

UNIVERSIDAD DE TALCA
FACULTAD DE PSICOLOGÍA

**APRENDIZAJE PREDICTIVO: EL ROL DE LAS FUNCIONES COGNITIVAS EN LA
MANTENCIÓN Y CAMBIO DE CREENCIAS DE UN GRUPO DE PACIENTES CON
ESQUIZOFRENIA**

Memoria

Para optar al título de Psicólogo y

Mención Clínica

**Memoria financiada y patrocinada por el Proyecto FONDECYT Regular N° 1161533, PCI-
PAI80160101 de Atracción de Capital Humano Avanzado del Extranjero, Modalidad
Estadías Cortas – MEC, de CONICYT y por el Programa de Investigación Asociativa
(PIA) en Ciencias Cognitivas de la Universidad de Talca.**

Alumna

Javiera Fernanda Rodríguez Delgado

Profesores Guías

Dr. Ramón Daniel Castillo Guevara

Dr. Daniel Núñez Gutiérrez

TALCA

Marzo de 2020

CONSTANCIA

La Dirección del Sistema de Bibliotecas a través de su unidad de procesos técnicos certifica que el autor del siguiente trabajo de titulación ha firmado su autorización para la reproducción en forma total o parcial e ilimitada del mismo.



Talca, 2022

Agradecimientos

Le doy las gracias y dedico esta memoria a todas las personas que de alguna u otra forma se vieron involucrados en este proceso. A mi familia, por darme todo el apoyo y amor desde que puedo recordar; a mis amigos y cercanos, por hacer que creyera en mi misma cuando mi motivación empezaba a flaquear; y a mis profesores guías, el Dr. Ramón Castillo y el Dr. Daniel Núñez, por darme la oportunidad de aportar en esta investigación, ayudándome a crecer de forma profesional y personal. Mención especial a la Dra. Heidi Kloos, quien colaboró con esta investigación resolviendo todas mis dudas y me hizo sentir en casa aún a 8.000 kilómetros de la mía. Agradecer también al Centro de Investigación en Ciencias Cognitivas de la Facultad de Psicología de la Universidad de Talca, por facilitar sus instalaciones y sus recursos para la realización de esta memoria.

Esta memoria fue patrocinada y financiada por el proyecto FONDECYT Regular N° 1161533 denominado “La emergencia de patrones de respuesta en la resolución de problemas de insight y en tareas de aprendizaje predictivo: formulación de un modelo basado en la cognición corporizada y sistemas dinámicos”; por el Programa de Cooperación Internacional, PCI-PAI80160101 de Atracción de Capital Humano Avanzado del Extranjero, Modalidad Estadías Cortas – MEC, de CONICYT y por el Programa de Investigación Asociativa (PIA) en Ciencias Cognitivas de la Universidad de Talca.

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo determinar si la memoria de trabajo, el aprendizaje asociativo y la velocidad de procesamiento mediaron el patrón de respuestas de los participantes en una tarea de aprendizaje sobre “hundimiento de objetos”. Para esto, se comparó el desempeño de un grupo de pacientes con esquizofrenia ($n=19$) y un grupo de controles pareados ($n=19$) en la tarea de hundimiento. El experimento constó de tres segmentos, pre-test, entrenamiento y pos-test, en donde se mostraron imágenes de pares de frascos con discos de aluminio en su interior. Dichos pares fueron agrupados en cinco configuraciones, en donde se hicieron salientes distintos atributos (peso, tamaño o densidad), los cuales deberían influir en las creencias de los participantes. Los participantes fueron asignados a dos condiciones, donde debieron predecir cuál frasco se hundía más rápido o más lento, si es que ambos eran arrojados a un estanque con agua al mismo tiempo. Los resultados demostraron que existen diferencias significativas, de manera que las creencias son sensibles a la instrucción dada. Además, se encontró que, si bien la memoria de trabajo y aprendizaje asociativo influyeron en la tarea, no existen diferencias significativas en el desempeño de pacientes versus controles. No obstante, se encontró una interacción entre la fase de la tarea y el grupo. Mientras el grupo control cambió sus creencias a partir de la retroalimentación, las creencias del grupo de pacientes se mantuvieron estables a lo largo de la tarea.

Palabras clave: Tarea de aprendizaje predictivo, hundimiento, densidad, cognición, memoria de trabajo

Abstract

The purpose of this research was to determine whether working memory, associative learning, and processing speed mediated the response pattern of the participants in a learning task about “sinking”. For this, the performance of a group of patients with schizophrenia (n = 19) and a matched control group (n = 19) in a sinking task were compared. The experiment consisted of three segments, pre-test, training with feedback and post-test, where images of pairs of jars with aluminum discs inside were shown. These pairs were grouped into five configurations, where different attributes were made salient (weight, size or density), which influenced the participant’s beliefs. The participants were assigned into two conditions, where they had to predict which jar would sink faster or which would sink slower if both were thrown into a tank with water at the same time. The results showed that there are significant differences between the condition of the task, so that beliefs are sensitive to the instruction given. In addition, it was found that, although working memory and associative learning influenced the task, there are no significant differences in patient performance versus controls. However, an interaction between task segment and group was found, which showed that, while the control group changed their beliefs from feedback, the beliefs of the patient group remained stable throughout the task

Keywords: Predictive learning task, sinking, density, cognition, working memory.

Índice

Agradecimientos.....	1
Resumen.....	2
Abstract.....	3
Introducción	5
La emergencia de las creencias	6
El cambio y la estabilidad de las creencias	7
La tarea de hundimiento de objetos	8
Formulación del problema	17
Esquizofrenia y procesos cognitivos	18
Nuevo aporte a la tarea de hundimiento	22
Objetivos	23
Método	24
Tipo de estudio	24
Diseño de la investigación.....	24
Participantes.....	25
Instrumentos y definición de variables	25
Variables independientes.....	30
Variables dependientes	30
Procedimiento.....	30
Plan de Análisis	32
Resultados.....	32
Discusión	39
Referencias.....	45

Introducción

¿Qué rol cumplen los procesos cognitivos básicos, como memoria de trabajo, velocidad de procesamiento y aprendizaje asociativo, en la activación y mantención de creencias durante una tarea de aprendizaje predictivo? Diversos autores han investigado el desempeño que los sujetos tienen en una tarea experimental de hundimiento de objetos, en donde se ha determinado que las predicciones que éstos realizan están determinadas por las creencias respecto a esta materia (Castillo & Kloos, 2013; Castillo, Kloos, Richardson & Waltzer, 2015; Castillo, Waltzer & Kloos, 2016; Castillo, Waltzer & Kloos, 2017; Kloos & Van Orden, 2005). La tarea parte de una instrucción simple: si dos frascos de vidrio de distinto tamaño que contienen discos de aluminio en su interior son arrojados al mismo tiempo en un estanque con agua, ¿cuál se hunde más rápido? A partir de esta pregunta, los sujetos comienzan a utilizar una serie de creencias basadas en sus experiencias previas para dirigir su atención hacia distintos atributos tales como el tamaño de los frascos, la cantidad de discos de aluminio que contienen en su interior, y en menor frecuencia, al espacio vacío que existe entre los discos y la tapa, el cual permite apreciar la densidad de los objetos en relación al tamaño del frasco y la cantidad de discos de aluminio que contiene (Castillo & Kloos, 2013; Kloos et. al, 2015; Castillo et al., 2015; Castillo et. al, 2016; Castillo et. al, 2017; Kloos & Van Orden, 2005). En efecto, se ha descubierto que los sujetos, a pesar de estar familiarizados con el hundimiento de objetos, suelen utilizar creencias erróneas basadas en la importancia de características como el *peso* y el *tamaño*, en desmedro de la *densidad*, vale decir, la relación entre masa y volumen de los objetos, el cual resulta ser el atributo físico que permite realmente resolver el problema planteado (Castillo et al., 2017; Kloos et al., 2010). Este hallazgo, replicado tanto en niños como en adultos, permite suponer la presencia de creencias erróneas en el dominio de la física y la dificultad que las personas tienen para cambiarlas, aun cuando reciben

retroalimentación durante el desarrollo de la tarea (Castillo & Kloos, 2013; Kloos et. al, 2015; Castillo et. al, 2016; Castillo et. al, 2017).

La emergencia de las creencias

Los autores han explicado el desempeño de los sujetos en la tarea de hundimiento de objetos a partir de las creencias subyacentes a las predicciones que éstos realizan. Para esto, han utilizado la teoría de los sistemas dinámicos aplicados a la cognición, en donde sería la interacción entre cerebro-cuerpo-ambiente la que originaría nuevos patrones de respuesta en los organismos (Castillo & Kloos, 2014; Castillo et al., 2015). Basándose en estos principios, los autores han conceptualizado las creencias como una red autosustentable (Castillo et al., 2015; Fleuchaus, Kloos, Kiefer & Silva, 2019; Kloos, Baker & Waltzer, 2019). Las creencias, entonces, emergerían como una red perceptual de experiencias similares que se acoplan y refuerzan mutuamente debido a que comparten un *significado*, o, en otras palabras, debido a que existen cambios perceptibles y relevantes en el transcurso de estas experiencias que permiten resolver un problema en el contexto de una tarea (Castillo et al., 2015). El uso de las creencias es una función adaptativa que permite realizar predicciones basadas en características salientes, sin embargo, las creencias pueden ser también ingenuas, basarse en la intuición o en preconcepciones, o ser incluso simplistas o engañosas (Castillo et al., 2015; Fleuchaus et al., 2019). Al utilizar creencias erróneas, la atención sólo se dirigirá a aspectos irrelevantes, provocando que las predicciones sobre algún evento resulten equivocadas (Castillo et al., 2015). De igual manera, debido a que las creencias se basan en experiencias aisladas, tienden a sobregeneralizar la saliencia de ciertas características que no resultan ser relevantes a largo plazo, sesgando así las predicciones sobre algún evento (Castillo et al., 2015). Así, es posible dar cuenta que las creencias erróneas basadas en experiencias particulares suelen entrar en conflicto con el conocimiento científico general, convirtiéndose en

un obstáculo para su enseñanza y aprendizaje (Castillo et al., 2015; Fleuchaus et al., 2019; Kloos et al., 2019), tal como ocurre con las creencias sobre el hundimiento de objetos y el dominio de la física (Castillo et al., 2015). En este sentido, se ha comprobado que los sujetos suelen otorgar mayor importancia a características como el peso y el tamaño de los objetos para predecir su comportamiento en la tarea de hundimiento. Esto puede deberse a que, en las experiencias previas de los sujetos, la “pesadez” de los objetos fue una característica relevante que se pareó con la experiencia de “hundimiento”. Más adelante se explica que este patrón de respuestas se debe a que la masa y el volumen de los objetos puede ser más fácilmente percibida por los sujetos que la densidad (Castillo et al., 2015; Castillo et al., 2016; Castillo et al., 2017).

El cambio y la estabilidad de las creencias

Ahora bien, es posible inferir que cambiar las creencias erróneas por creencias más adecuadas o correctas podría corregir las predicciones, no obstante, el cambio de creencias es un fenómeno complejo debido a que éstas se comportan como redes que se autosustentan en una estabilidad dinámica por causalidad circular y auto catálisis, lo que en términos simples significaría que experiencias y predicciones se reforzarían mutuamente y en bucle (Castillo et al., 2015; Fleuchaus et al., 2019). Lo anterior también implica que las creencias actúan centrípetamente, de manera que se refuerzan las experiencias preexistentes mediante la búsqueda activa de experiencias similares que confirmen las hipótesis o predicciones realizadas (sesgo de confirmación), impidiendo que así que la estabilidad dinámica de la red se perturbe (Castillo et al., 2015; Fleuchaus et al., 2019; Kloos & Van Orden, 2012; Kloos et al., 2019). Asimismo, con el fin de sustentar dicha red, es posible que los individuos, además de utilizar el sesgo de confirmación, también ignoren las evidencias que refutan sus hipótesis y/o utilicen dichas evidencias para ajustar ciertos aspectos superficiales de las creencias, sin cambiar la red de creencias en su totalidad

(Castillo et al., 2015). Debido a esto, se ha podido establecer que, en la tarea de hundimiento, las personas integran creencias o conocimientos correctos sobre el hundimiento de objetos para hacer mejores predicciones, pero no desechan las creencias o conocimientos erróneos, de forma tal que creencias correctas e incorrectas coexisten (Castillo & Kloos, 2013; Kloos et al., 2015; Castillo et al., 2016; Castillo et al., 2017). Producto de esto, es que el cambio de creencias debe entenderse como un cambio no lineal y dinámico, resultado de una interacción y reorganización de sus componentes, imposible de reducir a un elemento específico (Castillo et al., 2017; Kloos et al., 2019).

