

Inhibición de respuesta y conflicto cognitivo en adultos

María M. Richards^{1,2}, Isabel Introzzi^{1,2}, Eliana Zamora^{1,2}, Deisy Krzemien^{1,2} y Lorena Canet Juric^{1,2}

¹Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina. .

²Instituto de Psicología Básica, Aplicada y Tecnología - IPSIBAT (UNMDP – CONICET). Mar del Plata, Argentina.

Resumen

Desde una perspectiva multidimensional, se considera que la inhibición comportamental (IC) es uno de los procesos inhibitorios. La IC es aquel proceso que interviene permitiendo suprimir o frenar las tendencias de respuestas dominantes pero inapropiadas. Tradicionalmente, se han considerado generalmente dos paradigmas para su evaluación: Stop Signal y Simon. Si bien en nuestro medio se han realizado estudios que analizan las relaciones entre ambos paradigmas en niños, aún resta analizar las mismas en población adulta. Este trabajo propone analizar las relaciones entre ambos paradigmas en población adulta argentina. Para analizar el funcionamiento de la IC se diseñaron y aplicaron dos tareas y/o medidas experimentales que se incluyen en una batería informatizada denominada Tareas de Autorregulación Cognitiva – TAC– (Introzzi, & Canet Juric, 2014): una medida de inhibición de respuesta de la Tarea de los dedos– Efecto Simon, y una tarea de inhibición comportamental – Stop Signal. La muestra fue de 77 participantes adultos de la ciudad de Mar del Plata, de entre 18 y 46 años de edad. Los resultados reflejan que ambos paradigmas, aunque exploran distintos aspectos de la inhibición de respuesta, se encuentran moderadamente relacionados. Se discuten sus implicancias, se analiza si existe un desempeño equivalente en ambos paradigmas y el modo de funcionamiento de las tendencias prepotentes en el comportamiento del ser humano. Al mismo tiempo, se destaca la importancia y las ventajas del uso de medidas informatizadas que posibilitan la

Correspondencia con los autores: mariamartarichards@gmail.com

Artículo recibido: 6 de octubre de 2018

Artículo aceptado: 20 de diciembre de 2018

Este trabajo recibió el Segundo Premio en la categoría Adultos en el XIII Congreso Argentino de Neuropsicología-SONEPSA 2018.

<http://www.revneuropsi.com.ar>

ISSN: 1668-5415

evaluación de este proceso inhibitorio, aislando la participación de otros procesos que impiden su interpretación.

Palabras clave: inhibición comportamental - inhibición de respuesta - paradigma Stop Signal - efecto Simon - tareas de autorregulación cognitiva.

Abstract

Response inhibition and cognitive conflict in adults. *From a multidimensional perspective, it is considered that response inhibition (RI) is one of the inhibitory processes. The RI is that process that intervenes allowing to suppress or to restrain the tendencies of dominant but inappropriate answers. Traditionally, two paradigms have been generally considered for their assessment: Stop Signal and Simon. Although -in our environment- studies have been carried out that analyze the relationships between both paradigms in children, it still remains to analyze them in adult population. This research proposes to analyze the relationships between both paradigms in an Argentine adult sample. To analyze the functioning of the RI, two tasks and/or experimental measures were designed and applied, which are included in a computerized battery called Tareas de Autorregulación Cognitiva - TAC: a measure of response inhibition of the Fingers Task - Simon effect, and a task of response inhibition - Stop Signal. A non probabilistic sample of 77 adult participants from the city of Mar del Plata, between 18 and 46 years of age, was assessed. The results reflect that both paradigms, although they explore different aspects of response inhibition, are moderately related. Its implications are discussed; it is analyzed if there is an equivalent performance in both paradigms and the mode of operation of prepotent tendencies in the behavior of the human being. At the same time, it highlights the importance and advantages of the use of computerized measures that enable the evaluation of this inhibitory process, isolating the participation of other processes that impede their interpretation.*

Keywords: response inhibition - stop signal paradigm - Simon effect – TAC.

1. Introducción

Las Funciones Ejecutivas (FE) se definen como un conjunto de procesos cognitivos de dominio general que actúan controlando o modulando las emociones, comportamientos y pensamientos para el logro de metas u objetivos que resultan valiosos para el individuo (Diamond, 2013; Schmeichel & Tang, 2015). En general bajo el constructo FE quedan implicados un grupo de procesos cognitivos que intervienen en los comportamientos dirigidos a metas (Huizinga, Dolan, & van der Molen, 2006), y que se activan en situaciones que presentan un alto requerimiento de control cognitivo y comportamental, por lo que suelen caracterizarse como procesos

de control ejecutivo o cognitivo. Así, estos procesos permiten al individuo: retener información y representaciones complejas para operar mentalmente sobre ellas, guiar el comportamiento, tomar decisiones en lugar de actuar impulsivamente, y adaptarse de manera rápida y flexible a situaciones cambiantes (Davidson, Amso, Anderson, & Diamond, 2006; Miyake & Friedman, 2012). Por ello, se considera que las FE contribuyen de manera significativa a la autorregulación (Hofmann, Schmeichel & Baddeley, 2012; Nigg, 2017). Esto último explica la participación activa de estos procesos en la salud mental y física, el aprendizaje, el rendimiento escolar, y el desarrollo cognitivo, social y psicológico (Blair & Razza, 2007; Lui & Tannock, 2007; Moffit et al, 2011; Toll, Van der Ven, Kroesbergen & Van Luit, 2011).

