. *The International Journal of Aging and Human Development*, 62(2), 175-184. <https://doi.org/10.2190/EM1W-HAYC-TMLM-WW8X>
- Porteus, S. D. (1950). *The Porteus Maze Test and intelligence*. Pacific Books.
- Rabin, L., Barr, W., & Burton, L. (2005). Assessment practices of clinical neuropsychologists in the United States and Canada: A survey of INS, NAN, and APA Division 40 members. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 20(1), 33-65. <https://doi.org/10.1016/j.acn.2004.02.005>
- Rabin, L., Borgos, M., & Saykin, A. (2008). A survey of neuropsychologists' practices and perspectives regarding the assessment of judgment ability. *Applied Neuropsychology*, 15(4), 264-273. <https://doi.org/10.1080/09084280802325090>
- Ramírez, C., García, A., & Valdez, P. (2012). Identification of circadian rhythms in cognitive inhibition and flexibility using a Stroop task. *Sleep and Biological Rhythms*, 10(2), 136-144. <https://doi.org/10.1111/j.1479-8425.2012.00540.x>

Rowe, J. B., Owen, A. M., Johnsrude, I. S., & Passingham, R. E. (2001). Imaging the mental components of a planning task. *Neuropsychologia*, 39(3), 315-327.

[https://doi.org/10.1016/S0028-3932\(00\)00109-3](https://doi.org/10.1016/S0028-3932(00)00109-3)

Royall, D. R., Lauterbach, E. C., Cummings, J. L., Reeve, A., Rummans, T. A., Kaufer, D. I., LaFrance, W. C. Jr. & Coffey, C. E. (2002). Executive control function: a review of its promise and challenges for clinical research. A report from the Committee on Research of the American Neuropsychiatric Association. *The Journal of neuropsychiatry and clinical neurosciences*, 14(4), 377-405. <https://doi.org/10.1176/jnp.14.4.377>

Rubia, K., Russell, T., Overmeyer, S., Brammer, M. J., Bullmore, E. T., Sharma, T., Simmons, A., Williams, S., Giampietro, V., Andrew, C. & Taylor, E. (2001). Mapping motor inhibition: conjunctive brain activations across different versions of go/no-go and stop tasks. *NeuroImage*, 13(2), 250-261.

<https://doi.org/10.1006/nimg.2000.0685>

Ruiz-Gutiérrez, J., Arias-Sanchez, S. & Martín-Monzón, I. (2020). Neuropsychology of executive functions in patients with focal lesion in the prefrontal cortex: A systematic review. *Brain and Cognition*, 146.

<https://doi.org/10.1016/j.bandc.2020.105633>

Manjunath, N. K., & Telles, S. (2001). Improved performance in the Tower of London test following yoga. *Indian journal of physiology and pharmacology*, 45(3), 351-354. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/sea-106689>

- Salthouse, T. A., Atkinson, T. M., & Berish, D. E. (2003). Executive functioning as a potential mediator of age-related cognitive decline in normal adults. *Journal of experimental psychology: General*, 132(4), 566. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.132.4.566>
- Shallice, T. (1982). Specific impairments of planning. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 298(1089), 199-209. <https://doi.org/10.1098/rstb.1982.0082>
- Shallice, T., & Burgess, P. (1996). The domain of supervisory processes and temporal organization of behavior. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 351(1346), 1405-1412. <https://doi.org/10.1098/rstb.1996.0124>
- Smith, S. M., Ward, T. B., & Schumacher, J. S. (1993). Constraining effects of examples in a creative generation task. *Memory & cognition*, 21(6), 837-845. <https://doi.org/10.3758/BF03202751>
- Sternberg, R. J. (1999). The theory of successful intelligence. *Review of General Psychology*, 3(4), 292-316 <https://doi.org/10.1037/1089-2680.3.4.2>
- Sternberg, R. J. (2003). Teaching for successful intelligence: Principles, practices, and outcomes. *Educational and Child Psychology* <https://psycnet.apa.org/record/2003-06852-001>
- Sternberg, R. J., & Rainbow Project Collaborators. (2006). The Rainbow Project: Enhancing the SAT through assessments of analytical, practical, and creative skills. *Intelligence*, 34(4), 321-350 <https://doi.org/10.1016/j.intell.2006.01.002>

- Strotzer, M. (2009). One century of brain mapping using Brodmann areas. *Clinical Neuroradiology*, 19(3), 179-186. <https://doi.org/10.1007/s00062-009-9002-3>
- Stuss, D. (2011). Functions of the frontal lobes: relation to executive functions. *Journal of the international neuropsychological Society*, 17(5), 759-765. <https://doi.org/10.1017/S1355617711000695>
- Stuss, D., & Alexander, M. (2000). Executive functions and the frontal lobes: a conceptual view. *Psychological research*, 63(3), 289-298. <https://doi.org/10.1007/s004269900007>
- Stuss, D., & Benson, F. (1984). Neuropsychological studies of the frontal lobes. *Psychological bulletin*, 95(1), 3. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.95.1.3>
- Swick, D., Ashley, V., & Turken, U. (2011). Are the neural correlates of stopping and not going identical? Quantitative meta-analysis of two response inhibition tasks. *NeuroImage*, 56(3), 1655-1665. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.02.070>
- Vakil, E., Blachstein, H., & Soroker, N. (2004). Differential effect of right and left basal ganglionic infarctions on procedural learning. *Cognitive and Behavioral Neurology*, 17(2), 62-73. <https://doi.org/10.1097/01.wnn.0000094553.44085.25>
- Valdez, P., Nava, G., Tirado, H., Frías, M., y Corral, V. (2005) Importancia de las funciones ejecutivas en el comportamiento humano: implicaciones en la investigación con niños. En Frías, M. & Verdugo, V. (Eds.), *Niñez, adolescencia y problemas sociales* (pp. 65-81). Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología; Universidad de Sonora.