La tarea de hundimiento de objetos

Trabajando con adultos y niños de desarrollo típico, se ha podido estimar lo sensibles que son estas creencias sobre el hundimiento de objetos a las características de la tarea, de manera tal que el desempeño de éstos varía dependiendo de la instrucción dada a los participantes (¿cuál frasco se hunde más rápido? o ¿cuál frasco se hunde más lento?) (Castillo et al., 2015) y de la modalidad de presentación del experimento (Castillo et al., 2016; Castillo et al., 2017; Kloos & Van Orden, 2005; Kloos et al., 2010).

Por ejemplo, en una versión de este experimento realizado con el objetivo de conceptualizar el cambio de creencias a partir de la retroalimentación, se comparó el desempeño de dos grupos de participantes adultos, quienes debían predecir cuál de dos frascos se hundía más rápido (*condición rápido*) o cuál de éstos se hundía más lento (*condición lento*; Castillo et al., 2015). En la Figura 1 se observan los estímulos utilizados para el desarrollo de la tarea. Éstos consistieron en combinaciones de pares de frascos que difieren en peso y/o tamaño, de manera que cada configuración estuvo diseñada para aumentar la saliencia de éstas características (Castillo et al., 2015). Como ya se ha mencionado anteriormente, para predecir correctamente cuál de los dos

frascos se hunde más rápido (o más lento) es necesario utilizar la noción de densidad, lo que en términos simples se refiere a observar el espacio vacío de cada frasco según la distribución de su tamaño y peso. De esta manera, para comprobar si el criterio de densidad era utilizado para responder a la tarea, se utilizó la configuración pequeño-liviano (Figura 1-E), en donde el frasco más pequeño y más liviano es el que se hunde más rápido. Esta respuesta resulta ser contra intuitiva para aquellos participantes que utilizan las creencias de que la masa y/o el volumen son relevantes en las predicciones del hundimiento de objetos (Castillo et al., 2015). El experimento se dividió en ocho segmentos. Durante los dos primeros y los dos últimos segmentos, pre y pos-test, respectivamente, los sujetos debieron realizar predicciones sobre el hundimiento de objetos. En los cuatro segmentos restantes, llamados test, los participantes, además de predecir, recibieron retroalimentación de sus respuestas, de forma que pudieron conocer si acertaban o erraban (Castillo et al., 2015).

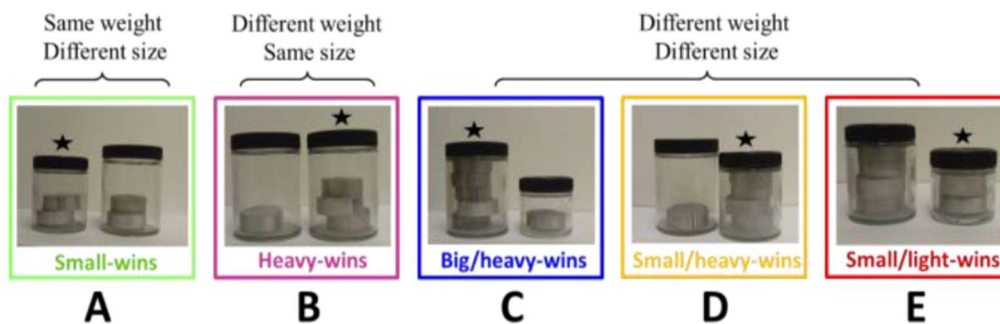


Figura 1: Estímulos utilizados en la tarea de hundimiento de objetos. En cada configuración se encuentra señalado el frasco que se hunde más rápido: el frasco pequeño (A), pesado (B), grande y pesado (C), pequeño y pesado (D) y pequeño y liviano (E). Adaptado de “Beliefs as Self-Sustaining Networks: Drawing Parallels Between Networks of Ecosystems and Adults’ Predictions” por R. Castillo, H. Kloos, M. Richardson & T. Waltzer, 2015, *Frontiers in Psychology*, 6, p. 7.

Los resultados, tal como se aprecian en la Figura 2, demuestran que existió un incremento de las respuestas correctas a lo largo de la tarea independiente de la condición. Cabe señalar que se observó una mejora significativa en el desempeño entre el pre-test y el primer segmento del

entrenamiento. Asimismo, se observó una interacción significativa entre el segmento de la tarea y el tipo de configuración de frasco, en especial en las configuraciones pequeño (Figura 1-A), grande-pesado (Figura 1-C) y pequeño-liviano (Figura 1-E). De este modo, en ambas condiciones se observó que, mientras el desempeño para la configuración pequeño y pequeño-liviano aumentó linealmente, el desempeño para la configuración grande-pesado disminuyó a lo largo de los ensayos (Castillo et al., 2015).

Por otra parte, a pesar de que no existieron diferencias significativas entre condición, si existió una interacción marginal entre condición de la tarea y tipo de configuración de frasco. De esta forma, se observa que, en la condición de hundimiento rápido (Figura 2-A), las configuraciones grande-pesado y pequeño-liviano alcanzaron un desempeño similar a partir de la retroalimentación. Al contrario, en la condición de hundimiento lento (Figura 2-B), los sujetos tuvieron un mejor desempeño en la configuración pequeño-liviano que en la configuración grande-pesado. A partir de los resultados, se desprende que los sujetos de ambas condiciones incorporaron la retroalimentación en sus creencias, por lo cual sus respuestas fueron modificadas luego del pre-test (Castillo et al., 2015). Además, es posible establecer que el tipo de instrucción otorgada a los participantes influye en las creencias evocadas, y, por ende, en el patrón de respuestas de ciertas configuraciones de frascos. De esta manera, pareciera que, mientras la instrucción de hundimiento rápido hace más salientes de las características de pesadez de los objetos, la instrucción de hundimiento lento facilita la percepción del atributo de densidad, que en este estudio aludía al espacio vacío dentro del frasco (Castillo et al., 2015).

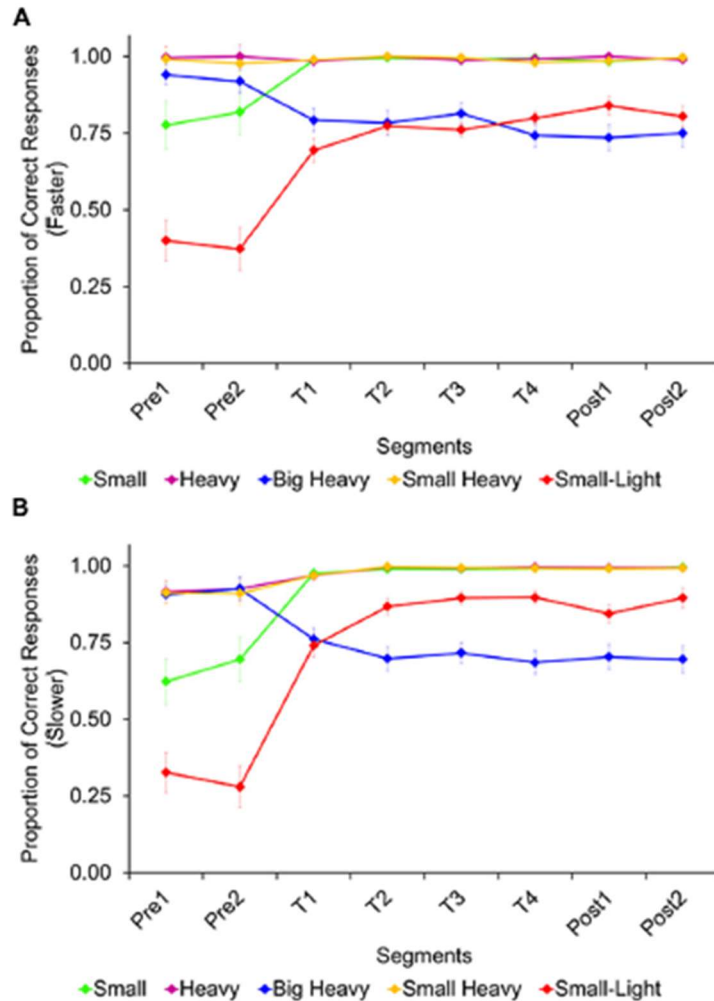


Figura 2: Proporción media de respuestas correctas por configuración de frascos y segmento, en la condición de hundimiento rápido (Figura 2-A) y de hundimiento lento (Figura 2-B). Adaptado de “Beliefs as Self-Sustaining Networks: Drawing Parallels Between Networks of Ecosystems and Adults’ Predictions” por R. Castillo, H. Kloos, M. Richardson & T. Waltzer, 2015, *Frontiers in Psychology*, 6, p. 8.

Posteriormente, en una modificación de la tarea de hundimiento de objetos utilizada para estudiar la estabilidad y cambio de creencias en el aprendizaje, se evaluó a 112 participantes en dos condiciones. En la condición *frascos-al-principio* (jars-first), los sujetos resolvieron el pre-test utilizando frascos reales y el entrenamiento y post-test mediante presentación de imágenes; mientras que en la condición *frascos-al-final* (jars-last), los sujetos resolvieron el pre-test y el entrenamiento mediante presentación de imágenes y el post-test manipulando objetos (Castillo et al., 2016). Fueron utilizados los mismos estímulos que en la tarea de hundimiento anterior (Figura

1), sin embargo, dos configuraciones principales fueron evaluadas en este experimento: la configuración grande-pesado (Figura 1-C) y la configuración crítica pequeño-liviano (Figura 1-E).

Los resultados del experimento dieron cuenta que, independiente de la condición, los participantes tuvieron menor desempeño en el segmento correspondiente cuando la tarea fue resuelta con frascos reales que con imágenes (Castillo et al., 2016). Asimismo, los participantes de la condición *frascos-al-principio* tenían un patrón de respuestas sesgado por la relevancia del peso de los frascos, por lo cual los sujetos obtuvieron un mejor promedio de respuestas correctas en la configuración grande-pesado que en la configuración pequeño-liviano (Figura 3).

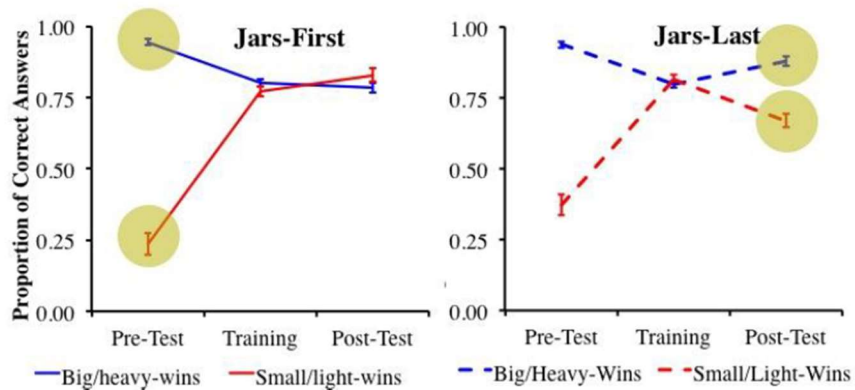


Figura 3: Proporción media de respuestas correctas por configuración y fase del experimento, separados por condición. Las barras de errores representan el error estándar de la media. Los círculos resaltan la fase en que los frascos reales fueron utilizados. Adaptado de “Ambiguity and Representational Stability: What is the role of embodied experiences?” por R. Castillo, T. Waltzer & H. Kloos, 2016, *Proceedings of the 38th Annual Conference of the Cognitive Science Society*, p. 1082.

Debido a esto, los autores concluyeron que las experiencias corporizadas, es decir, las experiencias de los sujetos mediante el sentido del tacto, interfirieron en el desempeño de la tarea. Por una parte, este sesgo pudo deberse a que la experiencia háptica incrementó la saliencia del peso de los frascos, por lo cual los sujetos tendieron a sobreestimar la relevancia de esta

característica a lo largo de sus respuestas durante la tarea (Castillo et al., 2016). Por otra parte, los autores también argumentan que la redundancia de la información sensorial percibida de forma táctil y visual, pudo provocar que el sistema de creencias sobre el hundimiento de objetos se reorganizara y simplificara en torno a la característica del peso (Castillo et al., 2016).

Los anteriores hallazgos fueron replicados en un posterior estudio utilizando la tarea de hundimiento (Castillo et al., 2017). En esta ocasión (experimento 1), se comparó el desempeño de los sujetos de acuerdo al modo de presentación de la tarea, por lo cual la mitad de los participantes manipuló frascos reales durante la tarea (*condición frascos-reales*), mientras que los restantes observaron imágenes de frascos al momento de realizar sus predicciones sobre el hundimiento de objetos (*condición imágenes-estáticas*). Para esto, también fueron utilizados los pares de frascos de los anteriores experimentos presentados (Figura 1). Tal como se aprecia en la figura 4, los resultados dieron cuenta de que los sujetos de la condición frascos-reales tuvieron un menor desempeño que los sujetos de la condición imágenes-estáticas en la configuración pequeño (Figura 1-A) y un mejor desempeño en la configuración grande-pesado (Figura 1-C; Castillo et al., 2017). Nuevamente, los autores señalan que una posible explicación es que la característica del peso aumentó su saliencia cuando fue percibido por medio del tacto y enmascaró la relevancia de la densidad (Castillo et al., 2017).

