

doi : 10.15446/rcp.v25n2.52011

# Perspectivas Teóricas y Evidencia Empírica sobre la Inhibición

ISABEL M. INTROZZI

LORENA CANET JURIC

YESICA AYDMUNE

FLORENCIA STELZER

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y  
Universidad Nacional de Mar del Plata, Mar del Plata, Argentina



Excepto que se establezca de otra forma, el contenido de esta revista cuenta con una licencia Creative Commons "reconocimiento, no comercial y sin obras derivadas" Colombia 2.5, que puede consultarse en: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/co>

**Cómo citar este artículo:** Introzzi, I. M., Canet Juric, L., Aydmune, Y., & Stelzer, F. (2016). Perspectivas teóricas y evidencia empírica sobre la inhibición. *Revista Colombiana de Psicología*, 25(2), 351-368. doi: 10.15446/rcp.v25n2.52011

La correspondencia relacionada con este artículo debe dirigirse a la Dra. Isabel M. Introzzi, e-mail: [isabelintrozzi@gmail.com](mailto:isabelintrozzi@gmail.com). Facultad de Psicología, Universidad Nacional de Mar del Plata, Viamonte 3845, Mar del Plata, Argentina.

---

ARTÍCULO DE REVISIÓN

RECIBIDO: 27 DE JULIO DEL 2015 - ACEPTADO: 14 DE MARZO DEL 2016

### **Resumen**

La evidencia empírica muestra que la inhibición es un proceso fuertemente implicado en el dominio y la adquisición de competencias sociales, emocionales y comportamentales. Sin embargo, a pesar del acuerdo respecto a su importancia en distintos ámbitos, aún existen divergencias en cuanto a su definición conceptual y operativa. Principalmente, existe un profundo debate en torno a si la inhibición es un constructo unitario o debería fragmentarse en un conjunto de procesos. El objetivo de este trabajo es describir los hallazgos y las posturas más significativas en relación con el estudio de dicho constructo, para lo cual, en primer lugar se hace una propuesta explicativa del control de la interferencia, basada en un enfoque no inhibitorio; en segundo lugar, se describen los modelos más representativos, de 1, 2 y 3 factores para, finalmente, enumerar algunos de los aportes y hallazgos planteados como principal fuente de evidencia a favor del enfoque fragmentado.

**Palabras clave:** inhibición, modelos, control de interferencia, enfoque fragmentado, enfoque unitario.

### *Theoretical Perspectives and Empirical Evidence on Inhibition*

#### **Abstract**

Empirical evidence shows that inhibition is a process strongly implicated in the dominion and acquisition of social, emotional and behavioral skills. However, despite the agreement on its importance in various areas, there is still divergence in terms of its conceptual and operational definition. Mainly, a deep debate exists whether inhibition is a unitary construct or must be fragmented into a set of processes. The objective of this study is to describe the findings and the most significant positions in relation to the study of this construct by first, making an explanatory proposal for interference control, based on a non-inhibitory approach; and secondly, describing the most representative 1, 2 and 3 factor models, to finally list some of the contributions and findings proposed as the main source of evidence for the fragmented approach.

**Keywords:** inhibition, models, interference control, fragmented approach, unitary approach.

### *Perspectivas Teóricas e Evidência Empírica sobre a Inibição*

#### **Resumo**

A evidência empírica mostra que a inibição é um processo fortemente vinculado ao domínio e à aquisição de competências sociais, emocionais e comportamentais. Contudo, apesar da concordância a respeito de sua importância em diferentes âmbitos, ainda existem divergências quanto a sua definição conceitual e operativa. Principalmente, existe um profundo debate sobre se a inibição é um construto unitário ou deveria fragmentar-se num conjunto de processos. O objetivo deste trabalho é descrever os achados e os posicionamentos mais significativos no que se refere ao estudo desse construto; para isso, em primeiro lugar, faz-se uma proposta explicativa do controle da interferência, baseada num enfoque inibitório; em segundo lugar, descrevem-se os modelos mais representativos, de 1, 2 e 3 fatores para, finalmente, enumerar algumas das contribuições e constatações apresentadas como principal fonte de evidência a favor do enfoque fragmentado.

**Palavras-chave:** inibição, modelos, controle de interferência, enfoque fragmentado, enfoque unitário.

EN LÍNEAS generales, la inhibición se define como el proceso cognitivo que permite el control de la interferencia de la información irrelevante para el logro de metas u objetivos que resultan prioritarios (Hofmann, Vohs, & Baumeister, 2012). La investigación sobre este constructo ha crecido ininterrumpidamente desde 1950, y ocupa un lugar protagónico en la explicación del desarrollo típico y atípico a lo largo del ciclo vital (Howard, Johnson, & Pascual-Leone, 2014). En la infancia, se lo ha vinculado a la alfabetización temprana y al logro de varias competencias vinculadas al funcionamiento social, emocional y comportamental (Bull, Espy, & Wiebe, 2008; Clark, Pritchard, & Woodward, 2010; Garon, Bryson, & Smith, 2008; Mischel et al., 2011). También se ha mostrado que las fallas inhibitorias suelen estar presentes en un amplio espectro de trastornos psicopatológicos, como la depresión (Joorman & Gotlib, 2008), el trastorno obsesivo-compulsivo (Chamberlain, Blackwell, Fineberg, Robbins, & Sahakian, 2005; Enright & Beech, 1993a, 1993b), el trastorno por déficit de atención e hiperactividad (Barkley, 1997; Nigg, 2000) y el autismo, entre otros (Ciesielsky & Harris, 1997). Además, se ha encontrado que los problemas inhibitorios se asocian a la emergencia de comportamientos o impulsos no deseados y nocivos para la salud como el abuso de sustancias y el sobrepeso (Baler & Volkow, 2006; Moffit et al., 2011). Asimismo, se ha planteado que la disminución cognitiva asociada a la edad, se explica, en gran parte, por un déficit progresivo vinculado al funcionamiento inhibitorio (Hasher & Zacks, 1988).

Estos y otros estudios, destacan el rol crucial que ocupa la inhibición en el control de las tendencias dominantes o prepotentes, ya sea que se presenten en el dominio del pensamiento o de las representaciones como en el del comportamiento (Diamond, 2013; Hofmann, Schmeichel, & Baddeley, 2012; Mann, De Ridder, & Fujita, 2013; Stevens, Quittner, Zuckerman, & Moore, 2002). Sin embargo, algunos autores han cuestionado duramente la idea de la inhibición como una fuerza que contribuye sustancialmente al control de los pensamientos

y las representaciones, a pesar de admitir su rol determinante en el control del comportamiento o de las conductas prepotentes (MacLeod, Dodd, Sheard, Wilson, & Bibi, 2003). Para comprender esta postura, es necesario describir la relación entre los conceptos de interferencia, facilitación e inhibición. El efecto de facilitación se refiere a la manipulación experimental que resulta en la disminución del tiempo de respuesta, respecto a una condición base o control, mientras que el de interferencia alude a la manipulación que resulta en un incremento del mismo. Tradicionalmente, se ha utilizado el concepto de activación para explicar el efecto de facilitación, y el de inhibición para explicar el efecto de interferencia. Por ejemplo, una de las tareas clásicas que genera un evidente efecto de interferencia es la tarea Stroop (1935), en la cual, la persona debe nombrar el color en que está escrita una palabra e ignorar su lectura, en dos condiciones diferentes: incongruente y neutra. En la primera, la palabra y el color en que está escrita son incompatibles (e.g., la palabra *rojo* escrita en color verde) mientras que, en la segunda, no existe tal efecto de interferencia o incompatibilidad (e.g., hileras de x de distinto color). El hallazgo típico es el mayor tiempo de reacción (TR) en la condición de interferencia respecto a la condición neutra. Básicamente, la propuesta principal de la hipótesis inhibitoria es que el incremento del TR se explica por el tiempo que le demanda a la inhibición suprimir o atenuar la activación o recuperación de la representación irrelevante (en el ejemplo, rojo), responsable del efecto de interferencia. Por otra parte, las propuestas no inhibitorias (MacLeod et al., 2003) explican el efecto de interferencia mediante la intervención de dos procesos complementarios: la recuperación automática de respuestas y la resolución del conflicto. La recuperación automática de respuestas se activa, con elevada intensidad, como consecuencia de la familiaridad y del hábito. En el ejemplo, la palabra *rojo* escrita en color verde, disparará la recuperación automática de la representación irrelevante (i.e., rojo) generando un conflicto con la activación de la representación relevante (i.e., verde), necesaria para

la adecuada ejecución de la tarea. Una vez planteado el conflicto, según esta postura, es el tiempo y el esfuerzo que demanda a la persona decidir entre las dos opciones contrapuestas, (i.e., verde o rojo) y no la intervención del proceso inhibitorio, lo que daría cuenta del incremento en el TR.