- Valdez, P., Ramírez, C., & Téllez, A. (1998). Alteraciones del ciclo dormir-vigilia. En Téllez, A. (Ed.), *Trastornos del sueño: diagnóstico y tratamiento* (pp- 193-230). Trillas.
- Verdejo-García, A., & Bechara, A. (2010). Neuropsicología de las funciones ejecutivas. *Psicothema*, 22(2), 227-235.  
<https://reunido.uniovi.es/index.php/PST/article/view/8895>
- Ward G. & Allport, A. (1997). Planning and problem solving using the five-disc Tower of London task. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology: Section A*, 50(1), 49-78. <https://doi.org/10.1080/713755681>
- Welsh, M. (1991). Rule-guided behavior and self-monitoring on the Tower of Hanoi disk-transfer task. *Cognitive Development*, 6(1), 59-76.  
[https://doi.org/10.1016/0885-2014\(91\)90006-Y](https://doi.org/10.1016/0885-2014(91)90006-Y)
- Zabelina, D., Friedman, N., & Andrews-Hanna, J. (2019). Unity and diversity of executive functions in creativity. *Consciousness and cognition*, 68, 47-56.  
<https://doi.org/10.1016/j.concog.2018.12.005>

## ANEXOS

### Anexo 1. Carta de consentimiento informado

Monterrey, N.L a: \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

Por medio de la presente hago constar que estoy enterada de los objetivos que persigue la investigación: **“Efectos de la práctica sobre el componente de planeación de las funciones ejecutivas”**, así como la forma en que se llevará a cabo. Además, manifiesto que participo en este estudio de manera voluntaria y sin compromiso.

El firmar esta carta no establece ningún tipo de obligación, solo significa que estoy enterado (a) y acepto participar voluntariamente en la investigación mencionada.

\_\_\_\_\_

Nombre del colaborador(a)

\_\_\_\_\_

Firma del colaborador(a)

## Anexo 2. Cuestionario de datos generales

**Fecha:** \_\_\_\_\_

**Nombre:** \_\_\_\_\_ **Fecha de nacimiento:** \_\_\_\_\_

**Edad:** \_\_\_\_ años

**Sexo:** Masculino\_\_ Femenino\_\_ **Diestro** \_\_Zurdo \_\_Ambidiestro\_\_ **Estatura:** \_\_\_\_m

**Peso:** \_\_\_\_ kg

**Escolaridad** (coloque los años completos cursados):

Kínder:\_\_\_\_ Primaria:\_\_\_\_ Secundaria:\_\_\_\_ Preparatoria:\_\_\_\_ Profesional:\_\_\_\_

**Escuela:** \_\_\_\_\_ **Semestre:** \_\_\_\_\_

**Grupo:** \_\_\_\_\_

**Turno:** \_\_\_\_\_ **Teléfono casa:** \_\_\_\_\_ **Celular** \_\_\_\_\_

**E-mail:** \_\_\_\_\_

### Horario de clases

Día	Entrada	Salida	Día	Entrada	Salida
Lunes			Jueves		
Martes			Viernes		
Miércoles			Sábado		

**Si actualmente realiza alguna actividad con horario fijo (clases, ejercicio, trabajo, etc.), especifique cual(es), que días de la semana y a qué horas.**

Actividad:		Días:		Horario:	
Actividad:		Días:		Horario:	
Actividad:		Días:		Horario:	



**Antecedentes médicos**

1. ¿Tuvo dificultades para respirar al nacer? Sí: \_\_\_\_ No: \_\_\_\_  
 ¿Por cuánto tiempo? \_\_\_\_\_ minutos
2. ¿Ha tenido enfermedades graves? Sí: \_\_\_\_ No: \_\_\_\_ ¿Cuáles?  
 Enfermedad: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_  
 Enfermedad: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_  
 Enfermedad: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_
3. ¿Ha tenido algún accidente grave? Sí: \_\_\_\_ No: \_\_\_\_ ¿Cuáles?  
 Accidente: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_  
 Accidente: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_  
 Accidente: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_
4. ¿Ha perdido la conciencia (desmayo) por más de 30 minutos? Sí: \_\_\_\_ No: \_\_\_\_  
 Edad: \_\_\_\_\_
5. ¿Ha estado hospitalizado? Sí: \_\_\_\_ No: \_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_  
 ¿Por cuánto tiempo? \_\_\_\_\_  
 Motivo: \_\_\_\_\_
6. ¿Ha tomado medicamentos por un período prolongado (meses)? Sí: \_\_\_\_ No: \_\_\_\_ ¿Cuáles?  
 Edad: \_\_\_\_ Medicamento: \_\_\_\_\_ Número de meses: \_\_\_\_\_  
 Edad: \_\_\_\_ Medicamento: \_\_\_\_\_ Número de meses: \_\_\_\_\_
7. ¿Ha consumido alguna droga? Sí: \_\_\_\_ No: \_\_\_\_ Desde qué edad: \_\_\_\_\_ Las consume  
 actualmente: Sí: \_\_\_\_ No: \_\_\_\_  
 Especifique cuál o cuáles:  
 \_\_\_\_\_
8. ¿Ha tenido o tiene algún trastorno en el desarrollo (déficit de atención, trastorno de  
 aprendizaje)? Sí \_\_\_\_ No \_\_\_\_  
 Edad: \_\_\_\_ Trastorno: \_\_\_\_\_  
 Edad: \_\_\_\_ Trastorno: \_\_\_\_\_

¡Gracias por su colaboración!

### Anexo 3. Cuestionario de hábitos del dormir

(Monk et al., 2003)

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

**Indicaciones:** Conteste cada pregunta cuidadosamente de acuerdo con sus actividades de una semana normal reciente, es decir, que no haya viajado, tomado vacaciones ni haya tenido un problema familiar.

**Medianoche = 12:00AM**

**Mediodía = 12:00 PM**

1. La noche anterior a un día de trabajo o escuela ¿A qué hora se ACUESTA A DORMIR? (cuando ya está en la cama tratando de quedarse dormido).

**ACOSTARSE EN DÍA DE TRABAJO-ESCUELA**

	Horas	Minutos	PM	AM
<b>Generalmente</b>				
<b>Lo más temprano</b>				
<b>Lo más tarde</b>				

2. La noche anterior a un día de descanso (fin de semana) ¿A qué hora se ACUESTA A DORMIR? (cuando ya está en la cama tratando de quedarse dormido).

**ACOSTARSE EN DÍA DE DESCANSO (FIN DE SEMANA)**

	Horas	Minutos	PM	AM
<b>Generalmente</b>				
<b>Lo más temprano</b>				
<b>Lo más tarde</b>				

3. Un día de trabajo o escuela ¿A qué hora se LEVANTA? (cuando ya está fuera de la cama y empieza sus actividades).

**LEVANTARSE EN DÍA DE TRABAJO-ESCUELA**

	Horas	Minutos	PM	AM
<b>Generalmente</b>				
<b>Lo más temprano</b>				
<b>Lo más tarde</b>				

4. Un día de descanso (fin de semana) ¿A qué hora se LEVANTA? (Cuando ya está fuera de la cama y empieza sus actividades).