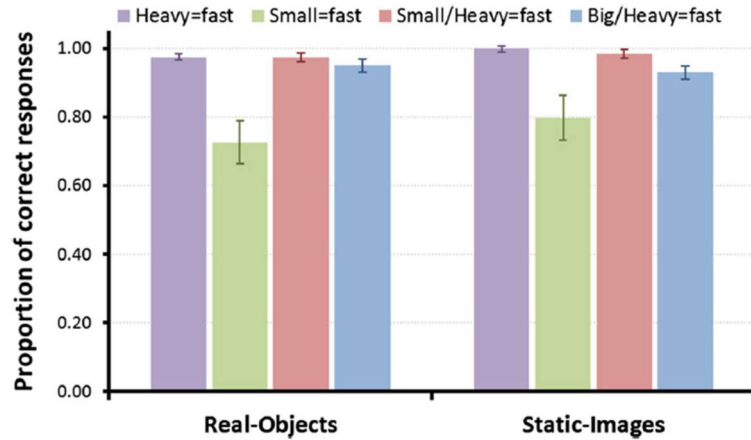


Figura 4: Proporción de respuestas correctas, separadas por condición (frascos-reales versus imágenes-estáticas) y configuraciones de frascos. Adaptado de “Hands-On Experience Can Lead to Systematic Mistakes: A Study on Adults’ Understanding of Sinking Objects” por R. Castillo, T. Waltzer & H. Kloos, 2017, *Cognitive Research: Principles and Implications*, 2(28), p. 9.

Para evaluar si las diferencias de desempeño entre condiciones de grupo persistían en el tiempo, se incorporaron dos fases al experimento inicial de frascos-reales versus imágenes estáticas. La primera fase, llamada *entrenamiento*, fue similar para todos los participantes y consistió en retroalimentar las predicciones luego de presentar imágenes con pares de frascos. En la segunda fase, llamada *test*, los participantes realizaron nuevamente la tarea de hundimiento de acuerdo a la condición inicial del experimento, de manera que a un grupo se le presentaron imágenes y al otro se les otorgaron estímulos reales. Los resultados demostraron que la fase de entrenamiento aumentó el desempeño para ambas condiciones, a pesar de que se mantuvieron las diferencias iniciales entre ellas. Sin embargo, durante la fase de test, las diferencias entre los sujetos de la condición frascos-reales y los sujetos de imágenes-estáticas desaparecieron (Figura 5), logrando un nivel similar de desempeño luego de incorporar la retroalimentación de sus respuestas en sus creencias (Castillo et al., 2017).

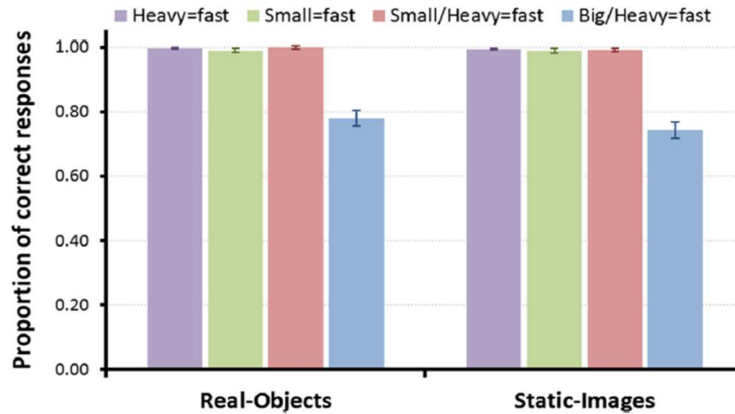


Figura 5: Proporción de respuestas correctas, separadas por condición (frascos-reales versus imágenes-estáticas) y configuraciones de frascos. Adaptado de “Hands-On Experience Can Lead to Systematic Mistakes: A Study on Adults’ Understanding of Sinking Objects” por R. Castillo, T. Waltzer & H. Kloos, 2017, *Cognitive Research: Principles and Implications*, 2(28), p. 10.

Para comprobar los alcances de las experiencias corporizadas en el desempeño de la tarea de hundimiento, se aplicó una nueva versión de este experimento con otros participantes (experimento 2). Para esto, se mantuvo el diseño con las condiciones frascos-reales e imágenes estáticas, y se dividió el experimento en dos fases llamadas *entrenamiento* y *test*. Al igual que el experimento anterior, durante la fase de entrenamiento, se presentó la tarea de hundimiento con imágenes-estáticas y se retroalimentaron las respuestas de los participantes. Posteriormente, durante la fase de test, los participantes debieron realizar sus predicciones de acuerdo a la condición de presentación de los estímulos correspondiente (Castillo et al., 2017). Los resultados dieron cuenta de que el desempeño de los sujetos durante la fase de entrenamiento fue similar para ambas condiciones, no obstante, durante la fase de test, se evidenció que el desempeño de los sujetos de la condición frascos-reales fue más baja y estuvo sesgada por el peso de los frascos, obteniendo un patrón de respuestas similar al experimento 1 (Figura 4; Castillo et al., 2017). No obstante, cuando se comparó el desempeño de los participantes del experimento 1 y los participantes del experimento 2 en la configuración de frascos pequeño-liviano (Figura 1-E), se encontró que los participantes que recibieron entrenamiento (experimento 2) tenían mejor

desempeño que aquellos que hicieron predicciones de forma ingenua (experimento 1; Figura 6). Este hallazgo da cuenta de cómo aprendizaje puede ser optimizado si se generan experiencias sensoriales que den un mejor acceso a información relevante, lo cual, en el caso del hundimiento de objetos, hace referencia a la distribución de la masa o al espacio vacío en los frascos, también conocido como densidad (Castillo et al., 2017).

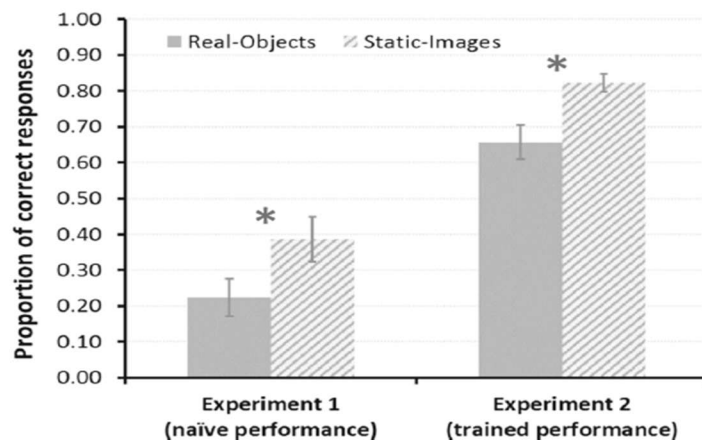


Figura 6: Proporción de respuestas correctas de la configuración pequeño-liviano, separados por experimento y condición. Adaptado de “Hands-On Experience Can Lead to Systematic Mistakes: A Study on Adults’ Understanding of Sinking Objects” por R. Castillo, T. Waltzer & H. Kloos, 2017, *Cognitive Research: Principles and Implications*, 2(28), p. 4.

En suma, los resultados encontrados en la tarea de hundimiento de objetos permiten conocer cómo cambia el patrón de respuestas de los sujetos a causa desde las creencias evocadas a partir de la saliencia de ciertos estímulos (Castillo et al., 2015; Castillo et al., 2016; Castillo et al., 2017); y de la nueva información aprendida, en donde los sujetos tienden a mejorar su desempeño una vez han incorporado la retroalimentación (Castillo et al., 2015). La importancia de estos hallazgos recae en ilustrar las dificultades de los procesos de enseñanza-aprendizaje de disciplinas como las ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas, cuyo acrónimo en inglés es conocido como STEM. De este modo, avances en el estudio de las creencias del hundimiento de

objetos permitirían mejorar aspectos como las instrucciones, los métodos de presentación de la información y las correcciones dadas en aula, con el fin de optimizar la enseñanza de las ciencias y la física (Castillo & Kloos, 2013; Castillo et al., 2015; Castillo et al., 2016; Castillo et al., 2017; Fleuchaus et al., 2019; Kloos & Van Orden, 2005; Kloos et al., 2010; Kloos et al., 2019).

Formulación del problema

El desempeño de los participantes durante la tarea de hundimiento de objetos ha permitido hipotetizar sobre el cambio y estabilidad de creencias. En este sentido, el desempeño durante el segmento de pre-test, ha permitido dar cuenta de las creencias que están siendo utilizadas por los sujetos en el principio de la tarea, como, por ejemplo, creencias sobre la importancia del peso y/o tamaño de los frascos o creencias sobre la relevancia de la densidad. La evidencia señala entonces que es durante el entrenamiento que los participantes pueden cambiar sus creencias iniciales por otras más adecuadas a partir de la retroalimentación, sin embargo, el mecanismo subyacente a este proceso de cambio de creencias aún no está claro (Castillo & Kloos, 2013; Castillo et al., 2015; Castillo et al., 2016; Castillo et al., 2017; Fleuchaus et al., 2019; Kloos & Van Orden, 2005; Kloos et al., 2010; Kloos et al., 2019). A partir de este marco, es que se ha planteado la necesidad de analizar el rol de procesos cognitivos tales como memoria de trabajo y velocidad de procesamiento, además de analizar el rol del aprendizaje asociativo en la tarea de hundimiento de objetos, con el fin de aportar mayor evidencia al cuerpo teórico de este experimento. Asimismo, el estudio de estos procesos permitiría hipotetizar cómo variables de procesamiento cognitivo podrían estar modulando el desempeño de los sujetos.

Para responder a este objetivo, fue necesario buscar un grupo de personas que tuviesen peculiaridades o déficits en su funcionamiento cognitivo, como, por ejemplo, pacientes con psicosis bajo tratamiento. De esta forma se caracterizó el desempeño de un grupo típicamente

desarrollado y un grupo clínico de pacientes diagnosticados con esquizofrenia. El interés por este grupo específico de pacientes reside en la gran cantidad de evidencia en torno a su funcionamiento cognitivo y formación de creencias en tareas de aprendizaje predictivo (Aleman, 2014; Baldeweg, Klugman, Gruzelier & Hirsch, 2003; Broome et. al, 2007; Bubrovsky & Thomas, 2011; Evans, Averbeck & Furl, 2015; Fletcher & Frith, 2009; Griffin & Fletcher, 2017; Jardri, Duverne, Litvinova & Denève, 2017; Kaplan et al., 2016; Lee & Park, 2005; Powers, Kelley & Corlett, 2016; Schmack, Rothkirch, Priller & Sterzer, 2017; Sterzer, Voss, Schlagenhaut & Heinz, 2019; Stuke, Stuke, Weilhhammer & Schmack, 2017; Teufel et al., 2015; Teufel & Nanay, 2017; Wende et al., 2015; Wikinson, 2014).

Esquizofrenia y procesos cognitivos

La esquizofrenia ha sido descrita en la literatura como un conjunto de trastornos heterogéneos caracterizados por la presencia de síntomas positivos, como alucinaciones (percepciones en ausencia de estímulos), delirios (creencias irracionales o extrañas) y conducta desorganizada; y por síntomas negativos, tales como aislamiento, abulia y apatía (Griffin & Fletcher, 2017; Sterzer et al., 2019; Stuke et al., 2017; Teufel et al., 2015; Wende et al., 2015; Wikinson, 2014). Además, los pacientes con esquizofrenia presentan un deterioro en sus funciones cognitivas, tales como memoria de trabajo y funciones ejecutivas (Aleman, 2014; Bubrovsky & Thomas, 2011; Evans et al., 2015; Jardri et al, 2017; Lee & Park, 2005; Sterzer et al., 2019). Para efectos prácticos, el presente estudio se enfoca en la memoria de trabajo, la cual ha sido conceptualizada como un sistema de almacenamiento que manipula información relevante en un período acotado de tiempo (Kloos et al., 2019; Lee & Park, 2005); y en la velocidad de procesamiento, la cual se ha definido operacionalmente como la cantidad de respuestas que una persona responde de manera correcta, en una tarea demandante cognitivamente y limitada en el

tiempo (Lahera, Ruiz, Brañas, Vicens & Orozco, 2017; Ríos-Lago, Lubrini, Periañez, Viejo & Tirapu, 2012). Ésta última se relaciona con las funciones ejecutivas como planificación y toma de decisiones, además de interferir en procesos de atención (Ríos-Lago et al., 2012). Asimismo, se evalúa el aprendizaje asociativo, que, si bien no es una función cognitiva propiamente tal, contempla estos mecanismos subyacentes y hace referencia al cambio de conducta de un individuo a causa de la asociación de dos eventos que ocurren de manera repetida en el tiempo (Aguado-Aguilar, 2001).

