

Programas de entrenamiento cognitivo de la memoria de trabajo. Un análisis comparativo de estudios en niños.¹

Florencia Stelzer^{2,3}
Mauricio A. Cervigni
Cecilia Mazzoni

Instituto Rosario de Investigación en Ciencias de la Educación

Resumen

La importancia de la memoria de trabajo (MT) para el adecuado desenvolvimiento social y académico, ha propiciado que en las últimas tres décadas emerjan distintos programas de entrenamiento cognitivo (PEC) de tal función. Estos presentan notorias diferencias en sus diseños, dificultándose su interpretación y comparación. Este artículo tiene como meta describir y contrastar los diseños y resultados de los PEC orientados a entrenar procesos de MT en niños, publicados durante la última década. Para esto se realizó una búsqueda en la base de datos PubMed, utilizando diferentes combinaciones de los términos: entrenamiento, transferencia, efectos a largo plazo, MT y sus sinónimos. La revisión reveló que si bien existiría un impacto de los PEC sobre el rendimiento en tareas de MT, la transferencia de los efectos sobre otros dominios cognitivos aún no es clara. Se sugieren algunas pautas para el diseño de futuras investigaciones que podrían clarificar ciertas incongruencias halladas.

Palabras clave: Memoria de trabajo, desarrollo cognitivo, entrenamiento cognitivo, transferencia.

Abstract

The importance of working memory (WM) for appropriate academic and social development, has led to the development of different cognitive training programs (CTP) of this function in the past three decades. These show marked differences in their designs, making it difficult to interpret and compare them. This article aims to describe and contrast designs and results of WM CPT in children, published during the last decade. Different combinations of the words: training, transfer, long-term effects, WM and its synonyms, were searched in PubMed database. The review found that while there would be an impact of CPT on the performance of WM tasks, transfer effects over other cognitive domains is not clear yet. Guidelines are suggested for the design of future research that could clarify some inconsistencies found.

¹ Nota: Este artículo fue sometido para evaluación en noviembre de 2012 y aceptado para publicación en noviembre de 2013.

² La correspondencia referida a este artículo debe ser remitida a Florencia Stelzer, Instituto Rosario de Investigación en Ciencias de la Educación, Bv. 27 de Febrero 210 Bis, 2000, Rosario, Santa Fe, Argentina. E-mail: florenciastelzer@gmail.com

³ Nota de autores: Agradecemos al Dr. Sebastián Lipina por su colaboración en la realización de este artículo.

Keywords: Working memory, cognitive development, cognitive training, transfer.

La memoria de trabajo (MT) puede ser definida como un sistema temporario de retención y manipulación de la información, el cual se hallaría involucrado en una amplia diversidad de actividades cognitivas. En la actualidad, coexisten diversos modelos de la estructura de dicho constructo, siendo el de Baddeley y Hitch (2000) uno de los más reconocidos dentro de la literatura científica. Este paradigma considera cuatro componentes de la MT, dos de dominio específico (sistemas esclavos) y dos de dominio general. El bucle fonológico y la agenda visoespacial operarían como sistemas esclavos de dominio específico, responsables del almacenamiento temporario de la información verbal y visoespacial, respectivamente. Por otro lado, el componente modulador episódico, sería el encargado de la integración de diferentes formas de información a corto plazo. Finalmente, la actividad de estos tres componentes estaría coordinada por un ejecutivo central, el cual constituiría un sistema de control atencional responsable del monitoreo, inhibición y control del procesamiento de la información en curso (Oberauer, Süß, Wilhelm, & Wittman, 2003).

Diversos estudios han hallado una relación entre el rendimiento de niños en tareas de MT y el desempeño de los mismos en pruebas de inteligencia, rendimiento académico y competencias sociales (Blair & Razza, 2007; Brock, Rimm-Kaufman, Nathanson & Grimm, 2009; Bull, Espy & Wiebe, 2008). Asimismo, distintos trabajos han encontrado un vínculo entre alteraciones en la MT y la presencia de diversas patologías neuropediátricas, tales como lesiones cerebrales, retraso mental, trastornos del aprendizaje y déficit de atención con hiperactividad (TDAH) (Sohlberg, McLaughlin, Pavese, Heidrich & Posner, 2000; Westerberg, Hirvikoski, Forsberg & Klingberg, 2004).