El ejemplo anterior muestra cómo un mismo fenómeno —el efecto de interferencia— puede admitir hipótesis explicativas distintas e incompatibles (para más ejemplos ver Dent, Allen, Braithwaite, & Humphreys, 2012; Treisman & Sato, 1990). Finalmente, es bueno aclarar que, a pesar de que los dos tipos de explicaciones son coherentes y plausibles, la evidencia empírica obtenida durante los últimos 20 años ha inclinado la balanza en favor de las hipótesis inhibitorias.

Sin embargo, a pesar del consenso, del que actualmente gozan las hipótesis inhibitorias en relación con la explicación del efecto de la interferencia, existen otras cuestiones que generan gran debate e interés entre los investigadores. Entre esas cuestiones, se destaca la discusión acerca de la naturaleza o estructura de la inhibición. En relación al tema, hay dos posturas bien discriminadas: la que define o conceptualiza la inhibición como una entidad única e indivisible, es decir, como un constructo unidimensional; y la que entiende que la inhibición constituye una entidad multidimensional o multifacética, planteando la necesidad de fragmentar el constructo en distintos procesos o tipos inhibitorios. Pero, tampoco hay acuerdo entre las posturas multidimensionales de la inhibición, ya que, mientras algunos plantean tres procesos —o tipos— inhibitorios (Dempster & Corkill, 1999; Harnishfeger, 1995; Hasher & Zacks, 1988), otros consideran que solo debería fragmentarse en dos procesos (Friedman & Miyake, 2004).

La discusión acerca de la estructura inhibitoria es un tema de relevancia tanto teórica como práctica, dado que la manera en que conceptualizamos un constructo afecta, de manera directa, las técnicas y los paradigmas utilizados en su evaluación. A pesar de esto, los trabajos que abordan el tema son escasos y limitados, situación, aún más

evidente, en nuestro medio hispanoparlante. Tal como señalan Nee y Jonides (2008) la inhibición todavía se presenta como un constructo complejo y escasamente comprendido.

Por ende, el objetivo de esta revisión es abordar un conjunto de cuestiones de relevancia actual, vinculadas al debate de la estructura o naturaleza de la inhibición, para lo cual, se describirán algunos modelos fragmentados de mayor difusión, se presentarán algunos de los paradigmas experimentales más utilizados en la evaluación de cada proceso (ver sección Aspectos Conceptuales y Operativos del Constructo Inhibición) y, finalmente, se resumirán algunos de los hallazgos más relevantes en relación con este tipo de enfoques (ver sección Fuentes de Evidencia a Favor de los Enfoques Fragmentados).

### **Aspectos Conceptuales y Operativos del Constructo Inhibición**

Entre quienes admiten la existencia de la inhibición como proceso para controlar o contrarrestar interferencias o conflictos, también se presenta una fuerte discusión. En este caso, el debate gira en torno a la naturaleza y a la estructura de la inhibición. Como se mencionó en la introducción, varios autores (Harnishfeger, 1995; Kramer, Humphrey, Larish, Logan, & Strayer, 1994; Nigg, 2000) consideran que la inhibición debe caracterizarse como una familia de procesos (*enfoque fragmentado*). Esta postura, ha recibido soporte empírico de diversas fuentes o ámbitos de estudio, como las neurociencias (Bunge, Dudukovic, Thomason, Vaidya, & Gabrieli, 2002; Nee & Jonides, 2008, 2009), la psicología cognitiva (Grant & Dagenbach, 2000; Shilling, Chetwynd, & Rabbitt, 2002) y la psicología del desarrollo (Gandolfi, Viterbori, Traverso, & Usai, 2014). No obstante, persisten discrepancias a la hora de definir la cantidad de factores o procesos en los que se debería fragmentar la inhibición.

En la literatura suelen distinguirse tres grandes perspectivas teóricas sobre la estructura de la inhibición: (a) el *modelo tripartito* que plantea la existencia de tres factores/procesos inhibitorios, a saber, la inhibición perceptual, la cognitiva

y la comportamental (Dempster & Corkill, 1999; Harnishfeger, 1995; Hasher & Zacks, 1988), (b) el modelo de *inhibición ejecutiva* que discrimina cuatro factores, los tres procesos anteriores más la inhibición oculomotora (Nigg, 2000) y (c) el *modelo de dos factores* que incluye un factor compuesto por la inhibición comportamental y la perceptual y otro, por la inhibición cognitiva (Bunge et al., 2002; Friedman & Miyake, 2004; Nee & Jonides,

2008, 2009). De todas estas posturas, la única que ha recibido soporte empírico de diverso tipo es la que plantea la existencia de dos factores, por lo que se abordará, de manera específica, en el apartado siguiente. Por otro lado, además de la cantidad de factores inhibitorios propuestos por los distintos modelos, tampoco existe consenso en relación con la terminología utilizada para hacer referencia a los mismos tipos de procesos (ver Tabla 1).

**Tabla 1**  
*Clasificaciones de las funciones inhibitorias, según distintos autores*

Autor y año	Nombre de la función	Momento de procesamiento	¿Qué se inhibe?	Característica general	Nombre de la función utilizada en este trabajo
Nigg (2000)	Control de la interferencia	Inicial	Información del estímulo (nivel perceptual o <i>input</i> )	Supresión de información irrelevante, interferente o distractora en el momento de la codificación	Inhibición perceptual
Harnishfeger's (1995)	Resistencia a la interferencia				
Dempster (1993)	Control de la interferencia perceptual				
Hasher y Zacks (1988)	Inhibición de acceso				
Diamond (2013)	Control inhibitorio de la atención				
Friedman y Miyake (2004)	Resistencia a la interferencia de distractores				
Nigg (2000); Harnishfeger (1995); Diamond (2013)	Inhibición cognitiva	Intermedio	Representación (nivel representacional)	Supresión de información irrelevante, interferente o distractora de representaciones previamente activadas	Inhibición cognitiva
Dempster (1993)	Control de la interferencia lingüística				
Hasher y Zacks (1988)	Inhibición de borrado				
Friedman y Miyake (2004)	Resistencia a la interferencia proactiva				

Nigg (2000); Harnischfeger (1995); Nee y Jonides (2008, 2009)	Inhibición comportamental	Posterior/tardío	Respuesta (nivel comportamental o <i>output</i> )	Supresión de respuestas o tendencias prepotentes o automáticas inapropiadas	Inhibición comportamental
Dempster (1993)	Control de la interferencia motora				
Hasher y Zacks (1988)	Inhibición de restricción				
Friedman y Miyake (2004)	Resistencia de respuestas prepotentes				

*Nota:* Adaptado con permiso de "Introzzi, I. M. & Canet Juric, L. (en prensa). De inhibición o inhibiciones: no siempre inhibimos lo mismo. En I. M. Introzzi & L. Canet Juric (Eds.), *¿Quién dirige la batuta?* Mar del Plata: Eudem. Derechos reservados 2015 por Eudem.

Como puede apreciarse en la Tabla 1, los enfoques multidimensionales diferencian los procesos inhibitorios, en función del nivel de representación y de las etapas de procesamiento de la información que involucran (Friedman & Miyake, 2004; Nigg, 2000). Así, la inhibición ocurre tanto en el ámbito de la percepción, como en el de la cognición y en el del comportamiento. La inhibición perceptual (ver otras denominaciones en la Tabla 1) ocurre a nivel perceptivo y se refiere a la habilidad para suprimir o eliminar la interferencia que generan los estímulos ambientales sobre las tareas en curso. Los estímulos ambientales que resultan familiares, activan de manera automática sus representaciones correspondientes en la memoria, las cuales pueden propagarse velozmente a otras representaciones a través de asociaciones bien establecidas. En este contexto, una de las funciones principales de la inhibición perceptual es la de suprimir o disminuir el nivel de la activación de las representaciones irrelevantes, es decir, de aquellas que generan interferencia.