Actualmente, existe cierto consenso en considerar a la Memoria de Trabajo (MT), la Flexibilidad Cognitiva (FC) y a la Inhibición como los principales mecanismos responsables del control ejecutivo (Miyake et al., 2000). Estos mecanismos presentan diferentes características funcionales y operativas por lo que se entiende contribuyen de manera diferencial al control de la conducta y el pensamiento. La FC es el proceso responsable de generar modificaciones en las conductas y pensamientos en contextos dinámicos, sujetos a rápidos cambios y fluctuaciones. Por ello, la posibilidad de cambiar eficiente y velozmente cuando las circunstancias lo demandan constituye un rasgo esencial del comportamiento adaptativo y ajustado a los objetivos. Sin embargo, la posibilidad de adaptarnos a los cambios del ambiente no sólo requiere de FC sino también de otros procesos como la MT y la inhibición (Diamond, 2013) Así, mientras la MT, participa actualizando los objetivos y las acciones más apropiadas a la nueva situación, la inhibición interviene atenuando la interferencia o tendencias prepotentes que pueden originarse tanto en el dominio del pensamiento como en el de la conducta y el ambiente (Diamond, 2013).

La inhibición, al igual que el resto de las FE, contribuye de manera específica y diferencial al logro de nuestros objetivos y metas (Miyake & Friedman, 2012). Su función principal consiste en detener, frenar o disminuir la activación de aquellos comportamientos, emociones y pensamientos que tienden a imponerse con fuerza y por ende a interferir con el logro de nuestros objetivos (Friedman & Miyake, 2004; Nigg, 2000). Sin el control inhibitorio, estaríamos a merced de nuestros impulsos, de los viejos hábitos de pensamientos y acciones (respuestas condicionadas), y de aquellos aspectos del ambiente o contexto que nos impulsan en determinado sentido o lugar. Como explica Diamond (2013), somos criaturas de hábitos y aunque nuestra conducta suele estar bajo el control de los estímulos ambientales en mayor medida de lo que suponemos, la posibilidad de ejercer un control inhibitorio nos permite elegir y eventualmente tener la opción de cambiar una línea de conducta o pensamiento.

En los últimos años, el interés en el estudio de la inhibición se ha incrementado notablemente. Probablemente esto se deba al protagonismo que este proceso ha logrado ocupar en teorías actuales acerca del desarrollo cognitivo y social, y su rol en el desarrollo de otros procesos complejos (Diamond, 2016), el hallazgo del sustrato neuroanatómico de la inhibición (Bunge et. al, 2001; Nee & Jonides, 2009), y el descubrimiento del rol central de la inhibición en diversas esferas. Por ejemplo, el

funcionamiento inhibitorio parece estar implicado en la salud física y mental, el bienestar psicológico y la calidad de vida de las personas (Bauer & Baumeister, 2011), mientras que la dificultad inhibitoria se ha asociado a la emergencia de comportamientos o impulsos no deseados y nocivos para la salud en dominios tan heterogéneos, como el abuso de sustancias, la infidelidad sexual y problemas alimentarios (Baler & Volkow, 2006; Eakin et al., 2004).

En relación a su medición, se ha impulsado el avance de una línea de investigación acerca de los métodos y técnicas estadísticas utilizadas en la evaluación de las FE en general y la inhibición en particular. La baja confiabilidad y el problema de la impureza de las medidas ejecutivas son los dos principales factores responsables de esta situación (Miyake et al., 2000). En este sentido, el registro preciso de las respuestas y estandarización de las condiciones de las tareas, resulta fundamental para la elaboración de índices de desempeño en tareas de control inhibitorio. Por este motivo, se ha propuesto la utilización de medidas informatizadas que permiten el registro preciso de las respuestas de los sujetos como la manipulación de las condiciones de exposición ante los estímulos. Particularmente, se registra un incremento en el empleo de tareas informatizadas de control inhibitorio, que se corresponde con el uso creciente de este formato en diversos contextos de evaluación psicológica –como el ámbito clínico y la investigación– debido a la importancia que este proceso tiene en diferentes ámbitos.

De esta manera, en la literatura destinada a evaluar la inhibición comportamental a través de medidas informatizadas, se destacan las tareas basadas en el control de respuestas prepotentes y, por otro lado, la selección de respuestas entre respuestas competitivas (i.e., en conflicto) (Cragg, 2016; Serverá- Barceló, 2005). Según Carlson y Moses (2001), para medir el control de las respuestas prepotentes se utilizan medidas de la capacidad de los sujetos para retrasar, demorar o suprimir una respuesta prepotente o impulsiva cuando la tarea lo pide. Por ejemplo, en las tareas *Stop Signal* (Logan, Cowan & Davis, 1984) se indica a los participantes que deben responder a los estímulos (tipo *go*), pero de manera imprevista y en intervalos variables (25% de los ensayos) aparece una señal de parar (generalmente un sonido) que indica que debe frenar su respuesta (i.e., no presionar la tecla). El procedimiento permite medir la latencia del acto interno de control (Logan Cowan & Davis, 1984), es decir, el tiempo que tarda el sujeto en inhibir su respuesta. Esta medida se conoce con el nombre de tiempo de frenado (*Stop Signal Reaction Time* o SSRT) y constituye el principal índice de desempeño proporcionado por este paradigma (Introzzi, Richards, Comesaña & Canet-Juric, 2014). Lo interesante y distintivo de este paradigma es que requiere la inhibición de una conducta en curso, es decir, de una respuesta que ya se ha iniciado o activado debido a la presentación de alguno de los dos estímulos (i.e., presionar tecla que señala a la derecha o tecla que señala hacia la izquierda). Por ello, los autores consideran que la tarea *Stop Signal* mide la habilidad del sujeto para inhibir una respuesta que ya ha sido iniciada y que debe detenerse rápidamente (Logan, Cowan & Davis, 1984). En este tipo de tarea se presenta un estímulo por vez y la prepotencia surge de la repetición de una respuesta

simple que se vuelve fuerte o automática y que debe ser suprimida por completo cuando se presenta la señal de parar (i.e., sonido). En estos casos, la interferencia no está dada por estímulos competidores, sino que más bien implican la inhibición de una respuesta prepotente o en curso (Verbruggen & Logan, 2009). Incluso, en este tipo de tareas los participantes no deben reemplazar su respuesta y realizar otra, sino que deben inhibir totalmente su respuesta motora (i.e., no realizar ninguna actividad).