La importancia de la MT para el adecuado desenvolvimiento social y académico de los niños, ha propiciado que en las últimas tres décadas emerja una amplia variedad de programas destinados al entrenamiento cognitivo de esta. Los mismos aspiran a optimizar el funcionamiento mental o a rehabilitar a niños con déficit o alteraciones asociadas a dicha función. Tales programas presentan una amplia variabilidad en sus diseños, principalmente en lo referido a sus muestras (rango etéreo, nivel socioeconómico, patologías preexistentes), foco primario de la intervención (niño, padre, docente, etc.), aspecto de la MT entrenado (ejecutivo central, MT verbal, MT visoespacial), modo de estimulación (ejercitación en tareas de MT, entrenamiento en técnicas de codificación, almacenamiento y recuperación de la información), frecuencia y duración, evaluación de los resultados de la intervención (instrumentos pre/postest), características de los grupos experimentales y controles (activos vs. pasivos) y evaluación de los efectos a largo plazo. Tal variabilidad, dificulta la comparación y comprensión de la efectividad de las distintas intervenciones.

En los últimos años han sido publicados algunos trabajos de revisión destinados a analizar la efectividad de los programas de entrenamiento cognitivo (PEC) de la MT. Los mismos consideran intervenciones que incluyen diferentes especies (Conway & Getz, 2010) o amplios grupos etéreos con patologías preexistentes muy diversas (accidente cerebro vascular, TDAH, bajo desempeño académico, demencias, etc.) (Klingberg, 2010; Morrison & Chein, 2010). Este hecho dificulta el análisis en profundidad del impacto del entrenamiento en grupos etéreos específicos. Respecto de este punto, Karbach y Kray (2009) han hallado que la transferencia de los resultados de la ejercitación sería diferente en distintos grupos etéreos. El presente artículo tiene como meta principal describir y contrastar los diseños y resultados de los PEC de la MT en

niños, publicados durante la última década, analizando su impacto sobre el rendimiento en MT y otras competencias cognitivas. Finalmente, se señalarán algunas pautas a considerar para el diseño de futuros programas.

Procedimiento

Se realizó una búsqueda sistemática en la base PubMed utilizando diferentes combinaciones de los términos en inglés: entrenamiento, estimulación, desarrollo, transferencia, efectos a largo plazo, memoria de trabajo y sus respectivos sinónimos. También, durante la búsqueda se implementaron los criterios de límite de búsqueda de edades “niños” (0 a 18 años) y especies “solo en humanos”. Se obtuvo un total de 40 publicaciones posteriores al año 2000, que constituían trabajos empíricos y de revisión sobre estimulación cognitiva en MT en niños sanos y con patología. Luego, a fin de ampliar el número total de trabajos, se seleccionaron aquellas referencias de los artículos filtrados en primer término pertinentes a los objetivos de esta publicación. Por último, se eliminaron aquellos trabajos de carácter teórico, quedando así un total de 11 trabajos empíricos. De otra parte, dada la amplia variabilidad entre los mismos, se los agrupó en función de la presencia o ausencia de patologías preexistentes en las muestras seleccionadas. Finalmente, se contrastaron los resultados de todas las publicaciones escogidas.

Descripción de los PEC de la MT en Niños Sanos

En el presente trabajo de revisión, se hallaron cuatro estudios posteriores al 2000 abocados a la ejercitación cognitiva de la MT en niños sin patologías ni déficits cognitivos. En estos, algunos investigadores han utilizado diseños que implican un único grupo experimental (GE) de entrenamiento en MT. Por el contrario, otros autores han considerado diseños en los cuales se incluyen varios GE y uno o más grupos controles (GC). En tales diseños, los GE pueden ser mixtos (entrenamiento en MT y otra función cognitiva) o puros (entrenamiento exclusivo de una función cognitiva, p. ej. MT, control inhibitorio, etc.). En dicha revisión, se encontraron dos estudios que presentan diseños experimentales con varios GE (Nutley et al., 2011; Thorell, Lindqvist, Nutley, Bohlin & Klingberg, 2009) y dos trabajos de entrenamiento exclusivo de la MT (Witt, 2011).