**LEVANTARSE EN DÍA DE DESCANSO (FIN DE SEMANA)**

	Horas	Minutos	PM	AM
<b>Generalmente</b>				
<b>Lo más temprano</b>				
<b>Lo más tarde</b>				

5. Generalmente cuánto tiempo tarda en quedarse dormido a partir de que empieza a intentarlo:  
\_\_\_\_\_ Minutos.
6. Generalmente cuánto tiempo permanece despierto en la noche cuando se interrumpe su dormir (por ejemplo, para ir al baño): \_\_\_\_\_ Minutos.

7. Marque con una X los días que toma siesta:

Ninguno	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Todos
---------	-------	--------	-----------	--------	---------	--------	---------	-------

8. ¿Generalmente por cuánto tiempo duerme siesta? Horas\_\_\_\_\_ Minutos\_\_\_\_\_

9. ¿Generalmente a qué hora duerme la siesta? \_\_\_\_\_

### Anexo 4. Cuestionario de trastornos del dormir

(Lack, 1992; Valdez et al., 1998)

Lea cuidadosamente los problemas del dormir que se mencionan abajo y señale cuál de ellos presenta actualmente usted. Cuando marque <b>SI</b> , indique enseguida lo molesto del problema.					Me molesta				
	NO	SI			Nada	Poco	Regular	Mucho	Demasiado
¿Tiene dificultades para empezar a dormir?			→	←					
¿Tiene despertamientos durante la noche con dificultades para volver a dormir?			→						
¿Despierta en la noche y no logra volver a dormir?			→						
¿Se siente cansado al despertar?			→						
¿Siente que duerme demasiado tiempo?			→						
¿Siente muchas ganas de dormir durante el día?			→						
¿Tiene pesadillas?			→						
¿Recuerda sus pesadillas detalladamente?			→						
¿Habla dormido?			→						
¿Tiene sonambulismo (camina dormido)?			→						
¿Siente que no puede moverse (paralizado) al empezar a dormir o al despertar?			→						
¿Rechina los dientes dormido?			→						
¿Se orina en la cama?			→						
¿Ronca?			→						

**Anexo 5. Escala de somnolencia de Epworth**  
(Epworth, 1991)

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

**Instrucciones:**

1. Señala que tan probable es que dormites o te quedes dormido en las situaciones que se mencionan en la tabla, no incluyas cuando te sientes solamente cansado.
2. Contesta de acuerdo a tu vida cotidiana reciente.
3. Si no realizaste algunas de estas actividades, trata de responder como si te hubieran ocurrido.
4. Elige la probabilidad *más apropiada* para cada situación, usando la escala que se presenta a continuación:

		<b>Probabilidad de dormir</b>			
	Situación	No dormiría	Poca probabilidad de dormir	Moderada probabilidad de dormir	Alta probabilidad de dormir
1	Sentado y leyendo				
2	Viendo Televisión				
3	Sentado, inactivo en un lugar público (teatro, conferencia)				
4	Siendo acompañante en un carro por una hora sin parar				
5	Recostado descansando en la tarde, cuando las circunstancias lo permiten				
6	Sentado y platicando con alguien				
7	Sentado en silencio después de comer sin haber ingerido alcohol				
8	En un carro, mientras que se detiene por pocos minutos en el tráfico (semáforo)				

**Gracias por su cooperación**

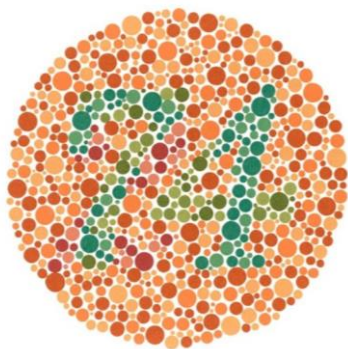
**Anexo 6.** Láminas de la prueba de Ishihara