Un paradigma clásico para medir este tipo inhibitorio es la tarea de Flancos (Eriksen & Eriksen, 1974). En una tarea típica de Flancos, el participante debe identificar un estímulo *target* que se sitúa entre dos estímulos distractores. Por ejemplo, se solicita que presione el botón derecho cuando aparezca la letra *s* y que presione el izquierdo cuando aparezca la letra *H*. Los distractores

pueden ser compatibles (e.g., *sss*), neutrales (e.g., *xsx*) o incompatibles (e.g., *HSH*) en relación al *target*. En cada ensayo, el participante debe intentar ignorar los distractores y responder solamente al estímulo *target*. La inhibición perceptual se evalúa comparando el rendimiento en ensayos con estímulos flanqueadores incompatibles con los ensayos neutrales o compatibles. Se supone que cuanto mayor es la diferencia de desempeño entre la condición incompatible respecto a las otras dos condiciones, menor es la eficiencia de la inhibición perceptual. Por lo tanto, esta diferencia refleja la capacidad de la inhibición para controlar la interferencia generada por los distractores (i.e., flancos; Eriksen & Eriksen, 1974).

La inhibición cognitiva opera en un nivel más profundo de procesamiento que la inhibición perceptual, ya que actúa sobre el control de los recuerdos y pensamientos no deseados. Es decir, sobre aquellas representaciones ingresadas al sistema cognitivo, que en algún momento fueron relevantes, pero, con motivo de cambio de objetivos, ya no lo son. Dado que estas representaciones suelen conservar un alto grado de activación, pueden lograr imponerse con fuerza ante otras representaciones débiles, pero relevantes para el logro de objetivos (Nigg, 2000). Por ende, la función principal de la inhibición cognitiva consiste en eliminar o barrer todas las representaciones que se encuentran activadas en la memoria de trabajo (MT)

o foco atencional y que resultan irrelevantes. Por ello, se considera que este tipo inhibitorio cumple un rol esencial en el control o resistencia a la interferencia proactiva. Este es el tipo de interferencia que se genera cuando la información aprendida dificulta o entorpece el aprendizaje de información nueva. Por ende, para evaluar la eficiencia de la inhibición cognitiva, suelen utilizarse dos tipos de tareas, en su mayoría basadas en dos paradigmas clásicos de la psicología cognitiva: (a) el paradigma de interferencia proactiva (Kail, 2002; Monsell, 1978) y (b) el olvido dirigido (Nee, Jonides, & Berman, 2007; Oberauer, 2001, 2005).

Una tarea extensamente utilizada para evaluar este tipo inhibitorio y que incorpora en su diseño características distintivas de los dos paradigmas mencionados es la tarea propuesta por Oberauer (2001), en la cual, cada ensayo se divide en tres instancias: aprendizaje, señal y *probe*. En la fase de aprendizaje se solicita al participante que recuerde dos filas de palabras: una se presenta en rojo en la mitad superior y otra en azul, en la mitad inferior de la pantalla. La longitud de la lista varía aleatoriamente entre uno y tres estímulos. Luego, desaparecen las listas y aparece la fase señal (de olvido). En esta instancia se muestra una señal que informa a los participantes cuál de las dos listas será relevante para una posterior tarea de reconocimiento. La señal puede ser un rectángulo rojo, que señala que la lista roja deberá ser la recordada o un rectángulo azul, que indica que se debe recordar la lista azul (o relevante). Finalmente se presenta el ítem de prueba (*probe*) que consiste en una palabra en blanco dentro del rectángulo rojo o azul. El participante debe indicar si la palabra integraba o no la lista relevante, presionando una determinada tecla si la palabra estaba en la lista, u otra tecla, si no estaba. Los ítems de prueba son de tres tipos: (a) relevantes (integran la lista a ser recordada), (b) irrelevantes (integran la lista que se debería "borrar") y (c) nuevos (no integran ninguna de las dos listas). Tanto Oberauer (2001) como otros investigadores (Joorman & Gotlib, 2008; Neumann & DeSchepper, 1992) encontraron que

los participantes toman más tiempo en rechazar ítems de la lista irrelevante que en rechazar nuevos ítems. A su vez, estos autores también reportaron una tendencia automática a aceptar ítems de la lista irrelevante, es decir, ítems que debían ser borrados del foco atencional e ignorados. Oberauer (2001, 2005) ha sugerido que la diferencia en los TR entre ítems irrelevantes y nuevos refleja la fuerza de la activación de los ítems irrelevantes y, por lo tanto, evalúa la habilidad de una persona de actualizar, controlar o suprimir contenidos de la MT. Por ende, para poder responder, de manera eficiente, en la fase de reconocimiento, el participante debe ser capaz de eliminar de la MT los ítems intrusos que corresponden a la lista irrelevante.

Finalmente, la inhibición comportamental, interviene de manera directa sobre la conducta, suprimiendo o frenando las respuestas fuertes o automáticas que interfieren con los objetivos en curso. Claramente, se manifiesta en el nivel más tardío del procesamiento de la información, esto es, el comportamiento (Barkley, 1997; Logan, 1994). En este nivel, la dificultad se origina en la fuerza de las tendencias o respuestas automáticas que, por haberse repetido innumerables veces, cuentan con la intensidad del hábito. El paradigma *go/no go* y el paradigma de la señal de parar (*stop signal*) son dos de los procedimientos más comúnmente utilizados para evaluar este tipo inhibitorio, tanto en niños como en adultos. En el paradigma *go/no go* se presentan de forma aleatoria dos señales (señal "go" y señal "no go"). Ante la señal "go" el participante debe emitir una respuesta motriz (e.g., presionar una tecla), mientras que, ante la señal "no go", no debe ejecutar tal respuesta. Los principales índices de desempeño son el porcentaje de respuestas correctas y el TR. Por otra parte, en el paradigma de la señal de parar, el participante debe realizar una tarea primaria, como por ejemplo, presionar la tecla izquierda cuando se presenta la letra *x* y la derecha frente a la *o*. Ocasionalmente y de manera imprevista, luego de la presentación del estímulo aparece una señal de *parar* que consiste en un sonido y que indica a la persona que debe frenar el impulso

a responder, es decir, no presionar la tecla. En este contexto, una buena inhibición supone ser capaz de frenar velozmente la respuesta que ya ha sido disparada debido a la visualización de la flecha. Por ende, la diferencia de este paradigma respecto al *go/no go* consiste en que requiere la inhibición de una conducta en curso, es decir, de una respuesta que ya se ha iniciado o activado por presentación de alguno de los dos estímulos. El principal índice de desempeño en este paradigma es el *tiempo de frenado* (TF) que indica el tiempo que demanda al participante frenar o suprimir la activación de su respuesta. Cuanto menor es el TF se supone que mayor es la eficiencia de la inhibición comportamental (Logan, Schachar, & Tannock, 1997).

En síntesis, los paradigmas experimentales descritos permiten evaluar distintos aspectos o dimensiones de la inhibición. Por ello, estos y otros métodos similares se han utilizado para poner a prueba distintos modelos inhibitorios, lo que ha permitido aportar un sólido cuerpo de evidencia empírica a favor de los modelos fragmentados (no unitarios). En consecuencia, a continuación se presentarán los resultados más relevantes, discriminados en función del tipo de evidencia obtenida: basada en análisis factoriales confirmatorios, en estudios del desarrollo y en la neurociencia.

### **Principales Fuentes de Evidencia a Favor de los Modelos Fragmentados: Las Técnicas de Análisis Factorial Confirmatorio, los Estudios sobre el Desarrollo y la Neurociencia**

#### **Estudios basados en Técnicas de Análisis Factorial Confirmatorio**

El análisis factorial confirmatorio (AFC) constituye un procedimiento estadístico que permite verificar, a partir de un conjunto de variables manifiestas u observables, la estructura factorial que subyace en estas. A diferencia de las técnicas de análisis factorial exploratorio (AFE), las técnicas de AFC permiten contrastar una estructura factorial

teóricamente derivada, controlando las variaciones en la estructura factorial de los datos debido a errores de medición. Hasta el momento, se han registrado solo dos estudios que han empleado estas técnicas con el propósito de contrastar el carácter unitario o fragmentado de la inhibición. El primer estudio fue realizado por Friedman y Miyake (2004), quienes contrastaron, en una muestra de adultos, la estructura teórica tripartita de la inhibición, que distingue entre la inhibición perceptual, cognitiva y comportamental (ver términos equivalentes y características principales de los tipos inhibitorios en el apartado anterior).