Por otro lado, el denominado efecto *Simon* se sustenta en la tendencia motora de los seres humanos a responder sobre el mismo sitio en que se presenta un estímulo (Davidson et al. 2006). El efecto se manifiesta en una disminución en los TR y en la precisión cuando la respuesta es ipsilateral al estímulo (congruencia estímulo-respuesta) comparado con la situación en la que la respuesta es contralateral (incongruencia estímulo-respuesta) (ver Kornblum & Lee, 1995; Simon, 1990). Esta diferencia se ha explicado por medio de la hipótesis de las dos rutas. La hipótesis plantea que el procesamiento y la respuesta frente a las propiedades relevantes e irrelevantes se efectúan paralelamente y a través de dos rutas: una rápida y otra más lenta y controlada (Kornblum, Hasbroucq, & Osman, 1990). En las tareas de Simon se les pide a los participantes que respondan a una característica determinada (color, orientación). Por ende, el atributo relevante es la característica señalada del estímulo. Por otra parte, el atributo irrelevante es la localización del mismo, dado que no aporta información relevante o de interés respecto de la tarea que debe realizar el participante.

La ruta rápida procesa y responde de manera veloz y automática a la localización, debido a la conexión natural que existe entre la localización y la respuesta ipsilateral. Como en los ensayos congruentes los atributos relevante e irrelevante coinciden y demandan el mismo sitio de respuesta, se activa la ruta rápida de procesamiento, que corresponde al modo global y rápido de procesamiento. Sin embargo, en los ensayos incongruentes se presenta un claro conflicto entre los atributos relevante e irrelevante. Así, mientras la localización (atributo irrelevante) se asocia fuertemente con un sitio de respuesta (por ejemplo, tecla izquierda), la otra característica, por ejemplo, orientación (atributo relevante) indica que debe responderse presionando la tecla del sitio opuesto (por ejemplo, tecla derecha). En esta situación de conflicto, la activación de la ruta rápida o modo global no resulta suficiente para lograr una respuesta correcta, por lo que resulta necesario activar la ruta más lenta o controlada, que permite inhibir el modo global y emitir una respuesta más discriminada y ajustada al estímulo. Cabe destacar que en este tipo de tareas no se busca medir la retención de una respuesta impulsiva únicamente sino también la capacidad del sujeto para proporcionar una nueva respuesta que es incompatible con la respuesta prepotente. En la Tabla 1 se muestran las principales diferencias operativas entre los dos paradigmas de inhibición de respuesta, Stop Signal y Simon.

Tabla 1. Comparaciones entre el efecto Simon y la tarea de Stop-Signal

Paradigma	
Simon	Stop Signal
Conflicto entre atributos visuales (localización vs orientación) y entre respuestas (respuesta ipsilateral vs contralateral)	Ausencia de conflicto
Inhibición respuesta prepotente	Inhibición respuesta prepotente
Presencia de respuesta	Ausencia de respuesta

Como puede observarse en la Tabla 1, si bien ambos paradigmas apuntan a medir la inhibición de respuesta existen claras diferencias entre ellos. La activación de la respuesta prepotente o fuertemente establecida demanda la intervención de un tipo específico de proceso inhibitorio: la inhibición comportamental. Sin embargo, existen dos contextos distintos en los que ésta puede presentarse: uno, se caracteriza por la presencia de conflicto -entre respuestas o entre atributos visuales- y la demanda de una respuesta específica en el lugar de la respuesta prepotente, y otro, por la ausencia de conflicto y por el requerimiento explícito de la no emisión de respuesta.

En función de estas particularidades, nos preguntamos si deberíamos esperar un desempeño equivalente en ambos paradigmas; qué reflejan estos dos diferentes contextos -Simon y *Stop Signal*- a pesar de ser procedimientos tradicionalmente utilizados para evaluar el mismo proceso de inhibición comportamental; ¿qué contexto resulta más complejo?, y ¿cuál de ellos plantea una mayor exigencia de control ejecutivo? La propuesta del presente estudio apunta a responder y analizar estas cuestiones en población adulta. Si bien en nuestro medio se han realizado estudios que analizan las relaciones entre ambos paradigmas en niños como medidas de la inhibición de respuesta (Richard's, Introzzi, Zamora, Vernucci, Stelzer, & Andrés, 2017), aún resta analizar estas relaciones en población adulta.

2. Método

Diseño y participantes

Para analizar las relaciones entre los paradigmas de inhibición comportamental de Stop Signal y Simon se utilizó un diseño correlacional transversal. Se evaluó una muestra no probabilística incidental de 77 participantes adultos de la ciudad de Mar del Plata. Se usaron los siguientes criterios de inclusión: tener entre 18 y 50 años, no presentar problemas psiquiátricos, neurológicos y/o retraso mental, déficits motores o sensoriales, haber completado el nivel primario de educación y no estar bajo tratamiento psicofarmacológico al momento de la administración de los instrumentos.

La edad de los sujetos fluctuó entre los 18 y 46 años ($M= 27,13$; $DE=6,64$), siendo el 54,2 % del sexo femenino. El 97,9 % de los participantes había completado el nivel secundario de educación en el momento de la administración, y el 31,3 % había alcanzado el nivel universitario completo.

Instrumentos

Para analizar el funcionamiento de la inhibición comportamental se diseñaron dos tareas y/o medidas experimentales que se incluyen en una batería informatizada denominada Tareas de Autorregulación Cognitiva – TAC– (Introzzi, & Canet Juric, 2014). Para ello, se consideraron los siguientes criterios: (a) disminuir al máximo la participación de otros procesos ejecutivos (memoria de trabajo, flexibilidad); (b) seleccionar sólo estímulos visuales con el objeto de atenuar los requerimientos verbales vinculados a cada actividad; (c) cumplir con los distintos criterios internos de validación planteados por cada paradigma experimental.