Lámina 1

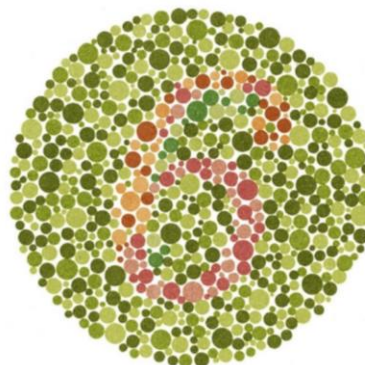


Lámina 2

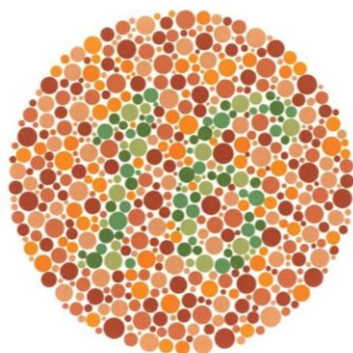


Lámina 3

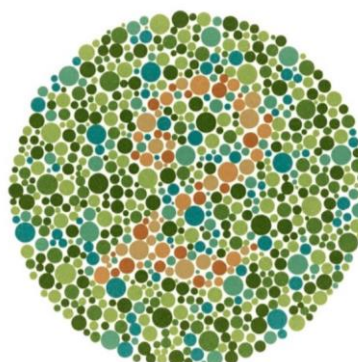


Lámina 4

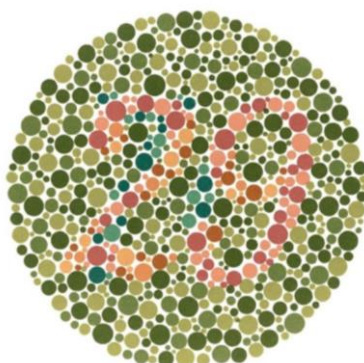


Lámina 5

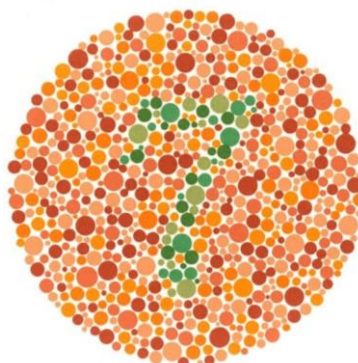


Lámina 6

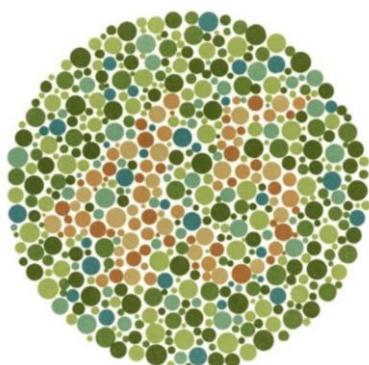


Lámina 7

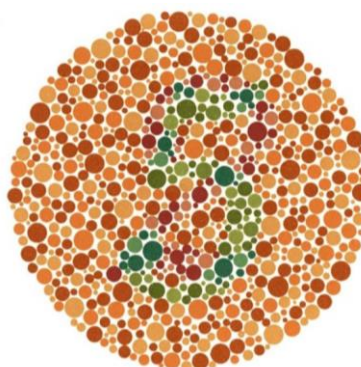


Lámina 8

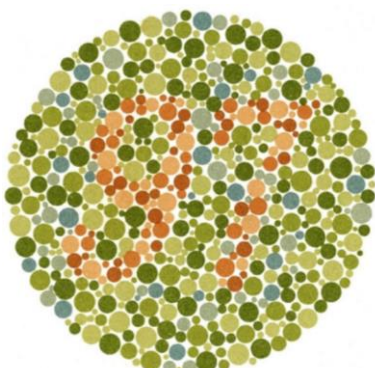


Lámina 9

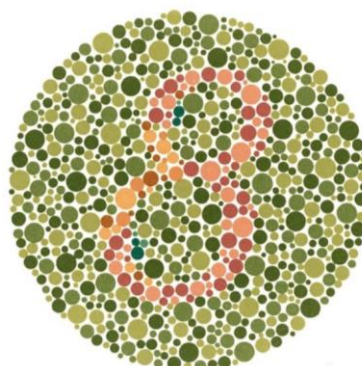


Lámina 10

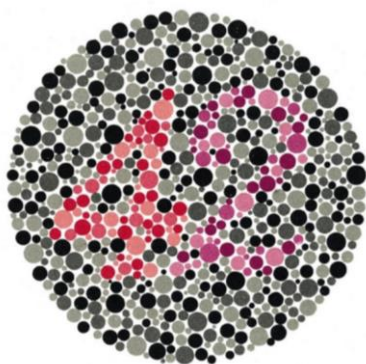


Lámina 11

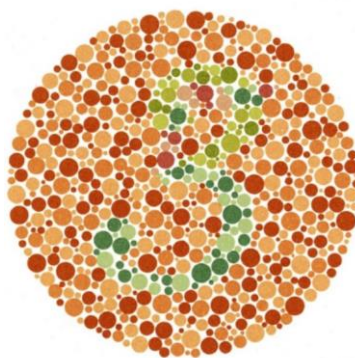
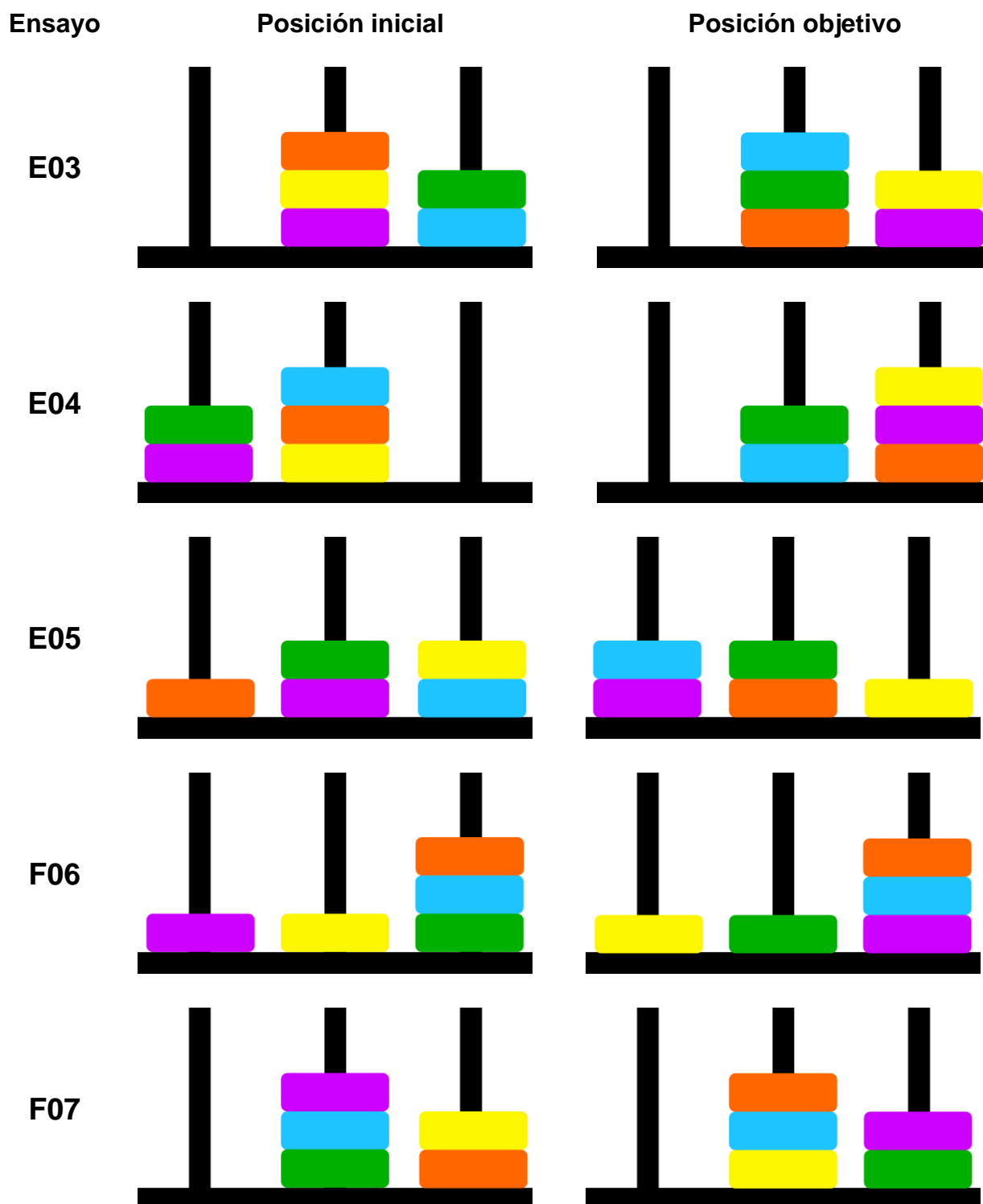


Lámina 12

### Anexo 7. Ensayos de la Torre de Londres (5 discos)

(Diseño de ensayos basados en la versión de Ward y Allport, 1997)



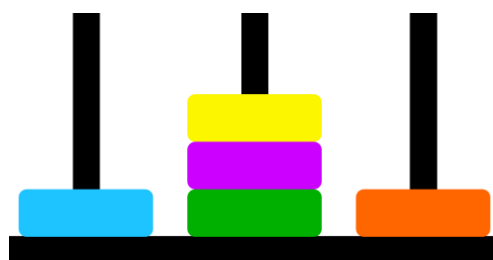
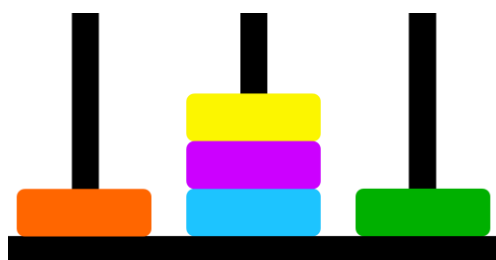