A causa de las particularidades de este trastorno, diversos autores se han interesado en explicar la emergencia de los síntomas positivos a partir de las particularidades del funcionamiento cognitivo de estos pacientes. Estos hallazgos han sido generalmente explicados desde los modelos del procesamiento predictivo o desde el enfoque bayesiano, los cuales señalan que el cerebro realiza una representación jerárquica del ambiente, a través de inferencias que provienen de la información sensorial (*bottom-up*) y del conocimiento previo (*top-down*; Powers et al., 2016; Schmack et al., 2017; Teufel et al., 2015; Teufel & Nanay, 2017; Wikinson, 2014; Yamashita & Tani, 2012). Estas inferencias se actualizarían constantemente a través de la reducción de la predicción del error que se estima a partir de la diferencia entre lo esperado y lo observado (input; Jardri et al., 2017; Kaplan et al., 2016; Schmack et al., 2017; Sterzer et al., 2019; Stuke et al., 2017; Wende et al., 2015; Yamashita & Tani, 2012).

De este modo, se ha teorizado que los pacientes con esquizofrenia tienen dificultades en el procesamiento e integración de la información sensorial, al igual que dificultades en la realización de inferencias causales, lo cual promovería la formación de delirios y de alucinaciones (Griffin & Fletcher, 2017; Schmack et al., 2017; Stuke et al., 2017; Wende et al., 2015). Al respecto, se ha encontrado que los pacientes tienen sesgos en torno a la importancia de los procesos top-down,

por lo cual tienden a sobre estimar la relevancia de sus conocimientos previos o creencias e ignoran la evidencia sensorial conflictiva, vale decir, presentan *penetración cognitiva* en su percepción (Griffin & Fletcher, 2017; Kaplan et al., 2016; Powers et al., 2016; Sterzwe, Teufel et al., 2015; Teufel & Nanay, 2017). Asimismo, se ha descubierto que los sujetos con esquizofrenia tienen dificultades para discriminar la relevancia de la información, por lo cual tienden a aprender a partir de información irrelevante y realizar predicciones poco adecuadas, inestables e inválidas respecto a su ambiente (Sterzer et al., 2017; Stuke et al., 2017; Teufel & Nanay, 2017). Esta dificultad se ha asociado generalmente a la presencia del sesgo cognitivo conocido como “salto a las conclusiones” (jumping to conclusions), el cual hace referencia a la aceptación de hipótesis basadas en evidencia insuficiente (Evans et al., 2015; Jardri et al., 2017; Sterzer et al., 2017; Stuke et al., 2017) y este, a su vez, se relaciona con alteraciones en procesos cognitivos ya mencionados, como la memoria de trabajo y funciones ejecutivas (Bubrovsky & Thomas, 2011; Broome et al., 2007; Everett, Lavoie, Gagnon y Gosselin, 2001; Jardri et al., 2017; González et al., 2018). De igual manera, este sesgo se ha asociado a la dificultad que tienen los pacientes con esquizofrenia para actualizar un patrón de respuestas luego de recibir retroalimentación negativa, por lo cual tienden a perseverar en sus errores de manera sistemática (Evans et al., 2015).

En esta línea, cabe mencionar algunos estudios realizados para comprender de qué forma el sesgo de saltar a las conclusiones interfiere en tareas de aprendizaje. Ejemplo de esto fue el estudio llevado a cabo por Everett et al. en el año 2001, cuyo objetivo fue el evaluar la disfunción de las funciones ejecutivas, entre las que se incluye la memoria de trabajo, de pacientes con esquizofrenia aguda. Para la evaluación de este déficit, fue utilizado el Test de clasificación de cartas de Wisconsin en su versión computarizada, que mide flexibilidad cognitiva y abstracción de reglas para la resolución de problemas (Everett et al., 2001). El test de Wisconsin consiste en

presentar cuatro estímulos distintos, es decir, cuatro cartas que difieren en atributos como color (rojo, azul, amarillo o verde), forma (cruz, círculo, estrella o triángulo) y número de objetos (de 1 a 4); que pueden ser ordenadas de acuerdo a algún criterio. La tarea del participante entonces consiste en indicar el criterio que cree se utilizó para ordenar las cuatro cartas, abstrayendo una regla y cambiando su criterio decisional a medida que el evaluador provee retroalimentación (Everett et al., 2001). Los resultados encontrados en este estudio dieron cuenta de que los pacientes tendieron a perseverar en sus errores sistemáticamente al ser comparados con el grupo control. Al contrario, el grupo control pudo mejorar su rendimiento en la tarea al recibir retroalimentación, siendo capaces de integrar la información (Everett et al., 2001). Dicha conclusión no se explica a causa de factores intervinientes como variables sociodemográficas, ya que la muestra del estudio fue pareada de acuerdo a estos criterios (Everett et al., 2001).

De igual manera, es posible mencionar el experimento realizado por Broome et al. (2007), cuyo objetivo fue analizar el rol de la memoria de trabajo en el razonamiento y sesgo cognitivo de “saltar a las conclusiones” en un grupo de pacientes con síntomas prodrómicos en riesgo de desarrollar esquizofrenia en los próximos 12 meses. Para esto, los autores aplicaron la tarea experimental “bead task”, la cual consiste en presentar a los participantes dos frascos rellenos con una proporción distinta de pelotas de dos colores distintos. A partir de esta premisa, los sujetos deben observar una serie de pelotas, negras y blancas, y seleccionar el frasco del cual proviene, tomando en cuenta la proporción de pelotas de una secuencia expuesta. Las pelotas se muestran una por una y el participante puede decidir en cualquier momento de la secuencia (Broome et al., 2007). Los resultados de este experimento revelaron que los pacientes con riesgo de desarrollar esquizofrenia solían tomar decisiones en base a un menor número de pelotas de la secuencia que los sujetos del grupo control, lo cual da cuenta de un estilo de pensamiento que “salta a las

conclusiones”. De igual forma, la presencia de este sesgo cognitivo correlacionó positivamente con la severidad de las creencias anormales de los participantes, independiente del grupo; y con la severidad de la discapacidad de la memoria de trabajo de los pacientes con riesgo de desarrollar psicosis (Broome et al., 2007).

Igualmente, el reciente estudio realizado por González et al. (2018) resulta relevante. Con el fin de estimar las diferencias del funcionamiento cognitivo entre pacientes diagnosticados con primer episodio de psicosis, se comparó el rendimiento de dos grupos de pacientes en donde uno tendía a utilizar el sesgo cognitivo de “saltar a las conclusiones” en sus respuestas, mientras que el otro no utilizaba dicho sesgo. Para responder a este objetivo, se aplicó una batería de instrumentos para medir funciones cognitivas como memoria de trabajo y otras funciones ejecutivas, además de medir el rendimiento de ambos grupos en tareas de aprendizaje como Test de clasificación de cartas de Wisconsin versión computarizada y la tarea de Stroop. Los resultados del estudio demostraron que, incluso en etapas tempranas del trastorno, los pacientes ya presentan deficiencias cognitivas significativas, independiente del grupo experimental. Conjuntamente, se encontró una relación entre la predisposición a presentar el sesgo de “saltar a las conclusiones” y funcionamiento cognitivo de los pacientes, de forma que mientras peores resultados obtenían los participantes en las pruebas cognitivas, existía una mayor tendencia a utilizar el sesgo de “saltar a las conclusiones” en las tareas de aprendizaje (González et al., 2018).

Nuevo aporte a la tarea de hundimiento

Dado que la tarea experimental de hundimiento de objetos está diseñada para dar cuenta de las creencias subyacentes a las predicciones de los participantes (Castillo & Kloos, 2013; Castillo, Kloos, Richardson & Waltzer, 2015; Castillo, Waltzer & Kloos, 2016; Castillo, Waltzer & Kloos, 2017), la contrastación del desempeño de pacientes y población típica explicaría la influencia de

los procesos cognitivos a lo largo de la tarea experimental. En esta línea, debido a que los pacientes con esquizofrenia presentan un funcionamiento cognitivo caracterizado por dificultad para integrar la información sensorial (Schmack et al., 2017; Stuke et al., 2017; Wende et al., 2015), realizar inferencias causales (Griffin & Fletcher, 2011), discriminar la relevancia de la información (Sterzer et al., 2017; Stuke et al., 2017; Teufel & Nanay, 2017) y actualizar sus patrones de respuestas a partir de la retroalimentación (Evans et al., 2015); se espera que presenten un menor desempeño en la tarea de hundimiento de objetos al ser comparados con un grupo control. A su vez, se espera que el grupo control tenga un patrón de respuestas similar a los encontrados en anteriores estudios sobre hundimiento de objetos (Castillo et al., 2015; Castillo et al., 2016; Castillo et al., 2017). De igual forma, si la tarea de hundimiento resulta ser sensible a los procesos cognitivos, es posible suponer que el desempeño de pacientes y población típica se equipararía al controlar estadísticamente el efecto estas variables.

Por último, y tal como se ha mencionado anteriormente, la finalidad de este estudio es comprender los mecanismos de aprendizaje involucrados en la tarea experimental de hundimiento de objetos, incorporando un grupo clínico que ha demostrado tener déficits permanentes en algunas funciones cognitivas lo cual, a su vez, aportaría al cuerpo teórico dando cuenta de cómo los procesos cognitivos se relacionan con el aprendizaje, mantención y cambio de creencias en esta área.

Objetivos

Objetivo General

Determinar si los procesos cognitivos de memoria de trabajo, velocidad de procesamiento y el aprendizaje asociativo median el patrón de respuestas de los sujetos en la tarea de hundimiento de objetos.

Objetivos Específicos

1. Caracterizar el patrón de respuesta de los participantes de acuerdo a configuración, segmento, condición y grupo experimental.
2. Analizar la variabilidad del patrón de respuesta de los grupos a partir de las funciones cognitivas estudiadas.
3. Comparar el patrón de respuesta de los grupos a partir de la variabilidad del patrón de respuesta.

Método

Tipo de estudio

El presente estudio es de tipo cuantitativo, dado que se utilizaron variables cuantitativas como la proporción de respuestas correctas de los participantes en la tarea y los puntajes obtenidos por los participantes en tres subpruebas de la Escala Wechsler de Inteligencia para Adultos (WAIS-IV). Asimismo, el estudio tiene un alcance explicativo, ya que determina la influencia de procesos cognitivos como memoria de trabajo, velocidad de procesamiento y aprendizaje asociativo, a lo largo de la tarea experimental (Hernández, Fernández & Baptista, 2010).

Diseño de la investigación

La investigación tiene un diseño cuasiexperimental, en donde los grupos fueron asignados en primera instancia. De esta manera, el grupo experimental correspondió a pacientes diagnosticados con esquizofrenia, mientras que el grupo control correspondió a individuos sin trastornos psiquiátricos ni neurológicos. Ambos grupos fueron asignados a dos condiciones, siendo éstas “hundimiento rápido”, en donde debían predecir cuál objeto se hundía más rápido; y “hundimiento lento”, en donde los participantes hicieron predicciones sobre el objeto que se hundiría más lento. El experimento constó de 240 ensayos estructurados en tres fases: pre-test, test

y post-test. Tanto el pre-test como el post-test consistieron en 60 ensayos, mientras que el test consistió en 120. En cada ensayo, los participantes registraban su respuesta presionando una tecla en el computador.

Participantes

Para la realización de este estudio se utilizó un muestreo no probabilístico (Hernández, Fernández & Baptista, 2010). Para ello, fueron reclutados pacientes diagnosticados con esquizofrenia luego del primer episodio de psicosis de la región del Maule, Chile. La muestra se dividió en dos grupos: grupo experimental y grupo control. El grupo experimental se compuso de 19 pacientes con esquizofrenia (17 hombres, 2 mujeres; $\bar{X} = 22,7$ años, $SD = 4,6$ años) diagnosticados en el Hospital de Curicó, Hospital de Talca y Hospital de Chillán y asignados aleatoriamente a las condiciones rápido o lento (9 pacientes en condición hundimiento rápido y 10 pacientes en condición hundimiento lento). El grupo experimental fue pareado con el grupo control y correspondió a 19 sujetos (17 hombres, 2 mujeres; $\bar{X} = 22,1$ años, $SD = 4,01$ años) sin trastornos psiquiátricos y/o neurológicos ni parientes de primer grado diagnosticados con esquizofrenia.

Se les presentó un consentimiento informado en formato físico a todos los participantes previa a la realización del experimento. Durante el desarrollo del experimento, algunos pacientes con dificultades motoras fueron asistidos para registrar sus respuestas en el computador. Todos los participantes recibieron una compensación económica por participar en el estudio.