1) Medida de Inhibición de respuesta de la Tarea de los dedos de la TAC – Efecto Simon

Se utilizó una versión modificada de la tarea de las flechas (*arrows task*) propuesta por Davidson et al. (2006), que se denominó Tarea de los dedos (Introzzi, Canet Juric, Comesaña, Andrés, & Richard's, 2013). La tarea se basa en dos paradigmas clásicos de la psicología cognitiva: el paradigma de Simon (Simon & Rudell, 1967) y el paradigma de cambio de tarea (ver Davidson et al., 2006). A diferencia de la tarea de Davidson et al. (2006), en este estudio se utilizaron dedos en vez de flechas con el objeto de incrementar la familiaridad del estímulo y de facilitar la asociación entre el estímulo y el sitio de respuesta para minimizar la carga de memoria de trabajo y el uso de los recursos cognitivos que ello implica. La tarea está conformada por tres bloques experimentales que se presentan en esta secuencia: Bloque Congruente (BC), Bloque Incongruente (BI) y Bloque Mixto (BM). Previo a cada bloque experimental aparece un bloque de práctica de ocho ensayos. Si en el bloque de práctica el participante no alcanza el 80% de aciertos, no se da comienzo al bloque experimental (que es el que permite registrar las medidas de desempeño), debiéndose administrar el bloque de práctica nuevamente hasta alcanzar el criterio descrito.

En el presente estudio se utilizaron los índices de desempeño obtenidos en el BI (ver Figura 1). En esta tarea, primero aparece un punto de fijación (una cruz) en el centro de la pantalla, que se mantiene fijo durante todo el bloque, y luego comienzan a presentarse los estímulos de manera secuencial del lado izquierdo o derecho de la cruz a una distancia equidistante y con un intervalo entre estímulos de 500 ms. Cada estímulo se mantiene en pantalla durante 750 ms., lapso en el cual el participante debe emitir su respuesta. El estímulo consiste en una mano cuyo dedo índice señala con una orientación diagonal (en un ángulo de 45°) hacia el lado opuesto en que se presenta el mismo. Entonces, si la mano se presenta en el lateral derecho de la pantalla, señala el sitio contralateral de respuesta y el participante debe por lo tanto presionar la letra “Z”, y a la inversa, si se presenta en el lado izquierdo, el dedo señala

el sitio de respuesta contralateral, por lo que el participante debe presionar la tecla “M”. En síntesis, la mano con orientación diagonal siempre señala hacia el lado opuesto indicando que se debe presionar la tecla contralateral al lado en que se presenta el estímulo. Este bloque está integrado por 20 ensayos (en 10 de ellos el estímulo se presenta sobre el lateral derecho de la pantalla y en los otros 10, sobre el lateral izquierdo). En ambos casos los estímulos se distribuyen al azar. El desempeño en este bloque exige al participante activar la inhibición de respuesta, debido a que debe ser capaz de suprimir la respuesta prepotente ipsilateral, es decir presionar la tecla correspondiente al mismo lado donde aparece la localización del estímulo.

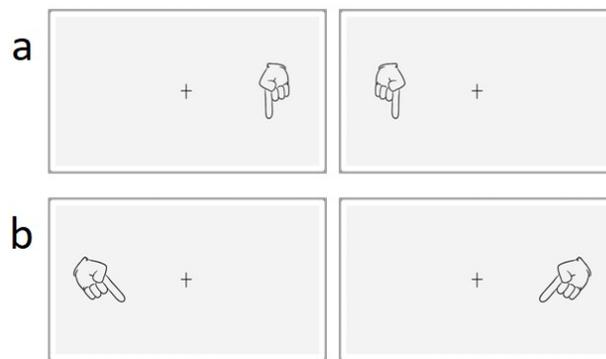


Figura 1. Comparaciones entre el efecto Simon y la tarea de Stop-Signal

La ejecución del participante permite obtener un conjunto de medidas básicas de desempeño: (a) porcentaje medio de respuestas correctas -precisión-, (b) tiempos medios de respuesta (TR) y (c) cantidad de respuestas anticipatorias (respuestas inferiores o iguales a los 200 ms).

2) Tarea de Inhibición comportamental – Medida de Stop Signal

La tarea se encuentra basada en el Paradigma de la Señal de Parar (-PSP-*Stop Signal Paradigm*). El PSP es uno de los más utilizados para evaluar la inhibición comportamental (Logan, Schachar & Tannock, 1997; Morein-Zamir & Kingstone, 2006; Verbruggen & Logan 2009). La tarea está integrada por dos bloques de práctica de 32 ensayos y por un bloque experimental de 128 ensayos. En el primer bloque de práctica se presentan solo ensayos *go* o de ejecución. Cada ensayo se inicia con la presentación de un punto de fijación que consiste en una cruz que aparece en el centro de la pantalla y que se mantiene durante 500 ms. Luego desaparece la cruz y aparece una flecha en color rojo durante 1000 ms señalando hacia la izquierda o hacia la derecha. El participante debe presionar lo más velozmente posible la tecla izquierda o derecha del teclado en función de la orientación de la flecha que aparece en pantalla.