El primer estudio analizado fue realizado por Thorell, Lindqvist, Nutley, Bohlin y Klingberg (2009). Estos autores indagaron el efecto del entrenamiento en MT visoespacial y control inhibitorio, sobre un amplio número de procesos cognitivos. Para esto concibieron un diseño experimental con preprueba/postprueba con varios GE y GC (Hernández-Sampieri, Fernández Collado & Baptista Lucio, 1998). Dichos investigadores trabajaron con una muestra de niños de 4 y 5 años de edad, los cuales fueron divididos aleatoriamente en dos GE y dos GC. El GE 1 recibió entrenamiento en MT focalizado específicamente en juegos computarizados de entrenamiento de la MT visoespacial (Sistemas Cogmed). Al GE 2 se le proporcionó estimulación en diversas formas de control inhibitorio (inhibición de una respuesta motora prepotente, inhibición de una respuesta en curso y control de interferencia). Por otro lado, el GC 1 fue pasivo mientras el GC 2 operó como control activo, realizando juegos comerciales de computadora con bajas demandas en las funciones estimuladas en ambos GE. El programa fue aplicado dentro del establecimiento educativo 15 minutos por día durante 5 semanas. Los resultados de este estudio revelaron que, a diferencia de los GC 1 y 2, el GE 1 (entrenado en MT visoespacial) mostró mejoras en aquellos aspectos de la MT entrenados y no entrenados.

Asimismo, el entrenamiento en MT produjo mejoras en el desempeño de los participantes en tareas de atención. No obstante, no se produjo una transferencia de la estimulación en MT sobre el desempeño en las tareas de control inhibitorio y razonamiento no verbal (RNV). Estos resultados indicarían que la transferencia de los efectos del entrenamiento en MT visoespacial sobre otros dominios cognitivos se vería restringida a ciertos aspectos de la atención, no poseyendo un impacto en el desempeño en tareas de RNV y control inhibitorio (ver Tabla 1). Es de destacar que, algunas de las implicaciones de tales hallazgos se verían limitadas por el hecho de que en ellas se habría realizado una única postprueba inmediata a la intervención, impidiendo esto establecer conclusiones de la “pregnancia” de dichas intervenciones en un tiempo más prolongado. Incluso, de existir una transferencia entre el entrenamiento en MT visoespacial y el desempeño en atención, sería necesario determinar qué operaciones cognitivas y redes neuronales podrían estar implicadas en el vínculo entre ambos procesos.

El segundo trabajo analizado estuvo a cargo de Witt (2011). Este autor evaluó el impacto del entrenamiento en tareas con demandas del componente ejecutivo central de la MT, sobre el rendimiento en tareas entrenadas y no entrenadas de dicho constructo, y el desempeño en ciertas competencias matemáticas, en niños de entre 9 y 10 años de edad. Para esto, Witt concibió un diseño experimental preprueba/postprueba único, con un GC pasivo asignado por apareamiento (Hernández-Sampieri et al., 1998). Esta forma de apareamiento fue determinada a fin minimizar las diferencias en la instrucción matemática recibida por los niños. El programa de estimulación incluyó entrenamiento en técnicas de codificación y recuperación de información verbal y su posterior aplicación en tareas con demandas del ejecutivo central (tareas digitales y manuales de expansión de memoria y de recuperación de dígitos inversa). El mismo fue implementado en el ámbito de la escuela, 15 minutos por día durante 6 semanas. Los resultados revelaron que, a diferencia del GC, los niños del GE mostraron mejoras significativas en las tareas de MT entrenadas y no entrenadas. Por otro lado, Witt (2011) observó mejoras significativas en el desempeño matemático (tarea de adición) de los participantes. En su conjunto, el estudio efectuado por Witt indicaría que en niños sanos el entrenamiento en tareas con demandas del componente ejecutivo central de la MT, tendría efectos favorables sobre aspectos no entrenados de dicho constructo (MT visoespacial) y sobre el desempeño de los sujetos en matemática. No obstante, la evaluación de los efectos del programa se produjo inmediatamente tras haber concluido la administración del mismo. De este modo, sería necesario determinar en posteriores trabajos si los cambios observados persistirían a lo largo del tiempo.