Instrumentos y definición de variables

Para la realización de esta investigación, se diseñó una tarea experimental en donde se presentaron fotografías de frascos de vidrio con discos de aluminio. Existían tres tipos de frascos, grandes, medianos y pequeños; cuya capacidad era de 5, 4 y 3 discos de aluminio de 43 gr.,

respectivamente (Figura 7). La consigna de la tarea fue la *predicción del hundimiento de objetos*, que se dividió en dos condiciones: predicción de hundimiento rápido y predicción de hundimiento lento. Tanto la presentación de los estímulos como el registro de respuestas fueron controlados de manera automática por el programa E-Prime 1.2.

La presentación de los estímulos fue hecha por medio de fotografías, en donde se mostraban dos frascos con discos de aluminio. Existieron 60 tipos de combinaciones posibles de frascos, organizadas en cinco configuraciones con 12 combinaciones en cada una (Figura 8). La configuración *pequeño* mostraba un par de frascos de distinto tamaño con la misma cantidad de discos en su interior, en donde el frasco más pequeño era el que se hundía más rápido (Figura 8-A), mientras que la configuración *pesado* mostraba un par de frascos de igual tamaño pero con distinta cantidad de aluminios, en donde el frasco más pesado era el que se hundía más rápido (Figura 8-B). Las configuraciones *pequeño-pesado*, *grande-pesado* y *pequeño-liviano*, mostraron pares de frascos de distinto tamaño y distinta cantidad de discos de aluminio. En la configuración *pequeño-pesado*, el frasco más pequeño y con más cantidad de discos se hundía más rápido (Figura 8-C); mientras que en la configuración *grande-pesado*, el frasco con de mayor tamaño y con más cantidad de discos se hundía más rápido (Figura 8-D). Por último, en la configuración *pequeño-liviano*, el frasco más pequeño y con menos discos en su interior se hundía más rápido (Figura 8-E), siendo ésta la configuración crítica debido a que el único criterio de predicción que resuelve este problema es la densidad.





Estímulo	Descripción	Dimensiones	Numero de discos	Densidad (g/cm³)
	Disco de aluminio	1 cm de alto 4 cm de diámetro 43 g	---	3.42
	Frasco grande	8 cm de alto 6.3 cm de ancho	De 1 a 5	De 0.81 a 1.54
	Frasco mediano	6.9 cm de alto 5.8 cm de ancho	De 1 a 4	De 0.94 a 1.68
	Frasco pequeño	5 cm de alto 5.3 cm de ancho	De 1 a 3	De 1.21 a 2.06

Figura 7: Caracterización de los estímulos presentados en la tarea de hundimiento de objetos.



Figura 8: Caracterización de las configuraciones de frascos presentadas en la tarea de hundimiento de objetos. Se observan ejemplos de pares de frascos, en donde el objeto que se hunde más rápido se encuentra señalado por una estrella: pequeño (A), pesado (B), pequeño-pesado (C), grande-pesado (D) y pequeño-liviano (E).

El experimento tuvo un total de 240 ensayos estructurados en tres fases: pre-test, test y post-test (Figura 9). Tanto el pre-test como el post-test constaron de 60 ensayos (Figura 9-A). Por su parte, el test consistió en un entrenamiento con retroalimentación de 120 ensayos en total, compuesto por una secuencia de 60 ensayos repetidos 2 veces (Figura 9-B). Para entregar retroalimentación, se presentó una fotografía de dos frascos arrojados al interior de un estanque con agua (Figura 9-B).

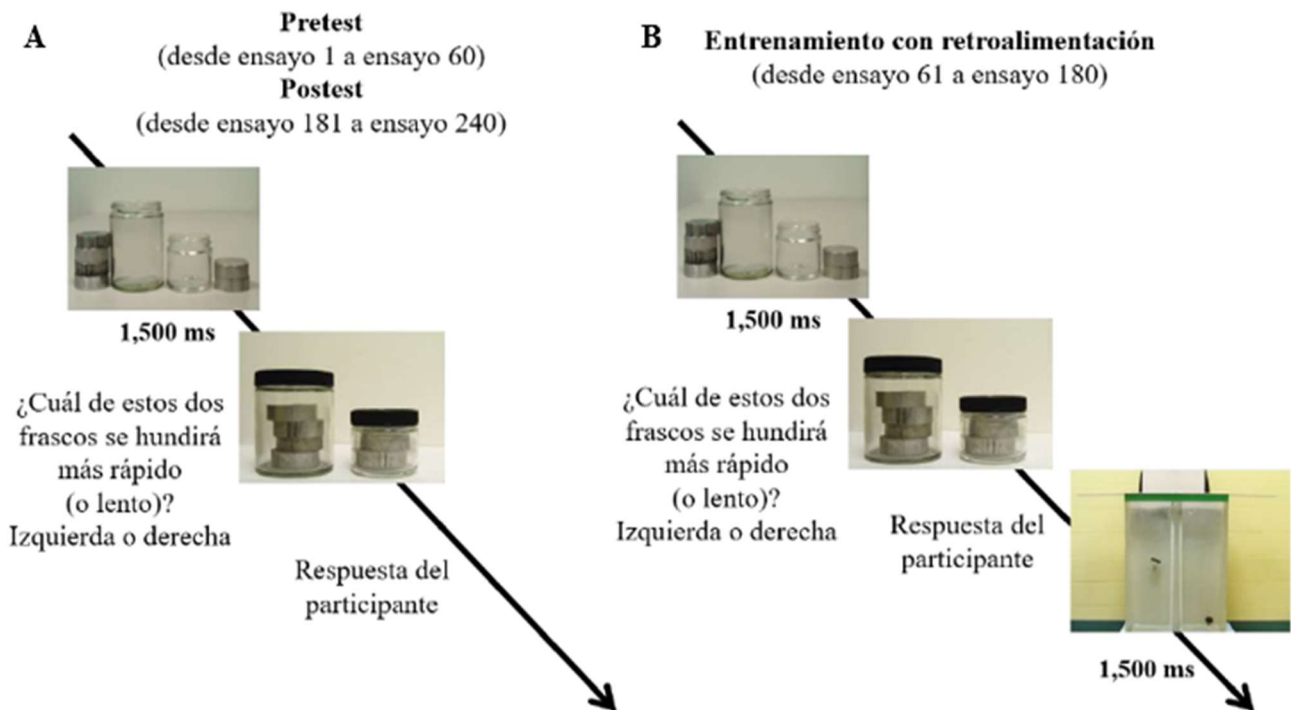


Figura 9: Estructura de la tarea experimental. Se observa la presentación de los estímulos en las fases de pre-test y post-test (A), y en la fase de entrenamiento (test) con retroalimentación (B).

Para registrar las predicciones acerca del hundimiento de objetos en cada ensayo se utilizó un teclado numérico, en donde las teclas 1 y 2 correspondían a “izquierdo” y “derecho”, respectivamente. La tecla 1 representaba al frasco que aparecía al lado izquierdo de la imagen-estímulo y la tecla 2 representaba al frasco que aparecía al lado derecho.

Por último, para medir los procesos cognitivos como memoria de trabajo, velocidad de procesamiento y aprendizaje asociativo, se utilizaron tres sub-pruebas de la *Escala de inteligencia de Wechsler para Adultos Cuarta Edición (WAIS-IV; $\alpha = .94$)* validada en Chile (Rosas et al., 2014). Para medir memoria de trabajo se utilizó la sub-prueba *Retención de Dígitos*, para medir la

velocidad de procesamiento se utilizó la sub-prueba *Búsqueda de Símbolos* y para medir la capacidad de aprendizaje asociativo se utilizó la sub-prueba *Claves*.

Variables independientes

- 1) Grupo experimental y grupo control.
- 2) Condición de predicción de la tarea de hundimiento (rápido y lento).
- 3) Cinco tipos de configuraciones de frascos (pequeño, pesado, pequeño-pesado, grande-pesado y pequeño-liviano).
- 4) Entrenamiento (test) con retroalimentación.
- 5) Puntaje de sub-prueba Retención de Dígitos del WAIS-IV.
- 6) Puntaje de sub-prueba Búsqueda de Símbolos del WAIS-IV.
- 7) Puntaje de sub-prueba Claves del WAIS-IV.

Variables dependientes

- 1) Proporción promedio de respuestas correctas por cada 20 ensayos. En donde un puntaje total promedio de 1 representa un 100% de respuestas correctas. Una línea corte fue establecida en el puntaje total promedio de 0,75, indicando que el participante utiliza un criterio de decisión correcto para responder. Por otra parte, un puntaje total promedio de 0,5 indica que el participante está seleccionando sus respuestas al azar; y un puntaje total promedio de 0,25 indica que el participante utiliza un criterio de decisión incorrecto para resolver la tarea.

Procedimiento

Posterior a la firma del consentimiento informado, un psicólogo clínico evaluó a los participantes en las tres sub-pruebas del WAIS-IV (Retención de Dígitos, Búsqueda de Símbolos y Claves), en una oficina o box iluminado y libre de ruidos. Luego de la evaluación, los

participantes fueron llevados a otra sala habilitada con un computador. Los participantes del grupo experimental fueron evaluados en sus centros de salud (Hospital de Día de Curicó, Hospital de Día de Talca y Hospital Hermina Martín de Chillán). Los participantes del grupo control, por su parte, fueron evaluados en las dependencias del laboratorio de Psicología Experimental Cognitiva de la Facultad de Psicología de una Universidad de Talca. Los experimentos fueron aplicados y controlados automáticamente mediante el programa E-Prime 1.2. Las instrucciones y dudas fueron aclaradas al inicio de la aplicación por un asistente técnico, quien, en el caso de los pacientes, adaptó las instrucciones y asistió en el registro de las respuestas. La tarea experimental se estructuró en tres fases, pre-test, test y post-test. Durante el pre-test y el post-test, los participantes observaron una imagen con un par de frascos y sus respectivos aluminios a un costado durante 1.500 milisegundos (1,5 segundos; Figura 9-A). Terminado ese tiempo, se mostró en pantalla el mismo par de frascos, pero con los aluminios en su interior. Durante la presentación de esta imagen, los participantes debieron presionar una tecla, indicando cuál de los dos frascos, izquierdo o derecho, se hundiría más rápido o más lento, dependiendo de la condición. El tiempo de presentación de esta imagen dependió de la demora del participante al momento de responder (Figura 9-A). Un ensayo en el pre-test y post-test consistía en la presentación de estas dos imágenes además del registro de la respuesta. En el test con retroalimentación, se repitieron los 60 ensayos aleatorios dos veces, de manera que se presentaron 120 ensayos en total. Durante esta fase los estímulos fueron mostrados de una forma similar, sin embargo, una vez que el participante registraba su respuesta, se mostraba durante 1500 milisegundos una imagen con la retroalimentación (Figura 9-B). Finalizado el experimento, se agradeció a cada sujeto por su participación.

Plan de Análisis

Para analizar los datos obtenidos a partir de la tarea experimental de hundimiento de objetos y los puntajes de las tres sub-pruebas del WAIS-IV se utilizó el paquete de análisis estadístico SPSS versión 25. Para analizar y comparar el desempeño de ambos grupos a lo largo de la tarea se realizará un ANOVA de medidas repetidas de $2 \times 2 \times 5 \times 12$, dado que son dos grupos, dos condiciones, cinco configuraciones y doce tipos de pares de frascos por configuración. Por otra parte, para determinar si las variables de memoria de trabajo, velocidad de procesamiento y aprendizaje asociativo afectan al desempeño de la tarea para ambos grupos, se realizará un ANCOVA de medidas repetidas de $2 \times 2 \times 5 \times 12$. Este análisis tiene la misma estructura del anterior y los puntajes de las tres sub-pruebas corresponden a las 3 variables covariantes.