Ensayo

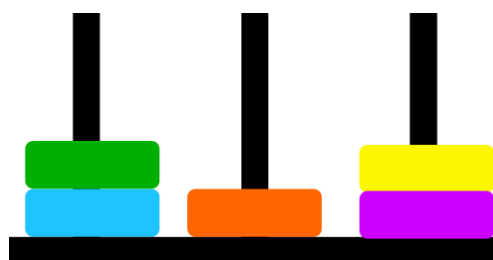
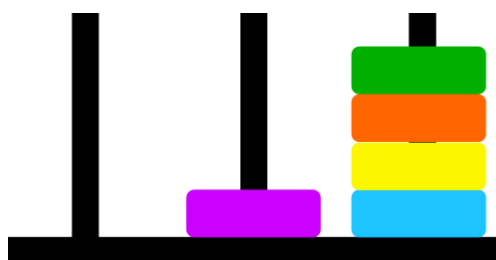
Posición inicial

Posición objetivo

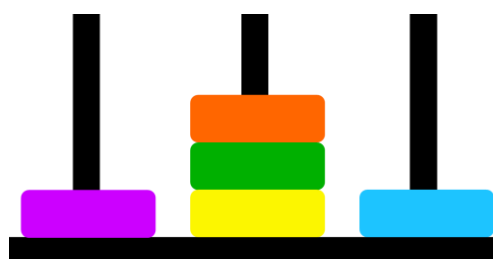
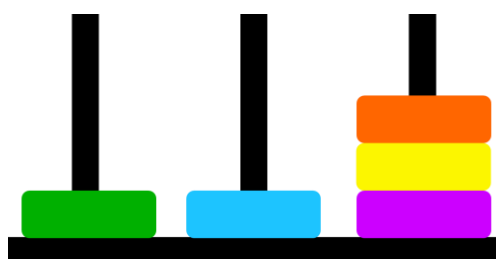
F08



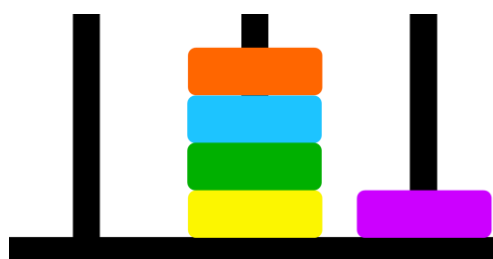
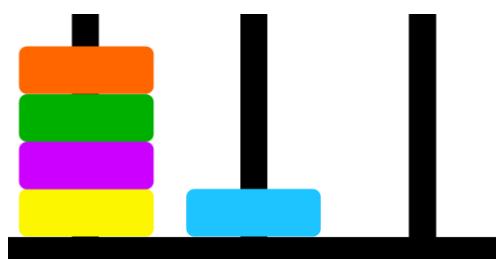
F09



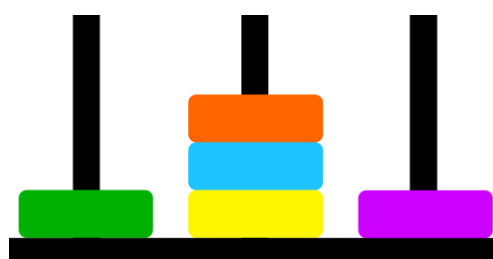
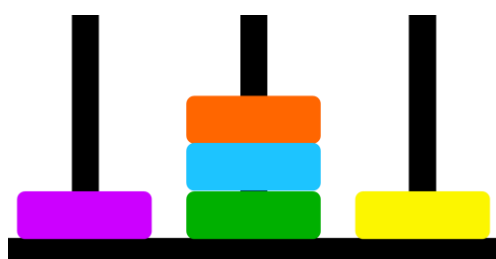
F10



F11



F12

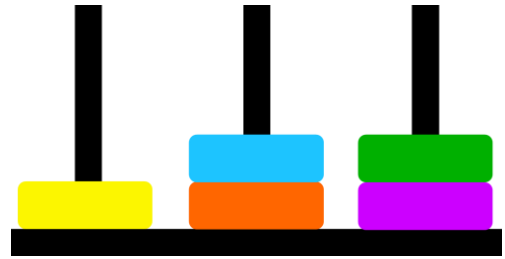
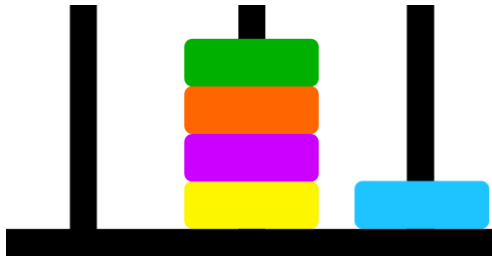


Ensayo

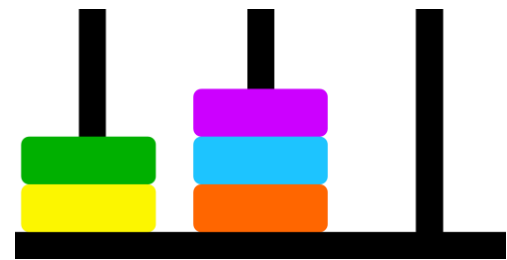
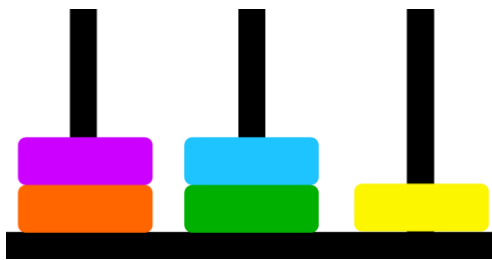
Posición inicial

Posición objetivo

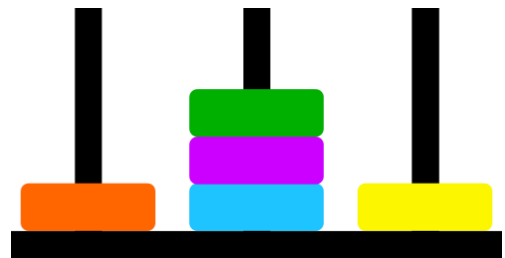
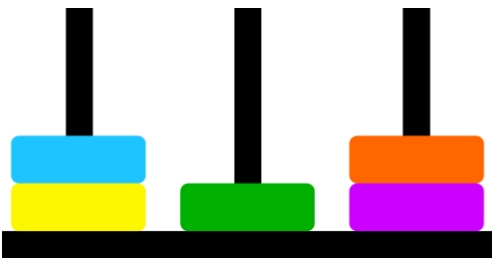
F13