En su modelo inicial Friedman y Miyake (2004) observaron que las tareas utilizadas para evaluar los tres tipos inhibitorios se agrupaban en tres variables latentes independientes, lo cual se correspondía con la hipótesis inicial de tres funciones inhibitorias independientes. Este modelo factorial inicial mostró que la resistencia a la interferencia proactiva era independiente de la inhibición de respuestas prepotentes y la resistencia a la interferencia de distractores, las cuales se encontraban estrechamente relacionadas. Considerando esta asociación, dichos autores contrastaron un modelo más parsimonioso que proponía la existencia de dos tipos inhibitorios: por un lado, la resistencia a la interferencia proactiva y, por otro, la inhibición de distractores y de respuestas. Este modelo de dos factores mostró un mejor ajuste que el primer modelo de tres factores, lo cual sugiere que la inhibición presenta una estructura de dos procesos independientes.

El segundo estudio fue llevado a cabo por Gandolfi et al. (2014), en población infantil. Estos autores, contrastaron en niños de entre 24 y 48 meses de edad, un modelo teórico de dos factores que distingue entre la inhibición de la respuesta —la cual refiere a lo que en este artículo se denomina inhibición comportamental— y la supresión de la interferencia —que implica lo que aquí se denomina inhibición perceptual—. Una de las conclusiones más significativas del estudio de Gandolfi et al. (2014) es que, para la franja etaria 24-32 meses,

el modelo que presenta un mejor ajuste es el de un único factor. Sin embargo, para el rango 36-48 meses, resulta más adecuado un modelo de dos factores. Estos hallazgos permiten suponer que los procesos inhibitorios no estarían diferenciados en un primer momento del desarrollo y que tal distinción comenzaría a emerger alrededor de los 3 años de vida.

### Estudios del Desarrollo

El estudio del desarrollo de distintas funciones cognitivas permite apreciar ciertos patrones de maduración similares entre diferentes funciones, a saber: (a) un incremento en el desempeño durante la primera y la segunda infancia, que continúa de forma menos acentuada en la adolescencia, alcanza un nivel de rendimiento máximo en la adultez temprana (Davidson, Amso, Anderson, & Diamond, 2006; Dias, Menezes, & Seabra, 2013) y declina en la adultez tardía. En lo relativo, específicamente, al desarrollo de la inhibición, a excepción del estudio de Gandolfi et al. (2014) ya descrito, no se registran investigaciones que comparen, en una misma muestra, las trayectorias de desarrollo de los distintos tipos inhibitorios. Adicionalmente, gran parte de las investigaciones presentan diseños transversales comparativos de distintos grupos etarios, lo cual limita la comprensión de las trayectorias de desarrollo de cada tipo inhibitorio. A ello se le suma que las tareas empleadas en distintos estudios difieren en su nivel de dificultad, lo que genera variaciones en las edades en las que se alcanza un nivel de desempeño techo en cada una y obstaculiza la identificación del punto máximo de desarrollo de cada proceso.

Más allá de estas limitaciones, la evidencia empírica actual sugiere que los diferentes tipos inhibitorios presentan trayectorias de desarrollo dispares. Puntualmente, la inhibición perceptual y la comportamental emergerían, de forma relativamente simultánea, y antes de los primeros signos de la inhibición cognitiva, lo cual sustentaría la hipótesis de independencia entre los diferentes tipos inhibitorios.

En el caso de la inhibición perceptual, esta se manifiesta alrededor de los 8 meses de edad y se evidencia en la capacidad de los lactantes de focalizar la atención en un estímulo del entorno que atrae su interés, e inhibir la interferencia de distractores ambientales (Richards, 1985, 1989, 1997; Tellinghuisen & Oakes, 1997). Esta habilidad rudimentaria ha sido evaluada a través de paradigmas ecológicos de medición de la focalización atencional, en los que se presenta al lactante un estímulo atractivo (e.g., un juguete novedoso o un video infantil) junto a una serie de distractores (e.g., otros juguetes o videos situados periféricamente) y se registra la frecuencia y la duración de la focalización atencional del niño. Estudios transversales con este paradigma indicaron que la capacidad de inhibición perceptual se incrementa notoriamente entre los 26 y los 46 meses de edad (Lansink, Mintz, & Richards, 2000; Richards, 1989; Richards & Casey, 1991; Ruff & Capozzoli, 2003). En correspondencia con tales resultados, investigaciones de carácter longitudinal señalaron que durante el periodo 9-42 meses de edad, la capacidad de inhibición perceptual se incrementa de forma lineal (Kannass, Oakes, & Shaddy, 2006; Ruff & Lawson, 1990; Ruff, Lawson, Parinello, & Weissberg, 1990).

Respecto a la inhibición comportamental, la manifestación más temprana se observa próxima al año de vida, cuando los niños son capaces de detener una actividad agradable en respuesta a una solicitud del cuidador o experimentador (Garon et al., 2008). Alrededor de los 8 meses los niños pueden realizar este comportamiento el 40% del tiempo (Kochanska, Tjebkes, & Forman, 1998), mientras que hacia los 3 años las probabilidades de exhibir esta conducta se incrementan al 90% (Kochanska, 2002). Posteriormente, durante la etapa preescolar, los niños comienzan a ser capaces de coordinar la inhibición de un comportamiento con la activación de otra respuesta más apropiada (Garon et al., 2008; Rothbarth, Posner, Rueda, Sheese, & Tang, 2009). El estudio de Carlson (2005) con la tarea el oso y el dragón (Reed, Pien,

& Rothbart, 1984) —basada en el paradigma *go/no go*, en la cual los niños deben realizar la acción sugerida por un títere (oso) e inhibir las acciones que indica otro (dragón)— ha encontrado que alrededor de los 3 años solo el 61% de los niños puede pasar con éxito esta tarea, mientras que a la edad de 5 años ya alcanzan un efecto techo. Por otra parte, investigaciones que emplearon la tarea tipo Stroop Día y Noche (Gerstadt, Hong, & Diamond, 1994) indicaron que la precisión con la que se inhibe una respuesta dominante —como lo es decir *día* ante el dibujo de un *sol brillante*— y en su lugar generar una respuesta subdominante —como lo es decir *noche*, ante la presencia del dibujo de un *sol brillante*— aumenta progresivamente desde los 4 hasta los 7 años, mostrando a esta edad una precisión del 90% (Gerstadt et al., 1994; Diamond, Kirkham, & Amso, 2002; Diamond, Prevor, Callender, & Druin, 1997). En síntesis, al igual que la inhibición perceptual, la inhibición comportamental experimentaría un notorio desarrollo durante el periodo preescolar.

Asimismo, ambos tipos inhibitorios continuarían madurando durante la etapa escolar. En el caso de la inhibición perceptual, durante la escolaridad primaria, los niños se vuelven progresivamente más eficaces en su desempeño en paradigmas experimentales —tal como la tarea de flancos— que evalúan este tipo de inhibición (Brodeur & Pond, 2001; Huang-Pollock, Carr, & Nigg, 2002). Sin embargo, la capacidad de ignorar información irrelevante y, a veces, inesperada, no se desarrollaría por completo hasta la adolescencia tardía (Connelly, Hasher, & Zacks, 1991; Darowski, Helder, Zacks, Hasher, & Hambrick, 2008; Huang-Pollock et al., 2002).

La inhibición comportamental alcanzaría niveles adultos de desempeño, a mediados de la adolescencia. Por ejemplo, Cragg y Nation (2008) a través de una tarea de tipo *go/no go* encontraron que los niños de entre 9 y 11 años de edad se desempeñan mejor en la tarea que los de entre 5 y 7 años. Considerando la cantidad de

inhibiciones parciales —es decir la capacidad de inhibir una respuesta cuando esta ya comenzó, pero antes de que sea completada— los autores evidenciaron que el grupo de niños más pequeños tuvo un 31% de respuestas correctas, mientras que los niños más grandes, un 43%. Esto sugiere una madurez de la inhibición comportamental en el periodo comprendido entre estas edades. Huizinga, Dolan y Van der Molen (2006), hallaron que el rendimiento sobre una tarea *stop-signal* mejora significativamente hasta los 15 años de edad, mientras que no encontraron diferencias significativas entre los 15 y 21 años.