Las flechas se distribuyen de manera aleatoria, 16 señalan hacia la izquierda y 16 hacia la derecha. Esta tarea se define como la tarea primaria. A continuación, se presenta el segundo bloque de práctica, donde el participante debe realizar la misma tarea que en bloque anterior (tarea primaria) pero en este caso se solicita que intente detener su respuesta (presionar la tecla) cada vez que escuche una señal auditiva (señal de parar). Por lo tanto, durante la ejecución de la tarea primaria, ocasionalmente y de manera imprevista debe frenar su respuesta (ensayos *stop*- tarea secundaria) cada vez que escucha una señal auditiva (señal de parar). La señal de parar se presenta en el 25% de los ensayos y a distintos intervalos luego de la presentación de la flecha (intervalos de la señal de parar –ISP–). Todos los ensayos (8 con señal de parar y 24 de ejecución) están mezclados de manera aleatoria. El ISP correspondiente al primer ensayo de parar es fijo, pues la señal aparece a los 250 ms de presentado el estímulo para todos los participantes, pero luego el intervalo se ajusta en función del desempeño del sujeto. Este procedimiento de ajuste dinámico, consiste en incrementar en 50 ms el intervalo correspondiente al próximo ensayo de parar si se logra inhibir la respuesta y en disminuirlo en 50 ms en el caso de que exista una respuesta (lo que indica una falla inhibitoria) (ver Logan et al., 1997). Este método es uno de los más utilizados y confiables para el cálculo del principal índice de desempeño ligado a la tarea: el Tiempo de Frenado (TF) (Band, van der Molen & Logan, 2003; Logan et al., 1997), medida que refleja el tiempo de demora para detener la respuesta en los ensayos *stop*. El tercer bloque es el experimental y es el que permite obtener los distintos índices de desempeño para el cálculo del TF. Por este motivo está compuesto por una cantidad mayor de ensayos (128): el 75% son ensayos de ejecución y el 25% son ensayos de parar. La distribución de los ensayos es aleatoria, y la secuencia y duración de los estímulos en la pantalla es equivalente al bloque anterior. Para la estimación del TF se utilizan dos medidas básicas: (a) la media correspondiente a los tiempos de respuesta en los ensayos de ejecución (75% de los ensayos) y (b) la media correspondiente total de los ISP que no registran fallas inhibitorias (emisión de respuesta en ensayos de parar). El cálculo del TF se calcula sustrayendo el ISP promedio del TR promedio obtenido en los ensayos de ejecución (para una explicación más detallada del procedimiento y del modelo en que se fundamenta ver Osman Komblum y Meyer, 1986, 1990; Schachar & Logan, 1990; Schachar, Tannock, Marriott & Logan, 1995). A continuación, se describen los principales índices de desempeño y su forma de cálculo.

Tabla 2. Descripción de los principales índices de desempeño de la tarea Stop Signal, y su correspondiente forma de cálculo.

Principales índices de desempeño		Descripción	Forma de cálculo
Precisión (Mixto)	GO	Porcentaje de aciertos en la tarea de ejecución mixta (con y sin señal sonora)	Cantidad de ensayos <i>go</i> mixto acertados / Cantidad de ensayos <i>go</i> mixto * 100
Porcentaje Inhibición	de	Porcentaje de aciertos de frenado en la tarea mixta (con y sin señal sonora)	Porcentaje de ensayos <i>Stop</i> (Bloque mixto) acertados / Cantidad de ensayos <i>go</i> (Bloque mixto) * 100
TR Medio (Mixto)	<i>go</i>	Tiempo promedio que demora el sujeto en emitir su respuesta en la tarea mixta (con y sin señal sonora)	Suma de TR de ensayos <i>go</i> (bloque mixto) / Cantidad de ensayos <i>go</i> (bloque mixto)
<i>Mean Delay</i> (IP)		Tiempo promedio que cada sujeto emplea en inhibir la respuesta al presentarse la señal sonora	Suma de TR de ensayos <i>Stop</i> inhibidos/ Cantidad de ensayos <i>Stop</i> inhibidos
TF (Tiempo de Frenado)	de	Corresponde al intervalo de tiempo que se encuentra entre el inicio del proceso de frenado, que se da con la presentación de la señal de parar y su finalización. No puede medirse de manera directa puesto que la inhibición de la respuesta no constituye una respuesta observable.	Tiempo de respuesta en ensayos <i>go</i> puro – TR promedio en ensayos con señal.
Precisión (Bloque Puro)	<i>go</i>	Porcentaje de aciertos en la tarea de ejecución	Cantidad de ensayos <i>go</i> puro acertados / Cantidad de ensayos <i>go</i> puro * 100
TR <i>go</i> (Bloque Puro)		Tiempo promedio que demora el sujeto en emitir su respuesta	Suma de TR de ensayos GO Puro acertados/ Cantidad de ensayos <i>go</i> puro acertados

Procedimiento

La administración de las tareas experimentales fue realizada de forma individual por profesionales entrenados a tal efecto. El orden de administración estuvo contrabalanceado. Se solicitó el consentimiento informado que explicaba detalladamente en qué consistía la investigación y garantizaba la confidencialidad de la información obtenida, y su utilización con fines exclusivamente científicos, bajo la Ley Nacional Argentina N° 25.326 de protección de los datos personales. Los datos fueron procesados y analizados con el programa SPSS v23.

El análisis de datos se realizó en dos etapas. Primero, se efectuaron distintos estudios para determinar si las tareas cumplían con los principales criterios internos de validación formulados para cada paradigma. Y luego, una vez constatados los efectos experimentales y criterios de validez interna, se analizó la relación entre los índices de inhibición comportamental y los del bloque incongruente de la tarea de los dedos de la TAC. Con respecto a la tarea de inhibición comportamental (*Stop Signal*), el criterio principal consiste en el porcentaje de respuestas correctas frente a la señal de parar. Debido al tipo de procedimiento utilizado para la estimación del tiempo de frenado (ver *método de ajuste dinámico* en descripción de las tareas) lo esperable es que los participantes logren aproximadamente entre el 40 y 60 % de respuestas correctas (ver Logan et al., 1997; Verbruggen, Logan & Stevens, 2008).