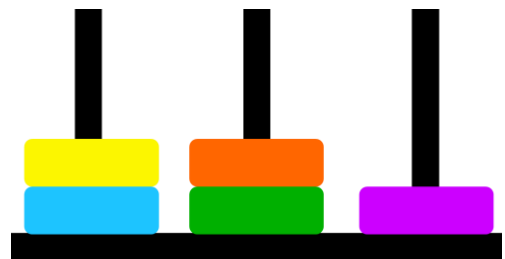
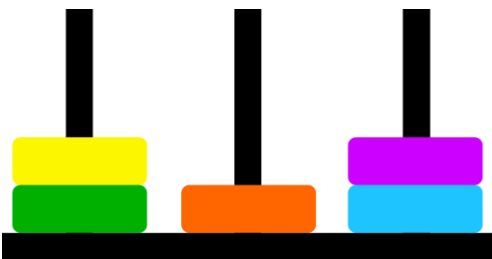
F14



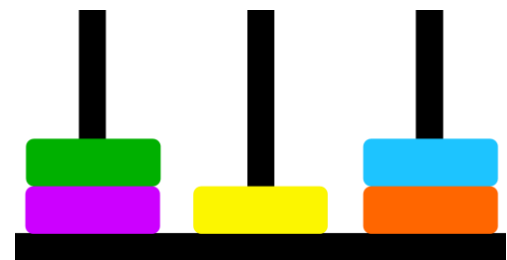
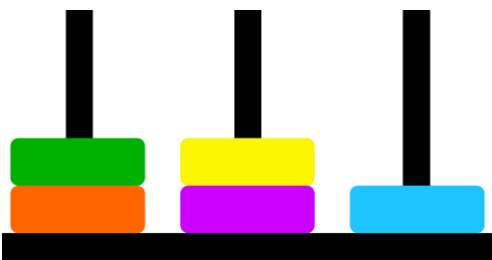
F15



G01



G02

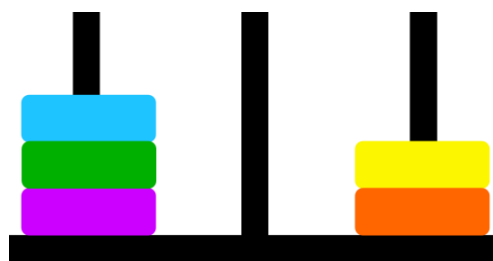
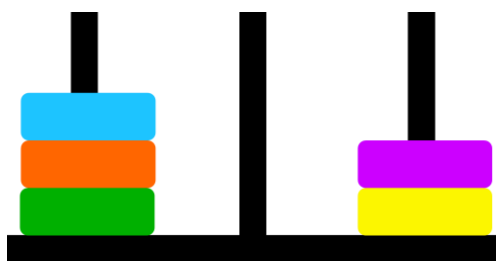


Ensayo

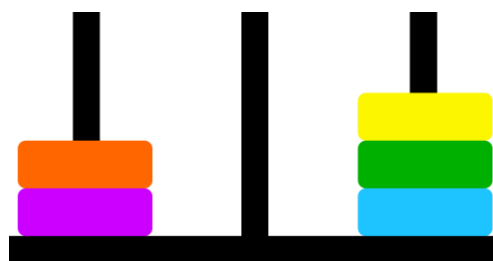
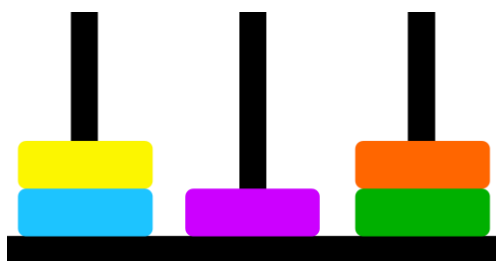
Posición inicial

Posición objetivo

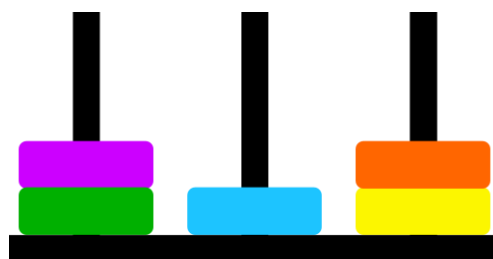
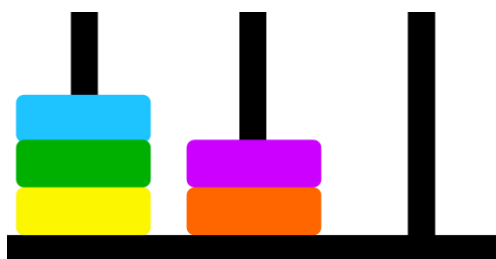
G03



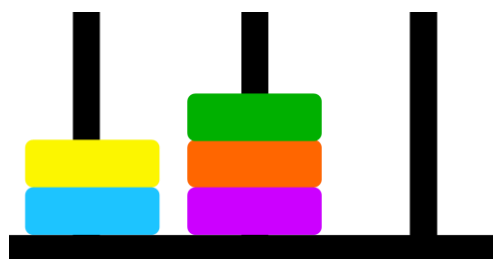
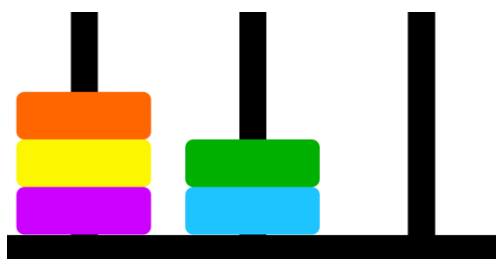
G04



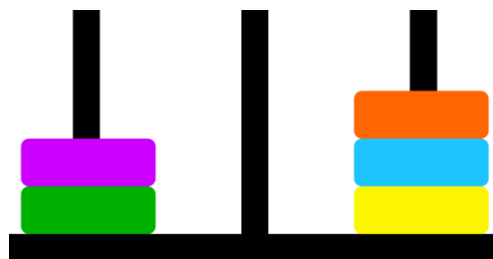
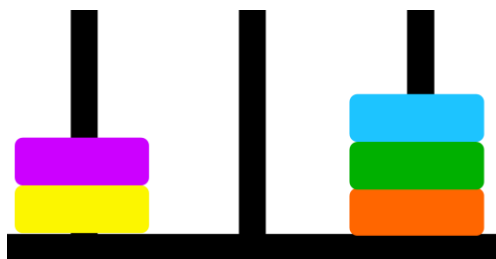
G05