Por otra parte, la inhibición cognitiva aparece más tardíamente en el desarrollo, en comparación con la inhibición perceptual y comportamental (Gandolfi et al., 2014). A través de un metaanálisis de estudios que examinaron la interferencia proactiva (grado en que la información previamente relevante interfiere en el recuerdo de la información actualmente relevante), Kail (2002) encontró que este tipo de interferencia disminuye entre los 4 y los 13 años de edad, lo cual sugiere un incremento en la capacidad para eliminar o borrar la información irrelevante de la MT durante este periodo. En general, se asume que entre los 6 y los 10 años de edad, existen mejoras en la eliminación de información irrelevante (de la memoria de trabajo o foco atencional) para la tarea en curso y que estas mejoras se hacen más evidentes al comenzar la adultez (ver Nigg, 2000).

Harnishfeger y Pope (1996) compararon escolares con adultos, a través de tareas de olvido dirigido —que básicamente consistían en leer listas de palabras y olvidar elementos de las mismas, según instrucciones—. En función del rendimiento en estas tareas los autores hallaron que los niños de primer año fueron menos capaces de implementar la inhibición necesaria para prevenir la intrusión de ítems que debían ser olvidados, mientras que los niños de tercer año mostraron una habilidad parcial para hacerlo. Por otra parte, los niños de quinto año evidenciaron una mayor habilidad que los niños de tercero,

pero a su vez presentaron un desempeño inferior respecto de los adultos jóvenes. Estos últimos olvidaron eficazmente los ítems que se les indicó. Estos resultados sugieren que a diferencia de la inhibición perceptiva y conductual, las cuales tienen un notorio desarrollo durante la etapa preescolar, la inhibición cognitiva presenta un marcado desarrollo, a mediados de la etapa escolar.

En síntesis, las inhibiciones perceptual, cognitiva y comportamental parecen alcanzar un nivel máximo de desempeño a mediados de la adolescencia. No obstante, las trayectorias de desarrollo de estas serán disímiles y estarán condicionadas al paradigma de evaluación empleado para su medición. Por otra parte, la eficacia en estos procesos declina con la edad. Estudios con adultos jóvenes y adultos mayores han advertido diferencias significativas entre los dos grupos, en el rendimiento de los distintos tipos inhibitorios (Alain & Woods, 1999; Hasher, Lustig, & Zacks, 2007; Loosli, Raham, Unterrainer, Weiller, & Kaller, 2014; Oberauer, 2005; Rösler, Mapstone, Hays-Wicklund, Gitelman, & Weintraub, 2005; Vadaga, Blair, & Li, 2015). Sin embargo, en la actualidad se desconoce a qué edad precisa se inicia dicho declive y el curso de desarrollo para los distintos tipos inhibitorios.

### Aportes de la Neurociencia

Durante el transcurso de las últimas tres décadas, gracias al avance de las neurociencias cognitivas y al uso de las imágenes cerebrales, se han efectuado importantes progresos respecto a las bases neurales de la inhibición. Esta información es relevante para la discusión actual acerca de la unidad o diversidad de la inhibición, pues, si existen diferentes tipos, las bases o mecanismos cerebrales involucrados en cada uno también deberían diferir. Las técnicas de neuroimagen funcional permiten visualizar cómo distintas áreas del cerebro se activan frente a la ejecución de una tarea cognitiva concreta. Entre las más utilizadas se destacan: (a) la Tomografía por Emisión de Positrones (TEP), (b) la Tomografía Computarizada por Emisión

de Fotones Simples (SPECT) y (c) la Resonancia Magnética Funcional (RMf). La RMf es una de las herramientas más apropiadas para identificar las áreas cerebrales involucradas en una determinada función mental y para hacer inferencias de la naturaleza de los procesos cognitivos (Vendrell, Junque, & Pujol, 1995), por lo que en este trabajo nos focalizaremos en algunos estudios que utilizaron esta técnica.

Uno de los primeros estudios que utilizó la RMf para explorar la estructura de la inhibición fue el de Bunge et al. (2002). Los autores compararon el desempeño entre un grupo de niños de 8 a 12 años y de jóvenes adultos en tareas de inhibición comportamental y perceptual, con el objeto de analizar si existen zonas diferenciales de activación asociadas a cada uno de estos procesos (tareas basadas en los paradigmas *go/no go* y de flancos). Los resultados mostraron que los tipos inhibitorios presentaban áreas de activación cortical diferentes y estas áreas y su grado de activación también difería en función de los grupos etarios. En relación con la inhibición perceptual, se percibieron notables diferencias entre los grupos, relativas a la lateralización de la activación de la corteza prefrontal (CPF). Así, mientras en los adultos se registró la activación del área ventrolateral de la CPF derecha y la ínsula, en los niños se detectó la activación del área ventrolateral de la CPF izquierda. Además, en ambos grupos se verificó una asociación entre la magnitud de la activación de las zonas implicadas y la eficiencia en el desempeño de la tarea. Respecto a la inhibición del comportamiento, se identificaron las siguientes áreas en niños y adultos: el precuneo bilateral, el giro angular izquierdo, el giro medio angular derecho y el giro medio frontal. Todas ellas, localizadas en áreas posteriores de la corteza cerebral, con excepción del giro frontal medio. Los resultados mostraron que las áreas posteriores constituyen predictores más potentes de la eficiencia en el control del comportamiento que las áreas de la CPF.

Otro estudio de interés es el de Nee y Jonides (2008), quienes intentaron identificar

los mecanismos cerebrales implicados en la realización o el desempeño en dos tareas utilizadas para evaluar la inhibición perceptual y la inhibición cognitiva: la *tarea de ignorar* y la *tarea de olvidar* (Bisset, Nee, & Jonides, 2009; Nee & Jonides, 2009). La tarea de ignorar genera un efecto de interferencia perceptual que, luego se mide a través del *priming* negativo (PN) y la tarea de olvidar, que se sustenta en un paradigma de olvido dirigido, provoca un efecto de interferencia proactiva (IP). Por ende, en la tarea de ignorar resulta necesaria la inhibición perceptual para suprimir la interferencia generada por los estímulos distractores perceptuales, y en la tarea de olvidar interviene la inhibición cognitiva para evitar la interferencia generada por representaciones de la memoria, que resultan irrelevantes.

Los autores trabajaron con una muestra de adultos jóvenes y utilizaron RMf para identificar los correlatos neurales comunes y específicos vinculados a la resolución de ambos tipos de interferencia. En la tarea de ignorar, los participantes debían memorizar, en poco tiempo, tres (*target*) de un conjunto de seis palabras (fase aprendizaje). Al inicio de cada ensayo, aparecía una señal que indicaba qué palabras del conjunto debían ignorar. Luego, en la instancia de recuerdo, se presentaba una palabra y el participante debía responder presionando una tecla si la palabra (ítem) correspondía a la lista de aprendizaje, y otra tecla si la palabra (ítem) no formaba parte de esa lista. Estos ítems eran de tres tipos: positivos (integraban la lista de aprendizaje), intrusos (aparecían en la lista distractora que el participante debía ignorar durante el aprendizaje) y de control (no integraban la lista de seis palabras, por lo que no se caracterizan como intrusos). El PN se obtuvo al comparar las respuestas del participante (TR y errores) entre los ítems intrusos y los ítems control. Se supone que, en la instancia de aprendizaje, el participante debe ignorar las palabras distractoras y centrar su atención en las relevantes, lo que demanda la participación de la inhibición perceptual, por lo cual, el desempeño en los ítems intrusos suele ser menor respecto a

los ítems control, debido a que requieren superar el efecto inhibitorio inicial al que se sometieron los ítems (Tipper, 2001). Por ello, se utilizó el contraste entre los ítems intrusos y de control como medida de la inhibición perceptual.