Luego del estudio de los efectos experimentales, se analizaron las correlaciones entre los indicadores del bloque incongruente de la Tarea de los dedos – Efecto Simon (TR y % de aciertos) y las medidas de desempeño de la tarea de inhibición comportamental – Stop Signal (Tiempo de frenado), para estudiar las relaciones entre ambas variables.

3. Resultados

Análisis de validez interna

Los resultados muestran el hallazgo de los principales efectos experimentales esperados para cada tarea. En la tarea de inhibición comportamental, los participantes inhiben el 54,15 % ($DE=9,37$) de sus respuestas, lo que indica un adecuado ajuste del método implementado para la estimación del tiempo de frenado (*método de ajuste dinámico*). Por otro lado, en el bloque incongruente de la tarea de inhibición de respuesta, se presentó el efecto de cambio esperado debido a la tendencia de respuesta contralateral, es decir, mayores TR medios ($M=558,44$; $DE=76,60$) y menor porcentaje de respuestas correctas ($M=94,34$; $DE=7,61$) en este bloque incongruente con respecto al bloque congruente, TR ($M=491,11$; $DE=68,68$); Aciertos ($M=98,43$; $DE=3,90$). Las diferencias entre ambos bloques resultaron estadísticamente significativas, tanto para los TR ($t(76) = -11,21$, $p<.001$), como para los Aciertos ($t(76) = 4,36$, $p<.001$).

Análisis de la relación entre los paradigmas Stop Signal y Simon de inhibición comportamental y de respuesta.

Los resultados de dichos análisis, así como los estadísticos descriptivos de las variables bajo estudio, se expresan en la Tabla 3. Los resultados muestran una correlación positiva y moderada entre el Bloque Incongruente TR Total -Tarea de Efecto Simon - y el índice *Stop Signal Mean Delay* ($r = .237$, $p = .039$), y una correlación negativa con el índice *Stop Signal Tiempo de Frenado* ($r = -.211$, $p = .$

057). También se encontraron correlaciones entre el Bloque incongruente TR Total con la precisión, tanto en ensayos *go* ($r=-.430, p=.000$ como en los ensayos Stop ($r=.255, p=.026$).

Tabla 3. Estadísticos descriptivos y correlaciones entre los principales índices de las tareas

										M	DE
1	2	3	4	5	6	7					
1. Stop Signal Mean Delay	-	.021	.237*	-.526**	.755**	.505**			405,458	133,233	
	$p=.000$	$p=.855$	$p=.039$	$p=.000$	$p=.000$	$p=.000$					
2. Stop Signal Tiempo de Frenado	-	-.002	-.211	.614**	-.623**	.182			329,839	116,980	
		$p=.987$	$p=.057$	$p=.000$	$p=.000$	$p=.114$					
3. Tarea de Efecto Simon - Bloque Incongruente Precisión Total	-	-	-.048	.121	-.021	.030			94,34	7,61	
			$p=.681$	$p=.299$	$p=.855$	$p=.799$					
4. Tarea de Efecto Simon - Bloque Incongruente TR Total	-	-	-	.430**	.255*	.077			558,442	76,609	
				$p=.000$	$p=.026$	$p=.507$					
5. Stop Signal Precisión <i>go</i>	-	-	-	-	-.437**	.020			91,39	8,04	
					$p=.000$	$p=.866$					
6. Stop Signal Precisión Stop	-	-	-	-	-	.313**			59,09	10,37	
						$p=.006$					
7. Stop Signal TR <i>go</i>	-	-	-	-	-	-			735,297	88,485	

Nota: Las variables de precisión se miden en porcentaje de aciertos, mientras que el TR se encuentra medido en milisegundos.

4. Discusión

De manera general, el análisis de las relaciones entre ambos paradigmas, *Stop Signal* y Simon, ha mostrado correlaciones moderadas. En este sentido, el interrogante común a ambos paradigmas fue: ¿Cómo funcionan las tendencias prepotentes en el comportamiento del ser humano? ¿Existe un desempeño equivalente en ambos paradigmas?; qué reflejan estos dos diferentes contextos -Simon y Stop Signal- a pesar de ser procedimientos tradicionalmente utilizados para evaluar el mismo proceso de inhibición comportamental; ¿qué contexto resulta más complejo?, y ¿cuál de ellos plantea una mayor exigencia de control ejecutivo?

De este modo, para evaluar las relaciones entre ambos paradigmas se analizaron las correlaciones entre los principales índices de ambas tareas. Los resultados de

nuestro estudio mostraron relaciones entre el Bloque Incongruente (BI, tarea Simon) y el índice *Stop Signal Mean Delay* ($r = .237, p = .039$); por lo tanto, se observa que cuanto mayor es el TR en BI (es decir, el tiempo que el sujeto tarda en dar la respuesta contralateral), también mayor es el TR promedio que emplea en inhibir la respuesta ante la señal sonora. Además, se encontró una correlación negativa entre el TR del BI de la tarea tipo Simon y el índice Tiempo de Frenado de *Stop Signal* ($r = -.211, p = .057$). Este resultado indica que mientras mayor sea el TF, menor será la eficiencia de la inhibición comportamental. Con respecto a las variables asociadas a la precisión (es decir el porcentaje de aciertos), se encontraron relaciones entre el BI y la precisión en ensayos *go* de ejecución; es decir que mientras menor es el porcentaje de aciertos en la tarea, mayores son los TR medios que presentan los sujetos en el Bloque Incongruente. De modo inverso se observó que mayores TR en el BI, se relacionaron con un incremento de la precisión en ensayos *Stop*. Estos resultados reflejan que ambos paradigmas, aunque exploren distintos aspectos de la inhibición de respuestas prepotentes, se encuentran moderadamente relacionados.