El tercer trabajo que se estudió, fue realizado por Jaeggi, Buschkuhl, Jonides y Perrig (2011). Estos autores indagaron la transferencia de los efectos del entrenamiento en MT sobre el rendimiento en tareas de RNV y su persistencia a lo largo del tiempo. Para esto implementaron un diseño experimental de serie cronológica con preprueba / postprueba y grupo control (post prueba 1: inmediata; post prueba 2: tres meses después de concluido el programa) (Hernández-Sampieri et al., 1998). Los investigadores trabajaron con una muestra de niños de 8 y 9 años de edad. Para la implementación del programa los participantes fueron aleatoriamente asignados en un GE y un GC activo. El GE recibió entrenamiento en tareas computarizadas de MT con demandas de los componentes ejecutivo central y MT visoespacial (paradigma espacial n-back); mientras que el GC fue entrenado en preguntas de conocimiento general y vocabulario. El programa se implementó en el contexto del laboratorio, 15 minutos por día durante 4 semanas. Los resultados revelaron que a diferencia del GC, sólo los niños del GE que alcanzaron los niveles de mayor dificultad durante el entrenamiento, mostraron diferencias significativas postintervención en las pruebas de RNV. Tales mejoras se mantuvieron tres meses después de la

intervención. Estos resultados señalarían la necesidad de investigar las variables que podrían estar involucradas en las diferencias interindividuales durante el entrenamiento. La identificación y control de estas variables constituiría un paso clave para garantizar la validez interna de los diseños utilizados en los distintos PEC.