Para evaluar la inhibición cognitiva los autores utilizaron la *tarea de olvidar*, cuyo principal objetivo es generar un efecto de IP. En esta tarea, el participante debe aprender una lista de seis palabras (tres de un color y tres de otro). Luego, aparece una señal que indica que olvide las palabras de un color en particular, obligándolo a suprimir de su memoria las palabras intrusas. Finalmente, se presenta la prueba de recuerdo que consiste en un ítem de prueba que puede ser: positivo (si integra la lista de aprendizaje), intruso (si integra la lista distractora) o de control (si no integra la lista distractora ni la de aprendizaje). El participante debía responder, presionando una tecla si era un ítem positivo, y otra tecla, si era un ítem intruso o control. La IP se obtuvo comparando las respuestas de sujeto (TR y errores) entre los ítems intrusos y de control. El desempeño en los ítems intrusos, refleja la participación de la inhibición cognitiva que interviene con el propósito de borrar de la memoria la información irrelevante. Los resultados de este estudio sugirieron que los circuitos neurales, asociados al PN y a la IP eran dissociables. Aunque se detectaron áreas de activación en común, como la CPF dorsolateral derecha y áreas parietales, también se identificaron áreas únicas de activación. Así, en el PN, se activó, de manera exclusiva, el surco calcarino de la corteza occipital y en la IP el área lateral de la CPF izquierda. Según los autores (Nee & Jonides, 2008), estos datos resultan congruentes y funcionan como apoyo adicional en favor del modelo de dos factores de Friedman y Miyake (2004).

En síntesis, aunque en los trabajos descritos no existe una estricta correspondencia entre los procesos inhibitorios y sus correlatos cerebrales, en todos los casos se hallaron áreas exclusivas de activación asociadas a cada proceso inhibitorio. Por lo tanto, el dato más relevante de estos estudios es que, a pesar de sus diferencias, han logrado identificar

áreas exclusivas de activación para cada proceso inhibitorio, lo que puede interpretarse como evidencia a favor de la disociación de estos procesos.

### Conclusiones

El interés en el estudio de la inhibición se ha incrementado notablemente durante los últimos años. Es probable que esta situación se explique por un conjunto de hallazgos empíricos, que muestran el rol protagónico de la inhibición en relación a la adquisición de un conjunto diverso de competencias y habilidades, tanto cognitivas como sociales. Aunque la inhibición parece estar estrechamente implicada en el comportamiento adaptativo y en el logro de los objetivos o metas personales, aún no existe suficiente consenso en relación a algunas cuestiones vinculadas a su definición conceptual y operativa. La discusión actual parece estar más centrada en la naturaleza y en la estructura de la inhibición. Con respecto a esta cuestión y, aunque todavía bajo un fuerte debate, la evidencia parece haber inclinado la balanza en favor de los enfoques multidimensionales.

En ese sentido, los estudios en torno al desarrollo de la inhibición sugieren que la inhibición perceptual y comportamental presentan tendencias de desarrollo semejantes, mientras que la maduración de la inhibición cognitiva sería diferente. Sin embargo, los estudios registrados hasta el momento, destinados a analizar las trayectorias de desarrollo de los distintos tipos inhibitorios son escasos y adolecen de importantes limitaciones. En primer lugar, exceptuando el estudio de Gandolfi et al. (2014), no se han hallado estudios que comparen, en una misma muestra, las trayectorias de desarrollo de los distintos tipos inhibitorios (Gandolfi et al., 2014). En segundo lugar, gran parte de las investigaciones presentan diseños transversales comparativos de distintos grupos etarios, limitando así la comprensión de las trayectorias de desarrollo de cada tipo inhibitorio. Finalmente, el uso de tareas que difieren en grado de dificultad, genera variaciones en las edades en las que se alcanza un nivel de desempeño techo,

lo cual obstaculiza la comprensión del desarrollo de los procesos.

Por su parte, los estudios con técnicas de neuroimagen muestran áreas cerebrales activadas de manera diferencial en tareas que miden diferentes tipos inhibitorios. Si bien, no hay correspondencia estricta entre las áreas cerebrales activadas en tareas que, se asume, evalúan un mismo tipo inhibitorio, se han observado áreas exclusivas de activación asociadas a cada uno de ellos.

De esta manera, los hallazgos provenientes tanto de estudios del desarrollo como de los que utilizan técnicas de neuroimagen, soportan la hipótesis de independencia entre los tipos inhibitorios. Sin embargo, estos resultados, en su conjunto, no permiten establecer el número de procesos en los que debe ser fragmentada la inhibición.

Una problemática que podría estar implicada en la obtención de resultados diferentes —en ambos tipos de estudios— hace referencia a la impureza de los paradigmas utilizados en la medición de la inhibición. Es decir, las tareas empleadas involucrarían en diferente medida otros procesos cognitivos no inhibitorios, por lo que, parte de la variación observada en las mismas se debería a estos. Una forma de controlar el efecto de la impureza es el empleo de técnicas de análisis factorial confirmatorio. Las investigaciones que adoptaron esta técnica sugieren que el conjunto de procesos inhibitorios varía a lo largo del desarrollo. Puntualmente, Gandolfi et al. (2014) hallaron que las tareas que miden la inhibición perceptual y comportamental se agrupaban en un único factor en deambuladores; no obstante, en niños de mayor edad, las tareas se agrupaban en dos factores independientes. Si bien estos resultados sugieren independencia entre la inhibición perceptual y la inhibición comportamental, en la niñez, el rol de la inhibición cognitiva en esta etapa no ha sido contrastado. Por otra parte, los estudios en adultos indicaron que la inhibición perceptual y la inhibición comportamental se agrupan en un único factor, mientras que la

inhibición cognitiva sería explicada por un factor independiente (Friedman & Miyake, 2004).

En síntesis, si bien la literatura sugiere la existencia de diferentes tipos inhibitorios, no es claro cuántos ni cuáles son. Considerando la relevancia de la inhibición para la adaptación de los sujetos al ambiente, sería necesario ampliar el número de investigaciones que analicen la estructura de este proceso en diferentes grupos etarios. La identificación de la inhibición permitiría reducir los esfuerzos destinados a su evaluación, determinar su contribución específica en la semiología de diferentes trastornos y optimizar la efectividad de las intervenciones destinadas a modificarla. Finalmente, considerando el problema de la impureza de las tareas existentes, es relevante que las futuras investigaciones empleen técnicas de análisis factorial, con el fin de controlar las variaciones en la estructura factorial de los datos debido a errores de medición. Asimismo, el desarrollo y el empleo de nuevos paradigmas de evaluación que reduzcan dicha impureza, contribuirán de manera sustancial a la comprensión de la inhibición y su estructura (Friedman & Miyake, 2004; Nigg, 2000).

### Referencias

- Alain, C. & Woods, D. L. (1999). Age-related changes in processing auditory stimuli during visual attention: Evidence for deficits in inhibitory control and sensory memory. *Psychology of Aging, 14*, 507-519. doi: 10.1037/0882-7974.14.3.507
- Baler, R. D. & Volkow, N. D. (2006). Drug addiction: The neurobiology of disrupted self-control. *Trends in Molecular Medicine, 12*(12), 559-566. doi: 10.1016/j.molmed.2006.10.005
- Barkley, R. A. (1997). *ADHD and the nature of self-control*. New York: Guilford.
- Bisset, P. G., Nee, D. E., & Jonides, J. (2009). Dissociating interference-control processes between memory and response. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 35*(5), 1306-1316. doi: 10.1037/a0016537
- Brodeur, D. A. & Pond, M. (2001). The development of selective attention in children with attention deficit hyperactivity disorder. *Journal of Abnormal Child Psychology, 29*, 229-239. doi: 10.1023/a:1010381731658
- Bull, R., Espy, K. A., & Wiebe, S. A. (2008). Short-term memory, working memory, and executive functioning in preschoolers: Longitudinal predictors of mathematical achievement at age 7 years. *Developmental Neuropsychology, 33*(3), 205-228. doi: 10.1080/87565640801982312
- Bunge, S., Dudukovic, N. M., Thomason, M. E., Vaidya, C. J., & Gabrieli, J. D. E. (2002). Immature frontal lobe contributions to cognitive control in children: Evidence from fMRI. *Neuron, 33*, 301-311. doi: 10.1016/S0896-6273(01)00583-9
- Carlson, S. (2005). Developmentally sensitive measures of executive function in preschool children. *Developmental Neuropsychology, 28*, 595-616. doi: 10.1207/s15326942dn2802\_3
- Chamberlain, S. R., Blackwell, A. D., Fineberg, N. A., Robbins, T. W., & Sahakian, B. J. (2005). The neuropsychology of obsessive compulsive disorder: The importance of failures in cognitive and behavioral inhibition as candidate endophenotypic markers. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 29*(3), 399-419. doi: 10.1016/j.neubiorev.2004.11.006
- Ciesielsky, K. T. & Harris, R. J. (1997). Factors related to performance failure on executive tasks in autism. *Child Neuropsychology, 3*, 1-12. doi: 10.1080/09297049708401364
- Clark, C. A. C., Pritchard, V. E., & Woodward, L. J. (2010). Preschool executive functioning abilities predict early mathematics achievement. *Developmental Psychology, 46*(5), 1176-1191. doi: 10.1037/a0019672
- Connelly, S. L., Hasher, L., & Zacks, R. T. (1991). Age and reading: The impact of distraction. *Psychology and Aging, 6*, 533-541. doi: 10.1037/0882-7974.6.4.533
- Cragg, L. & Nation, K. (2008). Go or no go? Developmental improvements in the efficiency of response inhibition in mid-childhood. *Developmental Science, 11*(6), 819-827. doi: 10.1111/j.1467-7687.2008.00730.x
- Darowski, E. S., Helder, E., Zacks, R. T., Hasher, L., & Hambrick, D. Z. (2008). Age-related differences in cognition: The role of distraction control. *Neuropsychology, 22*(5), 638-644. doi: 10.1037/0894-4105.22.5.638
- Davidson, M. C., Amso, D., Anderson, L. C., & Diamond, A. (2006). Development of cognitive control and