Resultados

Se realizó una caracterización del desempeño de ambos grupos en la tarea de hundimiento de objetos a partir del análisis ANOVA de $2 \times 2 \times 5 \times 12$. De este modo, se observó que existe un incremento sostenido del promedio de respuestas correctas en el transcurso de los segmentos pre-test, entrenamiento con feedback y post-test, $F_{(11,374)} = 10.13$; $p = .001$; $\eta^2 = .23$; $1-\beta = 1$. El promedio de respuestas correctas durante el pre-test se encontró entre .67 y .68; a su vez, durante el entrenamiento con feedback el promedio de respuestas correctas aumentó entre .73 y .83; en donde finalmente, durante el post-test, los participantes tuvieron el mejor promedio de respuestas correctas, encontrándose entre .84 y .85. Asimismo, los resultados demostraron que los participantes tuvieron una mayor proporción de respuestas correctas en la condición rápido ($M = .84$) que en la condición lento ($M = .71$), $F_{(1,34)} = 5.56$; $p = .024$; $\eta^2 = .14$; $1-\beta = .63$. De la misma forma, los participantes tuvieron un promedio de respuestas correctas mayor al azar en todos los tipos de configuraciones de frascos a lo largo de la tarea experimental, exceptuando la

configuración *pequeño-liviano*, ($M_{\text{Pesado}} = .88$) = ($M_{\text{Pequeño-pesado}} = .87$) > ($M_{\text{Grande-pesado}} = .81$) > ($M_{\text{Pequeño}} = .77$) > ($M_{\text{Pequeño-liviano}} = .55$), $F_{(4, 136)} = 21.37$; $p = .001$; $\eta^2 = .39$; $1-\beta = 1$. Adicionalmente, los resultados dieron cuenta de una interacción entre la condición de la tarea y el tipo de configuración de frasco, $F_{(4, 136)} = 5.13$; $p = .001$; $\eta^2 = .13$; $1-\beta = .96$. Tal como muestra la figura 10, el promedio de respuestas correctas en la condición de hundimiento rápido fue significativamente mayor las configuraciones pesado, grande-pesado y pequeño-pesado.

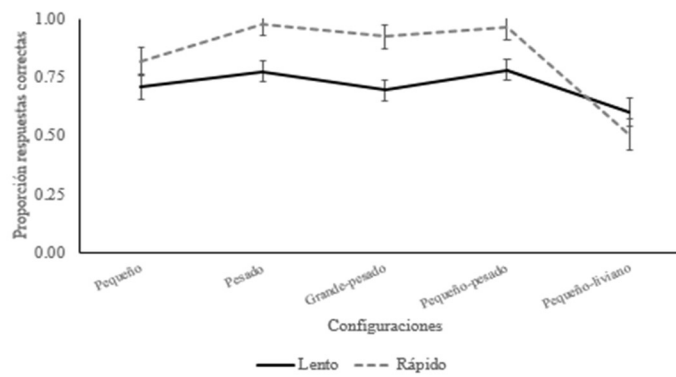


Figura 10: Proporción media de respuestas correctas según configuración de frascos y condición de hundimiento lento o rápido.

Igualmente, existe una interacción entre el segmento de la tarea y el tipo de configuración de frascos, de manera que el promedio de respuestas correctas de las configuraciones se incrementa a medida que el experimento avanza desde el pre-test hasta el post-test, $F_{(44, 1496)} = 1.39$; $p = .047$; $\eta^2 = .04$; $1-\beta = .99$.

Por último, es posible reportar que existe una interacción triple entre la condición de hundimiento rápido y hundimiento lento, el segmento de la tarea y el tipo de configuración de frasco (Figura 11), $F_{(44, 1496)} = 2.81$; $p = .001$; $\eta^2 = .08$; $1-\beta = 1$

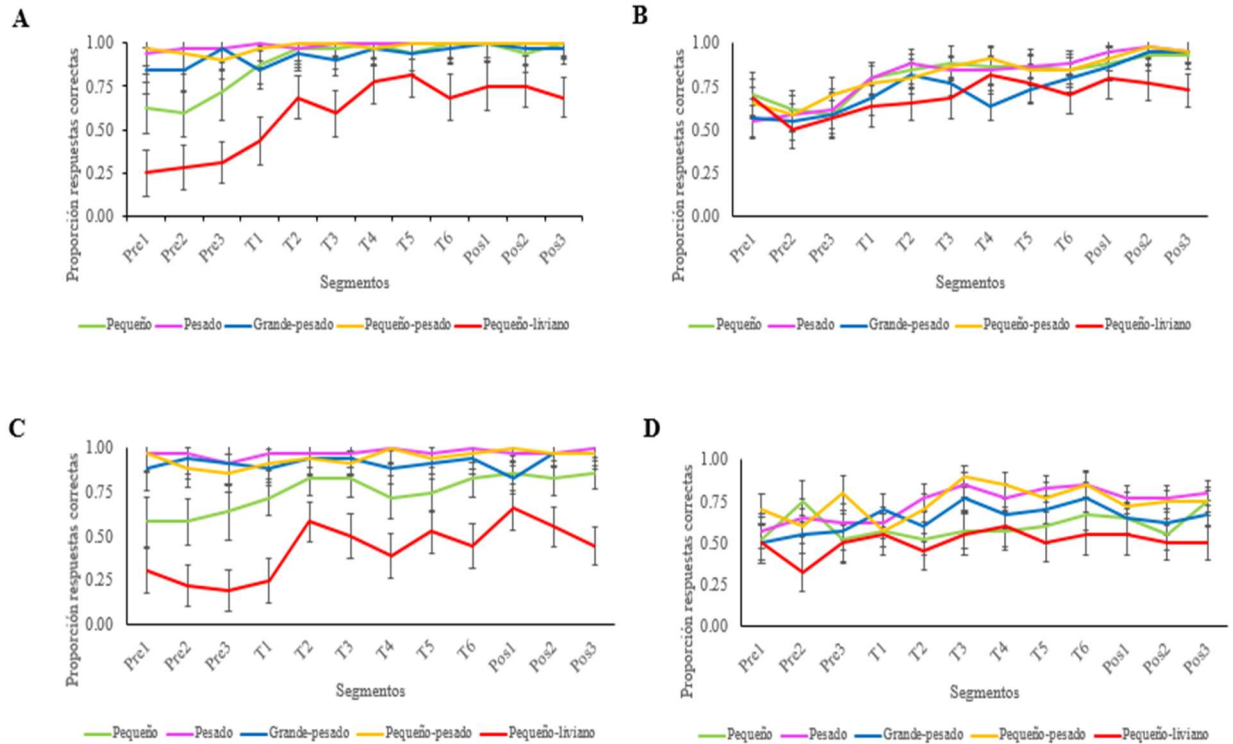


Figura 11: Proporción media de respuestas correctas de acuerdo a análisis ANOVA para controles (A y B) y pacientes (C y D), para la condición de hundimiento rápido (A y C) y hundimiento lento (B y D).

En la condición de hundimiento rápido, durante el pre-test, se observa que las configuraciones pesado, grande-pesado y pequeño-pesado tuvieron un promedio de respuestas correctas sobre el .75, no obstante, las configuraciones pequeño y pequeño-liviano se mantuvieron bajo el 75% y bajo el azar, respectivamente (Figura 11-A y figura 11-C). Durante el entrenamiento con feedback, las configuraciones pesado, grande-pesado y pequeño-pesado mantienen su desempeño y la configuración pequeño alcanza el promedio de respuestas correctas sobre .75; mientras que la configuración pequeño-liviano fluctúa en un promedio cercano al azar. Este patrón de respuestas también se observa hacia el final de experimento en el post-test (Figura 11-A y figura 11-C). Por otra parte, en la condición de hundimiento lento, el promedio de respuestas correctas durante el pre-test se encuentra bajo el .75 para todas las configuraciones (Figura 11-B y figura 11-D). Cabe destacar que las configuraciones pequeño y pequeño-liviano tienen un desempeño

mayor en este segmento para la condición de hundimiento lento que para la condición de hundimiento rápido, sin embargo, para el resto de las configuraciones, el desempeño es menor en la condición lento que en la condición de hundimiento rápido (Figura 11). A lo largo del entrenamiento con feedback, el promedio de respuestas correctas de las configuraciones aumenta, de manera que todas las configuraciones se encuentran sobre el .75, exceptuando la configuración pequeño-liviano, cuyo desempeño se encuentra en .60. Hacia el final de la tarea experimental, el patrón de respuestas de las configuraciones se mantiene estable (Figura 11-B y figura 11-D). Cabe mencionar que no se observaron diferencias significativas en el desempeño de la tarea entre el grupo de pacientes ($M = .78$) y grupo control ($M = .77$), $F_{(1,34)} = 3,33$; $p = .077$; $\eta^2 = .89$; $1-\beta = .63$; ni tampoco interacciones entre grupos y otras variables tales como segmento de la tarea, $F_{(11,374)} = 1,35$; $p = .20$; $\eta^2 = .04$; $1-\beta = .72$; tipo de configuración de frasco $F_{(4,136)} = 1,38$; $p = .24$; $\eta^2 = .04$; $1-\beta = .42$; o condición $F_{(1,34)} = 0,28$; $p = .06$; $\eta^2 = .008$; $1-\beta = .08$.

Ahora bien, para conocer el desempeño del grupo control y pacientes igualando la influencia de las variables de memoria de trabajo, velocidad de procesamiento y aprendizaje asociativo, se realizó un análisis ANCOVA de $2 \times 2 \times 5 \times 12$. A partir de este análisis se observó que la relación entre el incremento del promedio de respuestas correctas y el segmento de la tarea, vale decir, pre-test, entrenamiento con feedback y post-test continúa siendo significativo, $F_{(11,341)} = 5,09$; $p = .001$; $\eta^2 = .14$; $1-\beta = 1$. A este hallazgo se agrega que existe una interacción entre el segmento de la tarea y el grupo experimental, $F_{(11,341)} = 3,23$; $p = .001$; $\eta^2 = .94$; $1-\beta = .99$. De esta manera, tal como se aprecia en la figura 12, el grupo control obtuvo un promedio de respuestas durante el pre-test en torno al .60, aumentando su desempeño durante el entrenamiento con feedback entre 0.80 y 0.90, y alcanzando el máximo desempeño de respuestas correctas durante el post-test con 0.90. Al contrario, el grupo de pacientes tiene un desempeño homogéneo a lo largo

de la tarea experimental, de manera que el promedio de respuestas se encuentra en torno al 0.70 durante el pre-test, entrenamiento y post-test.

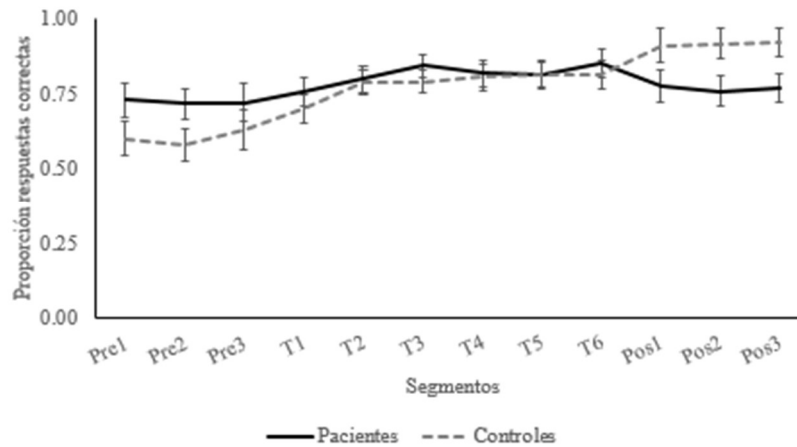


Figura 12: Proporción media de respuestas correctas según segmentos y grupo (pacientes v/s controles).

De igual manera, los resultados continúan demostrando que los participantes tienen un mejor desempeño en la condición de hundimiento rápido ($M = .84$) que en la condición de hundimiento lento ($M = .71$), $F_{(1,36)} = 7.50$; $p = .010$; $\eta^2 = .20$; $1-\beta = .76$. Asimismo, la relación entre el tipo de configuración de frasco y el promedio de respuestas correctas se mantiene en este análisis, de forma que la configuración pequeño-liviano continúa teniendo el peor desempeño (Figura 10), $F_{(4, 124)} = 3.04$; $p = .020$; $\eta^2 = .90$; $1-\beta = .79$. Igualmente, la interacción entre la condición de hundimiento rápido o lento y el tipo de configuración de frasco se mantiene (Figura 10), $F_{(4,136)} = 5.11$; $p = .001$; $\eta^2 = .14$; $1-\beta = .96$; no obstante, la interacción entre segmento de la tarea y tipo de configuración de frasco desaparece, $F_{(44,1364)} = 1.24$; $p = .139$; $\eta^2 = .04$; $1-\beta = .99$. A su vez, la interacción triple entre condición de la tarea, segmento y tipo de configuración de

frasco sigue siendo significativa, $F_{(44,1364)} = 2.29$; $p = .001$; $\eta^2 = .07$; $1-\beta = 1$, donde el patrón de desempeño es similar al descrito con el análisis ANOVA (Figura 13).