En un meta-análisis realizado sobre la validez convergente de medidas de inhibición comportamental (Duckworth & Kern, 2011) relacionaron medidas de *Stop signal* con otras medidas directas e indirectas, y encontraron en general relaciones bajas a moderadas. En esta línea, el trabajo de Friedman y Miyake (2004) utilizó versiones modificadas de la tarea anti sacádica (Hallet, 1978), de la tarea *Stop Signal* (Logan, 1994), y de la tarea Stroop (Stroop, 1935) para la evaluación de la inhibición de respuesta prepotente; sin embargo, no se registran otros estudios que hayan utilizado paradigmas de conflicto como el Simon para la evaluación de este proceso inhibitorio en población adulta. Por lo cual las relaciones encontradas en este trabajo, aportan un cuerpo de evidencia en esta línea de investigación.

En particular, en cuanto al paradigma *Stop Signal*, de la misma forma que se reportó en un estudio previo con niños (Richard's, et al., 2017), en nuestro estudio con población adulta se observa que mientras mayor sea el TF, menor es la eficiencia de la inhibición comportamental, siendo menores los TR del TF en adultos ($M = 329$ ms; $DE = 116$) que en niños ($M = 501$ ms; $DE = 120$), lo que a su vez también implica un mejor desempeño de la inhibición comportamental en adultos. Estos hallazgos coinciden con la literatura, que indica que durante su trayectoria de desarrollo la inhibición comportamental aumenta su eficiencia (Diamond, 2013; Harnishfeger, 1995; Harnishfeger & Bjorklund, 1993; Howard, Johnson, & Pascual-Leone, 2014). Con relación al efecto Simon, se destaca que existe una disminución de la precisión y un aumento de los TR en las respuestas contralaterales del BI respecto de aquellas ipsilaterales propias del BC de la Tarea de los dedos de la TAC (Davidson et al., 2006; Introzzi, Richard's, Comesaña, & García Coni, 2018).

Con respecto a la cuestión acerca de cuanto del desempeño en la tarea tipo Simon puede explicarse por un conflicto a nivel de atributos principales del estímulo y cuánto por el conflicto a nivel de respuestas o comportamental, se requiere de estudios futuros para responder este interrogante. Sin embargo, en nuestro estudio se observó que tanto la precisión en ensayos *stop* como en ensayos *go*, se encuentra

relacionada con los TR medios del BI. Por lo tanto, la selección de una respuesta adecuada contribuye o está relacionada con la resolución del conflicto entre dos opciones de respuesta para el mismo estímulo.

Respecto de las dificultades relacionadas con la validez de las tareas que evalúan la inhibición como un proceso general, y la inhibición de respuesta como un proceso parte del mismo, se destacan los siguientes aspectos metodológicos, a considerar: (a) el análisis de su confiabilidad, estudiando las posibles fuentes de error de medición; (b) los estudios vinculados a su validez, ya que si se utiliza una tarea para medir un proceso inhibitorio cuando la actividad podría estar involucrando a otro proceso, la interpretación de los resultados estará sesgada; y (c) la utilización de distintas tareas para medir el mismo proceso, con el objetivo de controlar la participación de otros procesos cognitivos (Aydmune & Introzzi, 2018).

A pesar de estas limitaciones, se considera que este trabajo contribuye a la medición de la inhibición y al aporte de evidencias de validez concurrente, debido a que presenta relaciones entre dos medidas ampliamente utilizadas para evaluar inhibición comportamental, que no habían sido analizadas en conjunto.

Bibliografía

Aydmune, Y., & Introzzi, I. (2018). Inhibición: una función ejecutiva difícil de medir. Algunas problemáticas en relación con las pruebas de inhibición informatizadas. *Psicodebate*, 18 (2), 7-25. doi: 210.18682/pd.v18i2.741

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

Bauer, I. M., & Baumeister, R. F. (2011). Self-regulatory strength. *Handbook of self-regulation: Research, theory, and applications*, 2, 64-82.

Blair, C., & Razza, R. P. (2007). Relating effortful control, executive function, and false belief understanding to emerging math and literacy ability in kindergarten. *Child Development*, 78, 647-663.

Bunge, S. A., Ochsner, K. N., Desmond, J. E., Glover, G. H., & Gabrieli, J. D. (2001). Prefrontal regions involved in keeping information in and out of mind. *Brain*, 124(10), 2074-2086. doi:10.1093/brain/124.10.2074

Carlson, S. M., & Moses, L. J. (2001). Individual differences in inhibitory control and children's theory of mind. *Child Development*, 72(4), 1032-1053. doi:10.1111/1467-8624.00333

Cragg, L. (2016). The Development of Stimulus and Response Interference Control in Midchildhood. *Developmental Psychology*, 52 (2), 242-252

Davidson, M., Amso, D., Anderson, L., & 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), 20-37. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2006.02.006

Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135-168. doi:10.1146/annurev-psych-113011-143750

Diamond, A. (2016). Why improving and assessing executive functions early in life is critical. In J. A. Griffin, P. McCardle & L. S. Freund (Eds.), *Executive function in preschool-age children: Integrating measurement, neurodevelopment, and translational research* (pp. 11-43). Washington, DC: American Psychological Association. doi:10.1037/1076-898X.28.1.11

Duckworth, A. L., & Kern, M. L. (2011). A meta-analysis of the convergent validity of self-control measures. *Journal of Research in Personality*, 45(3), 259-268. doi:10.1016/j.jrp.2011.02.004

Eakin, L., Minde, K., Hechtman, L., Ochs, E., Krane, E., Bouffard, R., ... & Loeber, R. (2004). The marital and family functioning of adults with ADHD and their spouses. *Journal of Attention Disorders*, 8(1), 1-10. doi:10.1177/108705470400800101

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

Harnishfeger, K. K. (1995). The development of cognitive inhibition: Theories, definitions, and research evidence. In F. Dempster & C. Brainerd (Eds.), *Interference and inhibition in cognition* (pp. 175-204). San Diego: Academic Press. doi:10.1016/B978-012208930-5/50007-6

Harnishfeger, K. K., & Bjorklund, D. F. (1993). The ontogeny of inhibition mechanisms: A renewed approach to cognitive development. In *Emerging themes in cognitive development* (pp. 28-49). Springer, New York, NY.