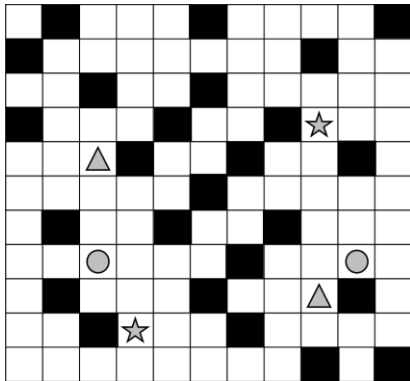
G06



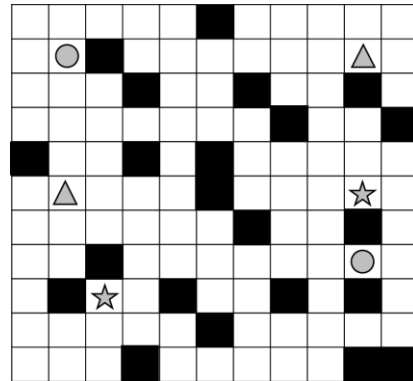
G07



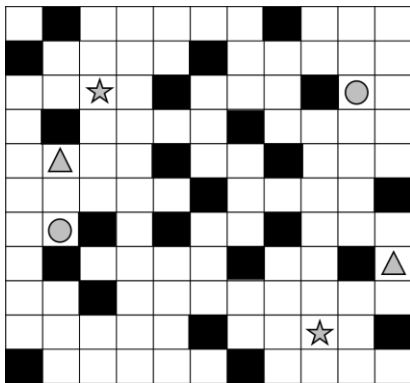
### Anexo 8. Ensayos de la tarea de laberintos