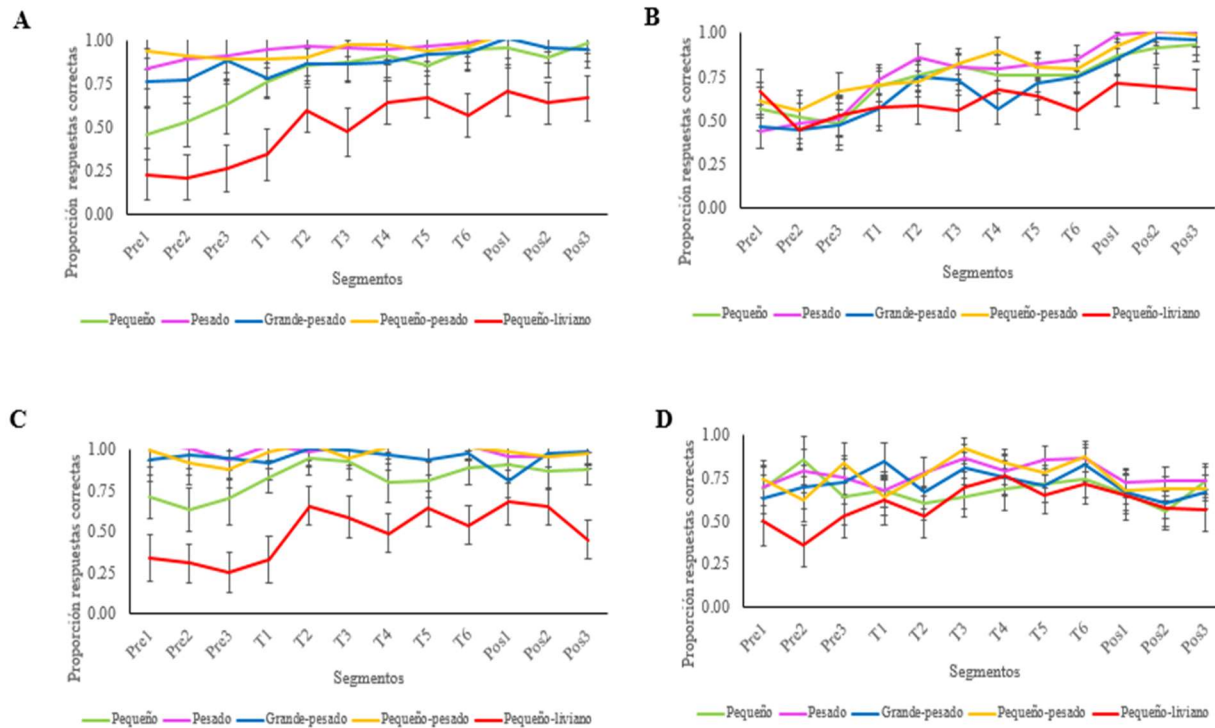


Figura 13: Proporción media de respuestas correctas de acuerdo a análisis ANCOVA para controles (A y B) y pacientes (C y D), para la condición de hundimiento rápido (A y C) y hundimiento lento (B y C).

De la misma forma, al controlar las variables de procesamiento cognitivo, las diferencias de desempeño entre grupo de pacientes ($M = .78$) y grupo control ($M = .77$) se aminoraron y continúan siendo no significativas, $F_{(1,35)} = 0.14$; $p = .90$; $\eta^2 = .001$; $1-\beta = .52$. Por último, cabe destacar que, de acuerdo al análisis de ANCOVA, las variables que tuvieron una influencia significativa en el patrón de respuestas de los participantes fueron la memoria de trabajo, $F_{(1,35)} = 5.63$; $p = .024$; $\eta^2 = .154$; $1-\beta = .63$, y el aprendizaje asociativo, $F_{(1,35)} = 1.17$; $p = .036$; $\eta^2 = .135$; $1-\beta = .57$; mientras que la velocidad de procesamiento resultó no ser significativa, $F_{(1,35)} = 4.82$; $p = .029$; $\eta^2 = .036$; $1-\beta = .18$.

En síntesis, tanto el análisis ANOVA como el análisis ANCOVA demostraron que existe una relación entre el segmento de la tarea y el promedio de respuestas correctas, de forma que a medida que los participantes fueron avanzando desde el pre-test hasta el post-test, pudieron conseguir un mayor porcentaje de respuestas correctas. Ambos análisis también dieron cuenta de que existe una relación entre la condición de hundimiento rápido o lento y el promedio de respuestas correctas, en donde los participantes obtuvieron una mayor proporción de respuestas correctas en la condición rápido. De igual manera, a partir de los resultados de ambos análisis se observó que existe una relación entre el tipo de configuración de frasco y el promedio de respuestas correctas, donde el promedio de respuestas correctas aumenta a lo largo de la tarea experimental para todos los tipos de frascos por sobre el azar, exceptuando el tipo de frasco *pequeño-liviano*, el cual tiene un promedio de respuestas de .55. Asimismo, se mantiene la interacción entre la condición de la tarea, ya sea hundimiento rápido o hundimiento lento y el tipo de configuración de frasco, de manera que el promedio de respuestas correctas fue mayor en todos los tipos de configuraciones en la configuración de hundimiento rápido. Igualmente, los resultados tanto del ANOVA como del ANCOVA demostraron que existe una interacción triple entre la condición de hundimiento rápido o lento, el segmento de la tarea y el tipo de configuración de frasco (Figura 11 y figura 13). De igual forma, cabe destacar, que ambos análisis dieron cuenta de que no existen diferencias significativas entre el desempeño del grupo control y grupo experimental a lo largo de la tarea.

Por otra parte, cabe señalar que el análisis ANCOVA dio cuenta de que las variables que influyeron marginalmente en el desempeño de los participantes fueron la memoria de trabajo y el aprendizaje asociativo. De igual importancia, a partir del análisis de ANCOVA se demostró que existe una interacción entre segmento de la tarea y grupo, de manera tal que el grupo control

incrementó su promedio de respuestas a lo largo de la tarea experimental, mientras que el grupo experimental mantuvo un promedio de respuestas similar en los tres segmentos de la tarea. Cabe mencionar que este hallazgo no fue reportado al conducir el análisis de ANOVA. Por último, es posible mencionar que los resultados del ANOVA demostraron que existe una interacción entre el segmento de la tarea y el tipo de configuración de frasco, por lo cual el promedio de respuestas correctas aumenta para todos los tipos de configuraciones de frascos a medida que avanza la tarea experimental a lo largo del pre-test, entrenamiento con feedback y post-test; sin embargo, este hallazgo no se encontró al conducir el análisis de ANCOVA.

Discusión

El propósito de la presente investigación fue determinar si la memoria de trabajo, la velocidad de procesamiento y el aprendizaje asociativo mediaron el patrón de respuestas de los participantes observados en la tarea de hundimiento de objetos. Para esto fue necesario, primeramente, caracterizar el desempeño de los participantes, los cuales corresponden a un grupo de pacientes con esquizofrenia y a un grupo control. A modo general, los resultados de este estudio demostraron que no existieron diferencias significativas entre los grupos, de modo que ambos tuvieron un patrón de respuestas similar durante la tarea (Figura 11 y figura 13). A pesar de ello, si fue posible evidenciar que existen diferencias significativas entre condiciones, en donde se observa un mejor desempeño en la condición de hundimiento rápido que en la condición de hundimiento lento. Este resultado pudo deberse a que las creencias sobre el hundimiento de objetos son procesadas de manera distinta dependiendo de la instrucción dada (Castillo et al., 2017). En efecto, fue posible apreciar una interacción entre la condición de la tarea y los tipos de configuraciones de frascos, similar a la encontrada en el estudio de Castillo et al. (2017), en donde

las configuraciones pesado, grande-pesado y pequeño-pesado demostraron un mejor desempeño en la condición de hundimiento rápido (Figura 10).

Al igual que resultados de estudios anteriores donde se utilizó la tarea de hundimiento, se observó un incremento de las respuestas correctas a lo largo de la tarea, con una destacable mejora luego del pre-test, lo cual demuestra que los sujetos integraron la retroalimentación a sus creencias previas (Castillo et al., 2015; Castillo et al., 2017). Además, se evidenció una interacción triple entre la condición del experimento, el segmento de la tarea y las configuraciones de los frascos. De este modo, en la condición de hundimiento lento, los sujetos tuvieron un mejor desempeño en las configuraciones pequeño y pequeño-liviano desde el pre-test, igualando el desempeño de todas las configuraciones a partir de la retroalimentación. Esto puede deberse a que las creencias evocadas a partir de la instrucción hicieron más salientes características como el espacio vacío, lo cual permitió aprender más fácilmente el criterio de densidad (Castillo et al., 2016; Castillo et al., 2017). Al contrario, en la condición de hundimiento rápido, los participantes comenzaron el pre-test con un buen desempeño en las configuraciones pesado, grande-pesado y pequeño-pesado, mientras que tuvieron un bajo desempeño en las configuraciones pequeño y pequeño-liviano. Este patrón de respuestas indica que los sujetos respondieron utilizando un sesgo en torno a la relevancia del peso de los frascos (Castillo et al., 2016; Castillo et al., 2017). Dicho sesgo pudo ser influenciado por la instrucción de hundimiento rápido, la cual, a su vez, pudo aumentar la saliencia de la característica del peso (Castillo & Kloos, 2013; Kloos et. al, 2015; Castillo et al., 2015; Castillo et. al, 2016; Castillo et. al, 2017). Luego de la retroalimentación, los participantes igualaron el desempeño de todas las configuraciones, con excepción de la configuración pequeño-liviano, por lo cual se desprende que el sesgo se mantuvo a pesar de la retroalimentación (Castillo et al., 2016; Castillo et al., 2017). Adicionalmente, los resultados demostraron que los

participantes tuvieron un desempeño óptimo para todas las configuraciones, con excepción de la configuración pequeño-liviano. Este hallazgo demuestra nuevamente la dificultad de los sujetos para cambiar sus creencias respecto a la relevancia del peso, el tamaño o ambos atributos e incorporar el criterio de la densidad en la resolución de la tarea de hundimiento (Castillo & Kloos, 2013; Kloos et. al, 2015; Castillo et al., 2015; Castillo et. al, 2016; Castillo et. al, 2017).

Por otra parte, al analizar la variabilidad de las respuestas a partir de las funciones cognitivas estudiadas, se demostró que solamente la memoria de trabajo y el aprendizaje asociativo influyeron, aunque marginalmente, en el desempeño de ambos grupos. En este sentido, es posible mencionar que, si bien las diferencias entre los grupos se minimizaron al igualar la influencia de los procesos cognitivos, no fue posible apreciar diferencias significativas de desempeño entre el grupo control y grupo de pacientes. De esta forma, el patrón de respuestas de ambos grupos fue similar a lo discutido en términos generales, en donde se aprecian diferencias en el desempeño en función de la condición, con un mayor promedio de respuestas en la condición de hundimiento rápido, y una interacción entre condición, segmento de la tarea y configuración de frascos. Este hallazgo permite evidenciar que el efecto de la instrucción de hundimiento rápido o lento y las creencias evocadas a partir de ésta tienden a mantenerse en ambos grupos, incluso a pesar de controlar las variables de procesamiento cognitivo.

Asimismo, fue posible observar una interacción entre el segmento de la tarea y el grupo experimental, independiente de la condición (Figura 12). De esta manera, se observó que mientras el grupo control aumentó notoriamente las respuestas correctas a partir del entrenamiento con retroalimentación; el grupo clínico mantuvo una media de respuestas estable desde el pre-test hasta el pos-test. Este resultado permite dar cuenta de que mientras las creencias iniciales del grupo control cambiaron a partir de la retroalimentación por creencias más adecuadas; las creencias del

grupo de pacientes tendieron a ser más estables. Este hallazgo permite hipotetizar, por una parte, que el grupo control típicamente desarrollado, al tener una capacidad de memoria de trabajo neurotípica y un aprendizaje asociativo normativo, pudieron cambiar el patrón de respuesta a partir de la retroalimentación, mientras que el grupo de pacientes pudo persistir en sus errores debido a la dificultad que éstos presentan en su flexibilizar sus estrategias de resolución a partir de retroalimentación negativa (Evans et al., 2015; Everett et al., 2001). De igual manera, es posible conjeturar que el grupo control, al tener menor penetración cognitiva, pudo integrar la evidencia sensorial conflictiva a partir de las imágenes observadas en la retroalimentación de la tarea; al contrario, es posible que las respuestas del grupo de pacientes estuviese influida por procesos top-down (penetración cognitiva), de forma que éstos tendieron a sobrevalorar la importancia de sus creencias previas respecto al hundimiento de objetos y fallaron en incorporar la evidencia (Griffin & Fletcher, 2017; Kaplan et al., 2016; Powers et al., 2016; Sterzwe, Teufel et al., 2015; Teufel & Nanay, 2017). Cabe destacar que esta dificultad se ha relacionado con la severidad del deterioro de estos pacientes en la memoria de trabajo, la cual demostró ser una variable influyente en el patrón de respuesta de los participantes (Broome et al., 2007; Everett et al., 2001; González et al., 2018). Otra hipótesis posible se basa en la capacidad neurotípica del grupo control para aprender de manera adaptativa, de manera que las creencias previas sobre el hundimiento de objetos pudieron ser generadas a partir de atributos perceptualmente relevantes, tales como tamaño, peso y/o densidad; por el contrario, la evidencia señala que los pacientes con esquizofrenia tienen dificultades para discriminar atributos relevantes de irrelevantes, por lo cual, creencias previas sobre el hundimiento pudieron emerger en base a procesos de aprendizaje poco eficientes, y que fueron utilizadas de forma estable durante la tarea experimental (Sterzer et al., 2017; Stuke et al., 2017; Teufel & Nanay, 2017).