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

Howard, S. J., Johnson, J., & Pascual-Leone, J. (2014). Clarifying inhibitory control: Diversity and development of attentional inhibition. *Cognitive Development*, 31, 1-21. doi:10.1016/j.cogdev.2014.03.001

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(11), 2017-2036. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2006.01.010

Introzzi, I. & Canet Juric, L. (2014). Evaluación de las Funciones Ejecutivas. XVIII Congreso Nacional de Psicodiagnóstico. Asociación Argentina de Estudio e Investigación en Psicodiagnóstico ADEIP. Mar del Plata, Argentina. Disponible en www.adeip.org.ar/Congreso2014

Introzzi, I., Canet Juric, L., Comesaña, A., Andrés, M.L. y Richard's, M. (2013). Simposio "Evaluación de la Autorregulación cognitiva y emocional. Presentación de un Programa", Resúmenes de la XIV Reunión Nacional y III Encuentro Internacional de la AACCC. Revista

Argentina de Ciencias del Comportamiento, Suplemento (Julio), 383-390. ISSN 1852-4206. Disponible en www.psych.unc.edu.ar/racc.

Introzzi, I., Canet-Juric, L., Richard's, M., & Comesaña, A. (2014). El paradigma stop signal como medida de inhibición conductual. *Revista Médicas UIS*, 27(3), 89-98.

Introzzi, I. M., Richard, M. M., Comesaña, A., & Coni, A. G. (2018). Cognitive functioning: is it all or none?. *Psychological Research*, 1-10. doi:10.1007/s00426-017-0969-0

Kornblum, S. & Lee, J. W. (1995). Stimulus-response compatibility with relevant and irrelevant dimensions that do and do not overlap with the response. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 21, 855-875. doi:10.1037/2F0096-1523.21.4.855

Logan, G. D., Cowan, W. B., y Davis, K. A. (1984). On the ability to inhibit simple and choice reaction time responses: a model and a method. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 10(2), 276.

Logan, G. D., Schachar, R. J., & Tannock, R. (1997). Impulsivity and inhibitory control. *Psychological Science*, 8, 60-64.

Lui, M., & Tannock, R. (2007). Working memory and inattentive behaviour in a community sample of children. *Behavioral & Brain Functions*, 3(1), 12. doi:10.1186/1744-9081-3-12

Miyake, A., & Friedman, N. P. (2012). The nature and organization of individual differences in executive functions four general conclusions. *Current Directions in Psychological Science*, 21(1), 8-14. doi: 10.1177/0963721411429458

Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "frontal lobe" tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41(1), 49-100. doi:10.1006/cogp.1999.0734

Moffitt, T. E., Arseneault, L., Belsky, D., Dickson, N., Hancox, R., 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(7), 2693-2698. doi: 10.1073/pnas.1010076108

Morein-Zamir, S., & Kingstone, A. (2006). Fixation offset and stop signal intensity effects on saccadic countermanding: a crossmodal investigation. *Experimental Brain Research*, 175(3), 453-462

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

Nigg, J. T. (2000). On inhibition/disinhibition in developmental psychopathology: views from cognitive and personality psychology and a working inhibition taxonomy. *Psychological Bulletin*, 126(2), 220-246. doi:10.1037/0033-2909.126.2.220

Nigg, J. T. (2017). Annual Research Review: On the relations among self-regulation, self-control, executive functioning, effortful control, cognitive control, impulsivity, risk-taking, and inhibition for developmental psychopathology. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 58(4), 361-383. doi:10.1111/jcpp.12675

Osman, A., Komblum, S., & Meyer, D.E. (1986). The point of no return in choice reaction time: Controlled and ballistic stages; of response preparation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 12, 243-258.

Osman, A., Komblum, S. & Meyer, D.E. (1990). Does response programming in response execution? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 16, 193-198

Richard's, M. M., Introzzi, I. M., Zamora, E. V., Vernucci, S., Stelzer, F., & Andrés, M. L. (2017). Evidencias de validez convergente del paradigma stop-signal para la medición de la inhibición comportamental en niños. *Revista Argentina de Neuropsicología*, 30, 50-65

Servera-Barceló, M. (2005). Modelo de autorregulación de Barkley aplicado al Trastorno por déficit de atención con hiperactividad: una revisión. *Revista de Neurología*, 40(6), 358-368.

Schmeichel, B. J., & Tang, D. (2015). Individual differences in executive functioning and their relationship to emotional processes and responses. *Current Directions in Psychological Science*, 24(2), 93-98. doi:10.1177/0963721414555178

Simon, H. (1990). Invariants of human behavior. *Annual Review of Psychology*, 41, 1-19. doi:10.1146/annurev.ps.41.020190.000245

Simon, J. R., & Rudell, A. P. (1967). Auditory SR compatibility: the effect of an irrelevant cue on information processing. *Journal of applied psychology*, 51(3), 300. doi:10.1037/h0020586

Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18, 643-662. doi: 10.1037/h0054651

Toll, S. W., Van der Ven, S. H., Kroesbergen, E. H., & Van Luit, J. E. (2011). Executive functions as predictors of math learning disabilities. *Journal of learning disabilities*, 44(6), 521-532. doi:10.1177/0022219410387302

Band, G. P., Van Der Molen, M. W., & Logan, G. D. (2003). Horse-race model simulations of the stop-signal procedure. *Acta Psychologica*, 112(2), 105-142. doi:10.1016/S0001-6918(02)00079-3

Verbruggen, F., & Logan, G. D. (2009). Automaticity of cognitive control: Goal priming in response-inhibition paradigms. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 35(5), 1381-1388.