Tabla 1
Resumen PEC Aplicados a Niños Sanos

Autor	Muestra	Diseño	Lugar de la intervención	Duración de la intervención	Resultados sobre MT entrenadas	Transferencia sobre tareas dentro del dominio cognitivo entrenado	Transferencia sobre otros dominios cognitivos	Post test 2
Thorell et al. (2009)	65 Niños 4-5 años NSE: no específica	GE 1: PC de MT visoespacial (n=17) GE 2: PC de CI (respuesta motora prepotente, respuesta en curso y control de interferencia) (n=18) GC (activo): juegos comerciales de PC de baja carga en CI y MT. (n=14) GC 2 (pasivo): (n=16)	Escuela	15 min. / día 5 días semanales 5 semanas	GE1 (MT): Puntuaciones en el PC de MT* GE2 (CI): Puntuaciones en el PC de CI*	GE1 (MT): TSP* SBT WAIS-R* GE2 (CI): C Go/ no go n.s. Stroop n.s.	GE1 (MT): CPT* omisiones Go/ no go* comisiones Go/ no go n.s. Stroop n.s. DBWPPSI n.s. RT go/ no go n.s. GE 2 (CI): TSP n.s. SBT WAIS-R n.s. DBWPPSI n.s. CPT n.s. Omisiones Go/ no go n.s. RT Go/ no go n.s.	No Hubo
Witt (2011)	38 niños 9-10 años NSE: no específica	GE: Técnicas de codificación y recuperación de información verbal y ejercitación en tareas con demandas en el componente ejecutivo central (n=19) GC (pasivo): (n=19)	Escuela	15 min./día 5 días semanales, 6 semanas	TRDI/ WMTB-C*	TPV*	Desempeño matemático (adición) (Witt, 2011)*	No hubo
Jaeggi, et al. (2011)	62 niños edad media GE 8.83 (SD=1.44); edad media GC 9.12 (SD=1.52) NSE: diverso	GE: Tareas computarizadas de MT (paradigma espacial n-back). (n=32) GC (activo): Preguntas de conocimiento general y vocabulario (inteligencia cristalizada) (n=30)	Laboratorio	15 min./día 5 días semanales 4 semanas	No considerado	No considerado	TONI* (solo niños del GE que alcanzaron los niveles superiores de entrenamiento en MT) MPR* (solo niños del GE que alcanzaron los niveles superiores de entrenamiento en MT)	3 meses después TONI* (solo niños del GE que alcanzaron los niveles superiores de entrenamiento en MT) MPR* (solo niños del GE que alcanzaron los niveles superiores de entrenamiento en MT)
Nutley, et al. (2011)	101 niños 4 años NSE: no específica	GE 1: PC de RNV (n=25) GE 2: PC de MT visoespacial (n=24) GE 3: Combinación GE1 Y GE2 (n=27) GC (activo): Nivel más bajo GE3 (n=25)	Hogar	15 min. / día, 5 días semanales 8 semanas aprox.	GE1 (RNV): BL* GE 2 (MT): TWMVS* GE3 (combinado): BL* TWMVS*	GE1 (RNV): MPR (Bloque B)* DBWPPSI* GE 2 (MT): RDAWMA* TSP* GE3 (combinado): MCR n.s. DBWPPSI n.s. RDAWMA* TSP n.s.	GE1 RNV: TWMVS n.s. RDAWMA n.s. TSP n.s. GE2 (MT): BL n.s. MCR n.s. DBWPPSI n.s.	No hubo

*= diferencias significativas pre/pos entrenamiento; n.s.= diferencias no significativas pre/pos entrenamiento; PC= programas computarizados; RNV= razonamiento no verbal; MT= memoria de trabajo; CI=control inhibitorio; BL= Bateria Leiter, (Roid & Miller, 1997); CPT= paradigma de performance continua del NEPSY (Korkman, Kemp & Kirk, 1998); Comisiones Go/ no go= número de comisiones tarea Go/ no go (Berlin & Bohlin, 2002); DBWPPSI = Diseño de bloques del WPPSI (Wechsler, 2004); MCR= Matrices coloreadas de Raven (Raven, 1998); MPR= Matrices progresivas de Raven (Raven, 1988); NSE= Nivel socio económico; Omisiones Go / no go= número de omisiones tarea Go/ no go (Berlin & Bohlin, 2002); RDAWMA: Reconocimiento del diferente de la batería de evaluación automatizada de MT (AWMA; Alloway, 2007); RT go/ no go: Tiempo de reacción tarea Go/ no go task (Berlin & Bohlin, 2002); SBT WAIS-R : Span board task from WAIS-R-NI (Wechsler, 1981); TONI: Test de inteligencia no verbal (Brown, Sherbenou, & Johnsen, 1997; TPV= Tarea de patrones visuales (versión adaptada de Della Sala, Gray, Baddeley, Allamano, & Wilson, 1999); TSP= Test de span de palabras (Thorell & Whistledt, 2006); VSWMT =Tarea visoespacial (Westerberg et al., 2004); TRDI/ WMTB-C= Tarea de recuperación de dígitos inversa de la Bateria de MT para niños (WMTB-C; Pickering & Gathercole, 2001).