Los hallazgos encontrados en la presente investigación, si bien se asemejan a aquellos encontrados en estudios predecesores (Castillo & Kloos, 2013; Castillo, Kloos, Richardson & Waltzer, 2015; Castillo, Waltzer & Kloos, 2016; Castillo, Waltzer & Kloos, 2017; Kloos & Van Orden, 2005), presentan la ventaja de ser analizados a partir de variables del procesamiento cognitivo, tales como la memoria de trabajo, el aprendizaje asociativo y la velocidad de procesamiento, aportando nueva evidencia a la tarea de hundimiento de objetos. En este sentido, si bien no fue posible establecer una clara influencia de estos procesos, si se demostraron diferencias en el patrón de respuestas de pacientes versus controles en los segmentos de la tarea, lo cual indicó que las creencias de los pacientes tendieron a ser más estables que las del grupo control. A su vez, estas diferencias pueden ser explicadas desde el funcionamiento cognitivo característico de los pacientes con esquizofrenia, los cuales suelen tener mayor penetración cognitiva (Griffin & Fletcher, 2017; Kaplan et al., 2016; Powers et al., 2016; Sterzwe, Teufel et al., 2015; Teufel & Nanay, 2017), aprender desde atributos irrelevantes (Sterzer et al., 2017; Stuke et al., 2017; Teufel & Nanay, 2017) y tener una menor capacidad para incorporar retroalimentación negativa (Evans et al., 2015; Everett et al., 2001); sin embargo, nuevas investigaciones son necesarias para clarificar estos resultados. En cuanto a las limitaciones del presente estudio se demuestra la necesidad de ampliar el tamaño muestral, pues puede que diferencias entre grupos no hayan sido apreciables debido a la cantidad de participantes. De igual manera, es también necesario puntualizar el hecho de que el presente estudio no consideró mediciones de tiempos de reacción de los participantes en la tarea, lo cual pudo influir en que la variable de velocidad de procesamiento no fuese significativa durante el desempeño de la tarea, ya que ésta es operacionalmente descrita como la cantidad de respuestas correctas que un individuo da en un

período acotado (Lahera, Ruiz, Brañas, Vicens & Orozco, 2017; Ríos-Lago, Lubrini, Periañez, Viejo & Tirapu, 2012). Incluir esta medición en un futuro estudio podría evidenciar otros procesos cognitivos asociados al patrón de respuesta de los sujetos. Asimismo, es importante incluir nuevas mediciones de procesos cognitivos involucrados en la tarea experimental utilizados en estudios precedentes, tales como el test de Wisconsin (Everett et al., 2001; González et al., 2018), la tarea de las cuentas (bead task; Broome et al., 2007) y la tarea de Stroop (González et al., 2018). Por otra parte,

Por último, para futuras investigaciones, podrían ser analizados los resultados de la tarea de hundimiento comparando otros grupos de población neurotípica y población clínica que presente déficits en procesos cognitivos y aprendizaje, como, por ejemplo, pacientes diagnosticados con Trastorno de déficit de atención con hiperactividad (TDAH), Trastornos del espectro autista (TEA), Trastorno de bipolaridad, entre otros. Estos hallazgos podrían complementar las explicaciones otorgadas desde enfoques del procesamiento de la información, demostrando nueva evidencia en torno al funcionamiento cognitivo de pacientes con déficits o dificultades en torno a estos procesos, lo cual resulta ser un desafío relevante en cuanto al estudio de las ciencias de la cognición aplicadas a la psicopatología (Powers et al., 2016; Schmack et al., 2017; Teufel et al., 2015; Teufel & Nanay, 2017; Wikinson, 2014; Yamashita & Tani, 2012).

Referencias

- Aguado-Aguilar, L. (2001). Aprendizaje y Memoria. *Revista de Neurología*, 32(4), 373-381.
- Aleman, A. (2014). Neurocognitive Basis of Schizophrenia: Information Processing Abnormalities and Clues for Treatment. *Advances in Neuroscience*, 14, 1-15. doi:10.1155/2014/104920
- Baldeweg, T., Klugman, A., Gruzelier, J. & Hirsch, S. (2003). Mismatch negativity potentials and cognitive impairment in schizophrenia. *Schizophrenia Research*, 69, 203-207. doi: 10.1016/j.schres.2003.09.009
- Broome, M., Johns, L., Valli, I., Woolley, J., Tabraham, P., Brett, C., ... McGuire, K. (2007). Delusion formation and reasoning biases in those at clinical high risk for psychosis. *British Journal of Psychiatry*, 191(51), 38- 42. doi:10.1192/bjp.191.51. s38
- Bubrowszky, M. & Thomas, P. (2011). Useful or Not? How Schizophrenic Patients Process the Relevance of a Visual Stimulus. *Journal of Behavioral and Brain Science*, 1, 111-114. doi:10.4236/jbbs.2011.13015
- Castillo, R., & Kloos, H. (2013). Can a Flow-Network Approach Shed Light on Children's Problem Solving? *Ecological Psychology*, 25, 281- 292. doi: 10.1080/10407413.2013.810453
- Castillo, R., Kloos, H., Richardson, M., & Waltzer, T. (2015). Beliefs as Self-Sustaining Networks: Drawing Parallels Between Networks of Ecosystems and Adults' Predictions. *Frontiers in Psychology*, 6, 1-13. doi: 10.3389/fpsyg.2015.01723

- Castillo, R., Waltzer, T., & Kloos, H. (2016). Ambiguity and Representational Stability: What is the role of embodied experiences? En Papafragou, A., Grodner, D., Mirman, D., & Trueswell, J.C. (Eds.), *Proceedings of the 38th Annual Conference of the Cognitive Science Society* (pp. 1080-1085). Austin, TX: Cognitive Science Society.
- Castillo, R., Waltzer, T., & Kloos, H. (2017). Hands-On Experience Can Lead to Systematic Mistakes: A Study on Adults' Understanding of Sinking Objects. *Cognitive Research: Principles and Implications*, 2(28), 1-12. doi: 10.1186/s41235-017-0061-8
- Everett, J., Lavoie, K., Gagnon, J. F., & Gosselin, N. (2001). Performance of patients with schizophrenia on the Wisconsin Card Sorting Test (WCST). *Journal of psychiatry & neuroscience*, 26(2), 123–130. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1407748/>
- Fletcher, P. & Frith, C. (2009). Perceiving is believing: A Bayesian approach to explaining the positives symptoms of schizophrenia. *Nature Reviews Neuroscience*, 10(1), 48-58. doi:10.1038/nrn2536
- Fleuchaus, E., Kloos, H., Kiefer, A. W., & Silva, P. L. (2019). Complexity in Science Learning: Measuring the Underlying Dynamics of Persistent Mistakes. *The Journal of Experimental Education*, 1–22. doi:10.1080/00220973.2019.1660603
- González, L. E., López-Carrilero, R., Barrigón, M. L., Grasa, E., Barajas, A., Pousa, E., ... Ochoa, S. (2018). Neuropsychological functioning and jumping to conclusions in recent onset psychosis patients. *Schizophrenia Research*, 195, 366–371. doi:10.1016/j.schres.2017.09.039

- Griffin, J. D., & Fletcher, P. C. (2017). Predictive Processing, Source Monitoring, and Psychosis. *Annual Review of Clinical Psychology, 13*(1), 265–289. doi:10.1146/annurev-clinpsy-032816-045145
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación (5ta edición)*. México DF, México: Mc Graw- Hill.
- Jardri, R., Duverne, S., Litvinova, A. S., & Denève, S. (2017). Experimental evidence for circular inference in schizophrenia. *Nature Communications, 8*, 1-13. doi:10.1038/ncomms14218
- Kaplan, C. M., Saha, D., Molina, J. L., Hockeimer, W. D., Postell, E. M., Apud, J. A., ... Tan, H. Y. (2016). Estimating changing contexts in schizophrenia. *Brain, 139*(7), 2082–2095. doi:10.1093/brain/aww095
- Kloos, H., Baker, H., & Waltzer, T. (2019). A Mind with a Mind of Its Own: How Complexity Theory Can Inform Early Science Pedagogy. *Educational Psychology Review, 31*(3), 735–752. doi:10.1007/s10648-019-09472-6
- Kloos, H., Fisher, A. & Van Orden, G. (2010). Situated naïve physics: Task constraints decide what children know about density. *Journal of Experimental Psychology: General, 139*(4), 625-637. doi: 10.1037/a0020977
- Kloos, H. & Van Orden, G. (2005). Can a preschooler's mistaken belief benefit learning? *Swiss Journal of Psychology, 64*(3), 195-205. doi:10.1024/1421-0185.64.3.195
- Kloos, H & Van Orden, G. (2012). Abductive Reasoning by Children. *Review of Psychology Frontier, 1*, 1-9. doi: 10.1080/13557858.2011.645155

- Lahera, G., Ruiz, A., Brañas, A., Vicens, M., & Orozco, A. (2017). Tiempo de reacción, velocidad de procesamiento y atención sostenida en esquizofrenia: impacto sobre el funcionamiento social. *Revista de Psiquiatría y Salud Mental*, 10(4), 197–205. doi:10.1016/j.rpsm.2017.04.001
- Lee, J. & Park, S. (2005). Working memory impairments in schizophrenia: A meta-analysis. *Journal of Abnormal Psychology*, 114(4), 599-611. doi:10.1037/0021-843x.114.4.599
- Powers, A., Kelley, M. & Corlett, P. (2016). Hallucinations as top-down effects on perception. *Biological Psychiatry: Cognitive Neuroscience and Neuroimaging*, 1(5), 393–400. doi:10.1016/j.bpsc.2016.04.003
- Ríos-Lago, M., Lubrini, G., Periañez, J., Viejo, R. & Tirapu, J. (2012). Velocidad de procesamiento de la información. En J. Tirapu, A. García, M. Ríos-Lago, A. Ardilla (Eds.), *Neuropsicología de la corteza prefrontal y las funciones ejecutivas* (pp. 241-269). Barcelona, España: Viguera Editores S.L.
- Rosas, R., Tenorio, M., Pizarro, M., Cumsille, P., Bosch, A., Arancibia., ... Zapata-Sepúlveda, P. (2014). Estandarización de la Escala Wechsler de Inteligencia Para Adultos-Cuarta Edición en Chile. *Psykhe*, 23(1), 1-18. doi:10.7764/psykhe.23.1.529
- Schmack, K., Rothkirch, M., Priller, J., & Sterzer, P. (2017). Enhanced predictive signalling in schizophrenia. *Human Brain Mapping*, 38(4), 1767–1779. doi:10.1002/hbm.23480
- Sterzer, P., Voss, M., Schlagenhaut, F., & Heinz, A. (2019). Decision-making in schizophrenia: A predictive-coding perspective. *NeuroImage* 190, 133-143. doi:10.1016/j.neuroimage.2018.05.074

- Stuke, H., Stuke, H., Weilhhammer, V. A., & Schmack, K. (2017). Psychotic Experiences and Overhasty Inferences Are Related to Maladaptive Learning. *PLOS Computational Biology*, *13*(1), e1005328. doi:10.1371/journal.pcbi.1005328
- Teufel, C., & Nanay, B. (2017). How to (and how not to) think about top-down influences on visual perception. *Consciousness and Cognition*, *47*, 17–25. doi:10.1016/j.concog.2016.05.008
- Teufel, C., Subramaniam, N., Dobler, V., Perez, J., Finnemann, J., Mehta, P. R., ... Fletcher, P. C. (2015). Shift toward prior knowledge confers a perceptual advantage in early psychosis and psychosis-prone healthy individuals. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *112*(43), 13401–13406. doi:10.1073/pnas.1503916112
- Wende, K. C., Nagels, A., Stratmann, M., Chatterjee, A., Kircher, T., & Straube, B. (2015). Neural basis of altered physical and social causality judgements in schizophrenia. *Schizophrenia Research*, *161*(2-3), 244–251. doi:10.1016/j.schres.2014.11.00
- Wilkinson, S. (2014). Accounting for the phenomenology and varieties of auditory verbal hallucination within a predictive processing framework. *Consciousness and Cognition*, *30*, 142–155. doi:10.1016/j.concog.2014.09.002
- Yamashita, Y., & Tani, J. (2012). Spontaneous Prediction Error Generation in Schizophrenia. *PLOS ONE*, *7*(5). doi:10.1371/journal.pone.003784