- executive functions from 4 to 13 years: Evidence from manipulations of memory, inhibition, and task switching. *Neuropsychologia*, 44(11), 2037-2078. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2006.02.006
- Dempster, F. N. (1993). Resistance to interference: Developmental changes in a basic processing mechanism. In M. L. Howe & R. Pasnak (Eds.), *Emerging themes in cognitive development: Vol. 1. Foundations* (pp. 3-27). New York: Springer-Verlag. doi: 10.1007/978-1-4613-9220-0\_1
- Dempster, F. N. & Corkill, A. J. (1999). Interference and inhibition in cognition and behavior: Unifying themes for educational psychology. *Educational Psychology Review*, 11, 1-88. doi: 10.1023/A:1021992632168
- Dent, K., Allen, H. A., Braithwaite, J. J., & Humphreys, G. W. (2012). Parallel distractor rejection as a binding mechanism in search. *Frontiers in Psychology*, 3, 1-10. doi: 10.3389/fpsyg.2012.00278
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135-168. doi: 10.1146/annurev-psych-113011-143750
- Diamond, A., Kirkham, N., & Amso, D. (2002). Conditions under which young children can hold two rules in mind and inhibit a prepotent response. *Developmental Psychology*, 38, 352-362. doi: 10.1037//0012-1649.38.3.352
- Diamond, A., Prevor, M. B., Callender, G., & Druin, D. P. (1997). Prefrontal cortex cognitive deficits in children treated early and continuously for PKU. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 62(4). doi: 10.2307/1166208
- Dias, N. M., Menezes, A., & Seabra, A. G. (2013). Age differences in executive functions within a sample of Brazilian children and adolescents. *Spanish Journal of Psychology*, 16, 1-14. doi: 10.1017/sjp.2013.12
- Enright, S. J. & Beech, A. R. (1993a). Further evidence of reduced cognitive inhibition in obsessive-compulsive disorder. *Personality and Individual Differences*, 14(3), 387-395. doi: 10.1016/0191-8869(93)90307-O
- Enright, S. J. & Beech, A. R. (1993b). Reduced cognitive inhibition in obsessive-compulsive disorder. *British Journal of Clinical Psychology*, 32, 67-74. doi: 10.1111/j.2044-8260.1993.tb01028.x
- Eriksen, B. A. & Eriksen, C. W. (1974). Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a nonsearch task. *Perception & Psychophysics*, 16, 143-149. doi: 10.3758/BF03203267
- Friedman, N. P. & Miyake, A. (2004). The relations among inhibition and interference control functions: A latent-variable analysis. *Journal of Experimental Psychology: General*, 133(1), 101-135. doi: 10.1037/0096-3445.133.1.101
- Gandolfi, E., Viterbori, P., Traverso, L., & Usai, M. C. (2014). Inhibitory processes in toddlers: A latent-variable approach. *Frontiers in Psychology*, 5, 1-11. doi: 10.3389/fpsyg.2014.00381
- Garon, N., Bryson, S. E., & Smith, I. M. (2008). Executive function in preschoolers: A review using an integrative framework. *Psychological Bulletin*, 134(1), 31-60. doi: 10.1037/0033-2909.134.1.31
- Gerstadt, C., Hong, Y., & Diamond, A. (1994). The relationship between cognition and action: Performance of 3 1/2-7 year old children on a Stroop-like day-night test. *Cognition*, 53, 129-153. doi: 10.1016/0010-0277(94)90068-X
- Grant, J. D. & Dagenbach, D. (2000). Further considerations regarding inhibitory processes, working memory, and cognitive aging. *American Journal of Psychology*, 113(1), 69-94. doi: 10.2307/1423461
- Harnishfeger, K. K. (1995). The development of cognitive inhibition. In F. N. Dempster & C. J. Brainerd (Eds.), *Interference and inhibition in cognition* (pp. 175-204). New York: Academic Press.
- Harnishfeger, K. K. & Pope, R. S. (1996). Intending to forget: The development of cognitive inhibition in directed forgetting. *Journal of Experimental Child Psychology*, 63, 292-315. doi: 10.1006/jecp.1996.0032
- Hasher, L. & Zacks, R. T. (1988). Working memory, comprehension, and aging: A review and a new view. In G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory* (Vol. 22, pp. 193-225). San Diego, CA: Academic Press.
- Hasher, L., Lustig, C., & Zacks, R. T. (2007). Inhibitory mechanisms and the control of attention. In A. Conway, C. Jarrold, M. Kane, A. Miyake, & J. Towse (Eds.), *Variation in working memory* (pp. 227-249). New York: Oxford University Press.
- Hofmann, W., Schmeichel, B. J., & Baddeley, A. D. (2012). Executive functions and self-regulation. *Trends*