De otra parte, el cuarto trabajo analizado corresponde a Nutley et al. (2011). Tales autores indagaron el efecto del entrenamiento cognitivo en MT y RNV, en niños de 4 años de edad, sobre tales competencias. Para esto, concibieron un diseño experimental preprueba / postprueba, con tres GE y un GC activo, divididos de forma aleatoria (Hernández-Sampieri et al., 1998). El GE 1 fue entrenado en tareas de MT focalizadas específicamente en entrenamiento de MT visoespacial (Sistemas Cogmed) (Thorell et al., 2009). El GE 2 fue entrenado en tareas

computacionales de RNV basadas en los problemas de la Batería Leiter (Roid & Miller, 1997). El GE 3 fue entrenado con ambos tipos de pruebas (grupo combinado: MT y RNV). Finalmente, al GC activo realizó las mismas tareas que el GE 3, pero permaneciendo en el nivel más bajo de dificultad de las mismas. El programa fue implementado en el hogar, 15 minutos por día durante 8 semanas. Los resultados revelaron que, a diferencia del GC, el GE 1 (RNV) mejoró su desempeño en las tareas de RNV entrenadas y no entrenadas. Sin embargo, no presentó variaciones significativas en su desempeño en ninguna de las tareas de MT. El GE 3 (combinado) mostró mejoras tanto en las tareas de RNV entrenadas como en las pruebas de MT entrenadas (tarea visoespacial). Aún así, se observó una transferencia de los efectos del entrenamiento sobre una única tarea de MT no entrenada. El GE 2 (MT) mejoró tras la intervención su desempeño en tareas de MT entrenadas y no entrenadas. Sin embargo, no optimizó su rendimiento en las pruebas de RNV.

Comparación de los Resultados de los PEC de la MT Aplicados a Niños Sanos

Dada la amplia diversidad de diseños implementados en los PEC en niños sanos, resulta difícil extraer una conclusión exhaustiva respecto del impacto de los mismos sobre otros dominios diferentes de la MT. Sólo uno de los trabajos analizados ha considerado el efecto del entrenamiento en MT sobre los procesos atencionales y la capacidad de control inhibitorio (Thorell et al., 2009). Si bien en tal trabajo se observó un impacto positivo de los PEC en MT sobre el rendimiento en atención, aún sería necesario identificar los procesos cognitivos y biológicos que mediarían tal nexo. Respecto de este tópico, es útil señalar que ciertos PEC de diferentes aspectos de la atención, no han mostrado un impacto sobre la MT (Kerns, Eso & Thomson, 1999). De este modo, sería conveniente que los nuevos trabajos implementen diseños en los cuales puedan ser identificadas las operaciones cognitivas y procesos biológicos que subyacen a los cambios observados en diferentes dominios.

Por otro lado, el efecto del entrenamiento en MT sobre el desempeño matemático (adición) ha sido abordado por un único autor (Witt, 2011). El mismo halló un impacto positivo del primero sobre el segundo. No obstante, estos resultados se verían limitados por el hecho de que el GC utilizado en tal estudio fue pasivo. Asimismo, no se realizó una segunda postprueba al concluir la intervención.

Desde otra perspectiva, Nutley et al. (2011) y Thorell et al. (2009), han indicado que no existe una transferencia de los resultados del entrenamiento en MT sobre la capacidad de RNV. No obstante, otros autores han reportado dicho efecto (Jaeggi et al., 2011). La inconsistencia entre estos resultados podría radicar en diferencias en el diseño empleado en las distintas investigaciones. Específicamente, Jaeggi et al. trabajaron con niños de mayor edad (8-9 años), utilizando un programa e instrumentos de evaluación diferentes a los empleados por Nutley et al. (Ver Tabla 1). Por otro lado, es importante tener presente que Thorell et al. (2009) y Nutley et al. (2011) no realizaron una segunda postprueba tiempo después de concluir la intervención. Algunos estudios con niños que presentaban TDAH, han hallado un efecto de transferencia tardío sobre otros dominios cognitivos diferentes de la MT (Holmes et al., 2009). Por tal motivo, sería necesario considerar en trabajos posteriores el empleo de diseños experimentales de series cronológicas. El uso de los mismos posibilitaría analizar los efectos de transferencia tardíos en muestras de niños sanos.

En cambio, tres de los estudios revisados han hallado una transferencia de los resultados de la estimulación sobre aspectos de la MT no entrenados (Nutley, 2011; Thorell et al., 2009; Witt,

2011). Igual, es interesante destacar que tales cambios fueron observados existiendo variaciones entre los diferentes estudios en las edades de las muestras y aspectos de la MT entrenados.