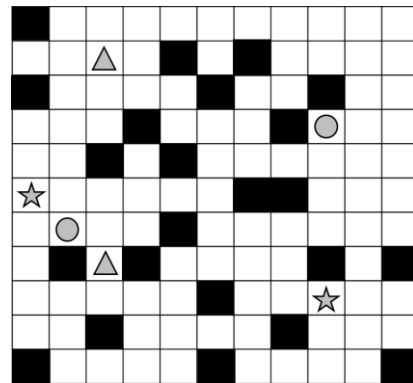
04



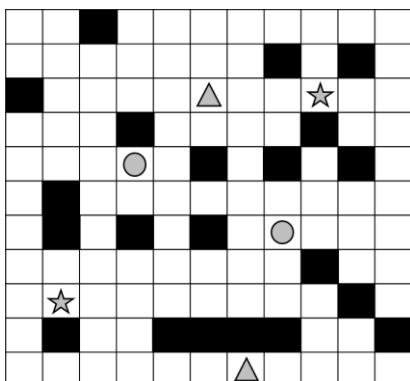
05



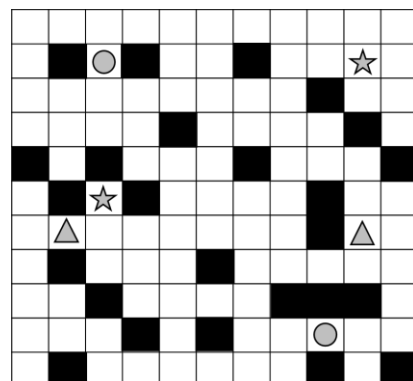
06



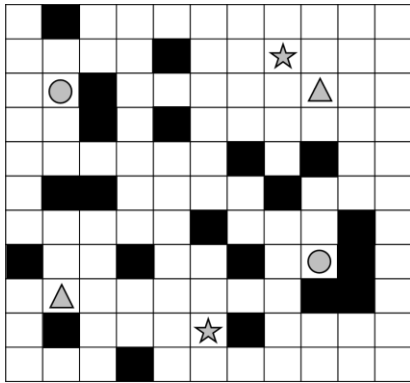
08



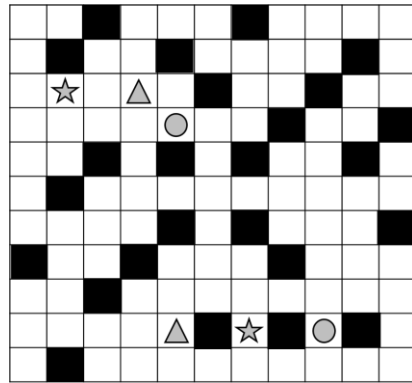
11



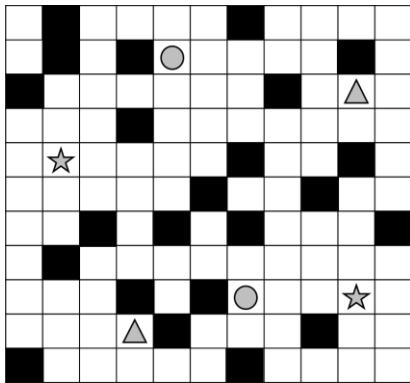
14



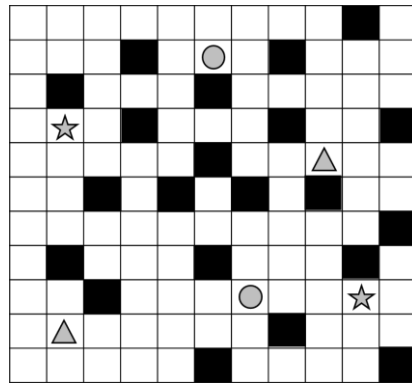
17



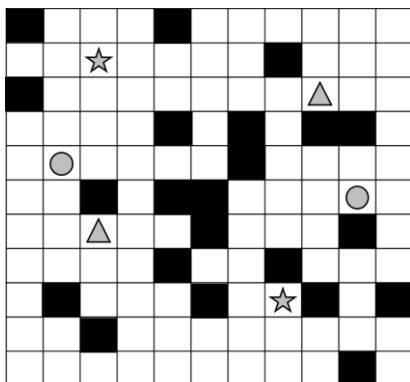
19



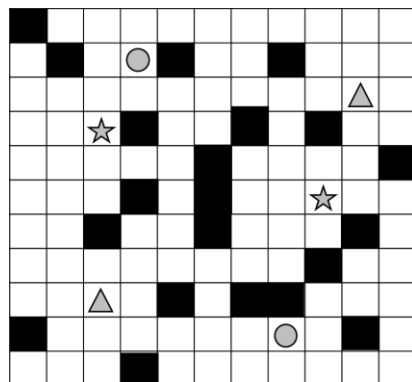
22



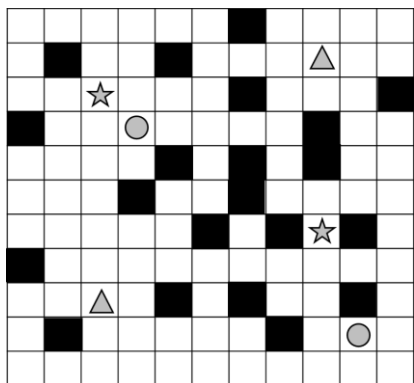
26



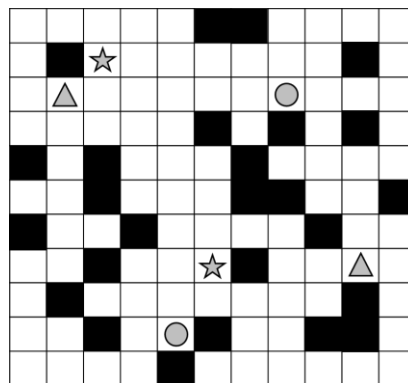
31



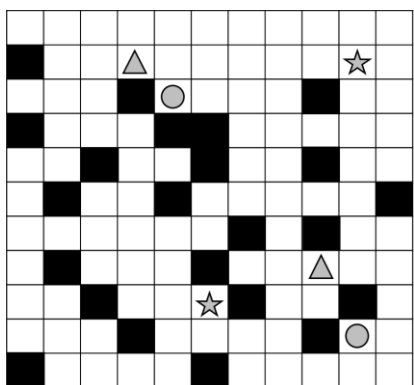
34



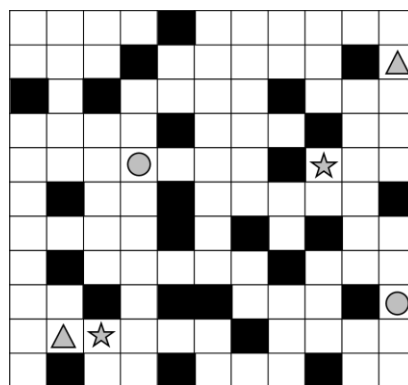
35



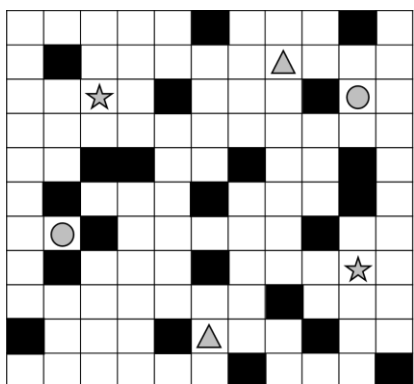
37



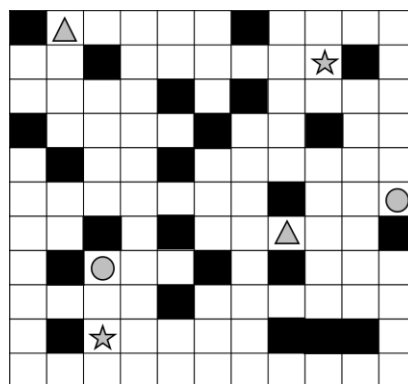
38



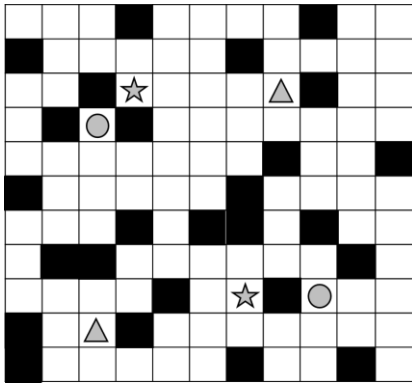
40



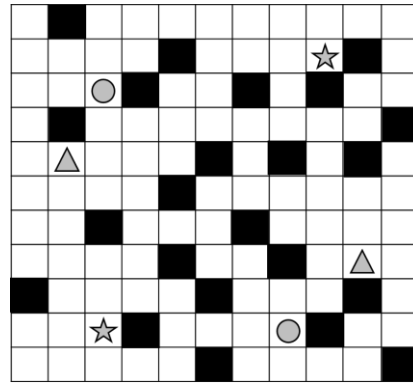
41



42



45



47

### Anexo 9. Hoja de registro para la torre de Londres

(extracto)

Participante: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_/\_\_\_/22 Aplicador: \_\_\_\_\_  
 Día: \_\_\_\_\_

Ensayo:							
Movimientos				Tiempo		Escalas	
				Ins-inicio		Dificultad	
				Total		Somnolencia	
				<b>Observaciones</b>			
<b>Directos:</b>	<b>Indirectos:</b>	<b>Cadenas:</b>		*corrección de 1 mov		-----//----- corrección total	

Ensayo:							
Movimientos				Tiempo		Escalas	
				Ins-inicio		Dificultad	
				Total		Somnolencia	
				<b>Observaciones</b>			
<b>Directos:</b>	<b>Indirectos:</b>	<b>Cadenas:</b>		*corrección de 1 mov		-----//----- corrección total	

Ensayo:							
Movimientos				Tiempo		Escalas	
				Ins-inicio		Dificultad	
				Total		Somnolencia	
				<b>Observaciones</b>			
<b>Directos:</b>	<b>Indirectos:</b>	<b>Cadenas:</b>		*corrección de 1 mov		-----//----- corrección total	



**Anexo 10.** Hoja de registro de la tarea de laberintos

(extracto)

Participante: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_/\_\_\_\_/22 Aplicador: \_\_\_\_\_  
 Día: \_\_\_\_\_

<b>Ensayo:</b>		Tiempo		Observaciones
Hora:		segundos	NL	
Instrucción-Inicio				Dificultad: _____ Somnolencia: _____
1° R				
Inter 1-2				
2° R				
Inter 2-3				
3° R				
Tiempo total				

<b>Ensayo:</b>		Tiempo		Observaciones
Hora:		segundos	NL	
Instrucción-Inicio				Dificultad: _____ Somnolencia: _____
1° R				
Inter 1-2				
2° R				
Inter 2-3				
3° R				
Tiempo total				

<b>Ensayo:</b>		Tiempo		Observaciones
Hora:		segundos	NL	
Instrucción-Inicio				Dificultad: _____ Somnolencia: _____
1° R				
Inter 1-2				
2° R				
Inter 2-3				
3° R				
Tiempo total				