- in *Cognitive Sciences*, 16(3), 174-180. doi: 10.1016/j.tics.2012.01.006
- Hofmann, W., Vohs, K. D., & Baumeister, R. F. (2012). What people desire, feel conflicted about, and try to resist in everyday life. *Psychological Science*, 23(6), 582-588. doi: 10.1177/0956797612437426
- Howard, S. J., Johnson, J., & Pascual-Leone, J. (2014). Clarifying inhibitory control: Diversity and development of attentional inhibition. *Cognitive Development*, 31(1), 1-21. doi: 10.1016/j.cogdev.2014.03.001
- Huang-Pollock, C. L., Carr, T. H., & Nigg, J. T. (2002). Perceptual load influences late versus early selection in child and adult selective attention. *Developmental Psychology*, 38, 363-375.
- Huizinga, M., Dolan, C. V., & Van der Molen, M. W. (2006). Age-related change in executive function: Developmental trends and a latent variable analysis. *Neuropsychologia*, 44, 2017-2036. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2006.01.010
- Joormann, J. & Gotlib, I. H. (2008). Updating the contents of working memory in depression: Interference from irrelevant negative material. *Journal of Abnormal Psychology*, 117(1), 182-92. doi: 10.1037/0021-843X.117.1.182
- Kail, R. (2002). Developmental change in proactive interference. *Child Development*, 73, 1703-1714. doi: 10.1111/1467-8624.00500
- Kannass, K., Oakes, L., & Shaddy, J. (2006). A longitudinal investigation of the development of attention and distractibility. *Journal of Cognition and Development*, 7, 381-409. doi: 10.1207/s15327647jcd0703\_8
- Kramer, A. F., Humphrey, D. G., Larish, J. F., Logan, G. D., & Strayer, D. L. (1994). Aging and inhibition: Beyond a unitary view of inhibitory processing in attention. *Psychology and Aging*, 9, 491-512. doi: 10.1037/0882-7974.9.4.491
- Kochanska, G. (2002). Committed compliance, moral self, and internalization: A mediational model. *Developmental Psychology*, 38, 339-351. doi: 10.1037/0012-1649.38.3.339
- Kochanska, G., Tjebkes, T., & Forman, D. (1998). Children's emerging regulation of conduct: Restraint, compliance, and internalization from infancy to the second year. *Child Development*, 69, 1378-1389. doi: 10.1111/j.1467-8624.1998.tb06218.x
- Lansink, J. M., Mintz, S., & Richards, J. E. E. (2000). The distribution of infant attention during object examination. *Developmental Science*, 3, 163-170. doi: 10.1111/1467-7687.00109
- Logan, G. D. (1994). On the ability to inhibit thought and action: A users' guide to the stop signal paradigm. In D. Dagenbach & T. H. Carr (Eds.), *Inhibitory processes in attention, memory, and language* (pp. 189-239). San Diego: Academic Press.
- Logan, G. D., Schachar, R. J., & Tannock, R. (1997). Impulsivity and inhibitory control. *Psychological Science*, 8(1), 60-64. doi:10.1111/j.1467-9280.1997.tb00545.x
- Loosli, S. V., Rahm, B., Unterrainer, J. M., Weiller, C., & Kaller, C. P. (2014). Developmental change in proactive interference across the life span: Evidence from two working memory tasks. *Developmental Psychology*, 50(4), 1060. doi: 10.1037/a0035231
- MacLeod, C. M., Dodd, M. D., Sheard, E. D., Wilson, D. E., & Bibi, U. (2003). In opposition to inhibition. In B. H. Ross (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 43, pp. 163-214). San Diego, CA: Academic Press. doi: 10.1016/S0079-7421(03)01014-4
- Mann, T., De Ridder, D., & Fujita, K. (2013). Self-regulation of health behavior: Social psychological approaches to goal setting and goal striving. *Health Psychology*, 32(5), 487-498. doi: 10.1037/a0028533
- Mischel, W., Ayduk, O., Berman, M. G., Casey, B. J., Gotlib, I. H., Jonides, J., ... Shoda, Y. (2011). "Willpower" over the life span: Decomposing self-regulation. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 6(2), 252-256. doi: 10.1093/scan/nsq081
- Moffitt, T. E., Arseneault, L., Belsky, D., Dickson, N., Hancox, R. J., Harrington, H., ... & Caspi, A. (2011). A gradient of childhood self-control predicts health, wealth, and public safety. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108, 2693-2698. doi: 10.1073/pnas.1010076108/-/DCSupplemental
- Monsell, S. (1978). Recency, immediate recognition memory, and reaction time. *Cognitive Psychology*, 10, 465-501. doi: 10.1016/0010-0285(78)90008-7

- Nee, D. E. & Jonides, J. (2008). Dissociable interference-control processes in perception and memory. *Psychological Science*, 19(5), 490-500. doi: 10.1111/j.1467-9280.2008.02114.x
- Nee, D. E. & Jonides, J. (2009). Common and distinct neural correlates of perceptual and memorial selection. *NeuroImage*, 45(3), 963-975. doi: 10.1016/j.neuroimage.2009.01.005
- Nee, D. E., Jonides, J., & Berman, M. G. (2007). Neural mechanisms of proactive interference-resolution. *NeuroImage*, 38(4), 740-751. doi:10.1016/j.neuroimage.2007.07.066
- Neumann, E. & DeSchepper, B. G. (1991). Costs and benefits of target activation and distractor inhibition in selective attention. *Journal of Experimental Psychology. Learning, Memory, and Cognition*, 17(6), 1136-1145. doi: 10.1037/0278-7393.17.6.1136
- Nigg, J. T. (2000). On inhibition/disinhibition in developmental psychopathology: Views from cognitive and personality psychology and a working inhibition taxonomy. *Psychological Bulletin*, 126, 220-246. doi: 10.1037/0033-2909.126.2.220
- Oberauer, K. (2001). Removing irrelevant information from working memory: A cognitive aging study with the modified Sternberg task. *Journal of Experimental Psychology. Learning, Memory, and Cognition*, 27(4), 948-957. doi:10.1037//0278-7393.27.4.948
- Oberauer, K. (2005). Control of the contents of working memory. A comparison of two paradigms and two age groups. *Journal of Experimental Psychology. Learning, Memory, and Cognition*, 31(4), 714-728. doi: 10.1037/0278-7393.31.4.714
- Reed, M., Pien, D., & Rothbart, M. (1984). Inhibitory self-control in preschool children. *Merrill-Palmer Quarterly*, 30, 131-147.
- Richards, J. E. (1985). The development of sustained visual attention in infants from 14 to 26 weeks of age. *Psychophysiology*, 22, 409-416. doi: 10.1111/j.1469-8986.1985.tb01625.x
- Richards, J. E. (1989). Development and stability in visual sustained attention in 14, 20, and 26 week old infants. *Psychophysiology*, 26, 422-430. doi: 10.1111/j.1469-8986.1989.tb01944.x
- Richards, J. (1997). Peripheral stimulus localization by infants: Attention, age, and individual differences in heart rate variability. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 23, 667-680. doi: 10.1037/0096-1523.23.3.667
- Richards, J. E. & Casey, B. J. (1991). Heart rate variability during attention phases in young infants. *Psychophysiology*, 28, 43-53. doi: 10.1111/j.1469-8986.1991.tb03385.x
- Rösler, A., Mapstone, M., Hays-Wicklund, A., Gitelman, D. R., & Weintraub, S. (2005). The “zoom lens” of focal attention in visual search: Changes in aging and Alzheimer’s disease. *Cortex*, 41(4), 512-519. doi: 10.1016/S0010-9452(08)70191-6
- Rothbarth, M. K., Posner, M. I., Rueda, M. R., Sheese, B. E., & Tang, Y. (2009). Enhancing self-regulation in school and clinic. In D. Cicchetti & M. R. Gunnar (Eds), *Minnesota Symposium on Child Psychology. Vol 35: Meeting the Challenge of Translational Research in Child Psychology* (pp. 115-158). Hoboken, NJ: John Wiley.
- Ruff, H. A. & Capozzoli, M. (2003). Development of attention and distractibility in the first 4 years of life. *Developmental Psychology*, 39, 877-890. doi: 10.1037/0012-1649.39.5.877
- Ruff, H. A. & Lawson, K. R. (1990). Development of sustained, focused attention in young children during free play. *Developmental Psychology*, 26, 85-93. doi: 10.1037/0012-1649.26.1.85
- Ruff, H., Lawson, K., Parinello, R., & Weissberg, R. (1990). Long-term stability of individual differences in sustained attention in the early years. *Child Development*, 61, 60-75. doi: 10.1111/j.1467-8624.1990.tb02760.x
- Shilling, V. M., Chetwynd, A., & Rabbitt, P. M. A. (2002). Individual inconsistency across measures of inhibition: An investigation of the construct validity of inhibition in older adults. *Neuropsychologia*, 40, 605-619. doi: 10.1016/S0028-3932(01)00157-9
- Stevens, J., Quittner, A. L., Zuckerman, J. B., & Moore, S. (2002). Behavioral inhibition, self-regulation of motivation, and working memory in children with attention deficit hyperactivity disorder. *Developmental Neuropsychology*, 21(2), 117-139. doi: 10.1207/S15326942DN2102\_1

- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18(6), 643-662. doi: 10.1037/h0054651
- Tellinghuisen, D. & Oakes, L. (1997). Distractibility in infancy: The effect of distractor characteristics and type of attention. *Journal of Experimental Child Psychology*, 64, 232-254. doi:10.1006/jecp.1996.2341
- Tipper, S. P. (2001). Does negative priming reflect inhibitory mechanisms? A review and integration of conflicting views. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 54(2), 321-343. doi: 10.1080/713755969
- Treisman, A. & Sato, S. (1990). Conjunction search revisited. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 16(3), 459-478. doi: 10.1037/0096-1523.16.3.459
- Vadaga, K. K., Blair, M., & Li, K. Z. H. (2015). Are age-related differences uniform across different inhibitory functions? *Journals of Gerontology, Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*. doi: 10.1093/geronb/gbv002
- Vendrell, P., Junque, C., & Pujol, J. (1995). La resonancia magnética funcional: una nueva técnica para el estudio de las bases cerebrales de los procesos cognitivos. *Psicothema*, 7(1), 51-60.