Descripción de los PEC de la MT Aplicados a Niños con Patologías Preexistentes

Distintas investigaciones han asociado la semiología de distintos trastornos neuropsicológicos a alteraciones en la capacidad de MT. Entre las principales patologías estudiadas pueden mencionarse el TDAH, lesiones cerebrales, retraso mental, autismo y trastornos del aprendizaje. El vínculo entre la MT y tales trastornos neuropsiquiátricos, ha conducido a la utilización de programas de estimulación cognitiva como modo de contrarrestar parte de las perturbaciones presentes en los mismos. En la revisión efectuada hallamos siete trabajos centrados en el entrenamiento cognitivo en MT en niños con diversas patologías. El primero de ellos fue realizado por Klingberg et al. (2002). Dicho autor examinó el efecto del entrenamiento de niños con TDAH en tareas computarizadas de MT y control inhibitorio, sobre el rendimiento en tareas entrenadas y no entrenadas de MT, control inhibitorio y atencional, RNV, y algunas manifestaciones semiológicas asociadas a tal trastorno. Para tal fin, se implementó un diseño experimental preprueba/ postprueba único, con un GC activo asignado de modo aleatorio (Hernández-Sampieri et al., 1998). La muestra estuvo integrada por niños de 7-15 años de edad, con diagnóstico de TDAH, en tratamiento farmacológico. Los niños asignados al GE recibieron entrenamiento en tareas computarizadas de MT (MT visoespacial, recuerdo de dígitos inversos, expansión de letras) y de control atencional e inhibitorio (tarea de reacción selectiva [CRTT]). Por otro lado, los niños del GC realizaron un entrenamiento de menor intensidad y dificultad en el total de tareas diseñadas para la intervención. El programa fue implementado en sesiones de 25 minutos por día, durante 25 días en el contexto del laboratorio. Los resultados del estudio revelaron que, a diferencia del GC, los niños del GE optimizaron su desempeño en las tareas de MT entrenadas y no entrenadas. Asimismo, se observaron mejoras en algunas pruebas que evaluaban la capacidad de control inhibitorio y la capacidad de RNV. No obstante, no se observaron cambios significativos en el desempeño de los sujetos en ciertas tareas que evaluarían la capacidad de control inhibitorio y atencional. Finalmente, se encontró una disminución del número de movimientos de cabeza realizado durante los juegos.

El impacto positivo del entrenamiento en MT sobre la semiología de los trastornos atencionales fue corroborado en estudios posteriores. Un ejemplo de estos es el trabajo efectuado por Mezzacappa y Buckner (2010). Tales autores analizaron el efecto del entrenamiento en tareas computarizadas con demandas en MT (ejecutivo central, bucle fonológico y agenda visoespacial) (CogMed) sobre el desempeño de niños en pruebas de MT entrenadas y no entrenadas, y la semiología asociada a déficits de la atención. Estos autores utilizaron un diseño preexperimental, preprueba/postprueba con un solo grupo (Hernández-Sampieri et al., 1998). La muestra del estudio estuvo integrada por niños de 9 años de edad de nivel socioeconómico bajo. El programa de entrenamiento fue impartido 45 minutos por día durante 5 semanas, en el ámbito del colegio. Los resultados de este estudio revelaron que los niños del GE mejoraron su rendimiento en aquellos aspectos de la MT entrenados y no entrenados. Asimismo, se observó una disminución del número de síntomas de TDAH reportado por los docentes.

Estos resultados serían congruentes con los reportados por Beck, Hanson, Puffenberger, Benninger y Benninger (2010) y Klingberg et al. (2005). El primer grupo de investigadores analizaron el impacto del entrenamiento en tareas computarizadas con demandas en MT (ejecutivo central, bucle fonológico y agenda visoespacial) (CogMed RM) sobre la semiología

del TDAH en niños. Para tal fin implementaron un diseño experimental de serie cronológica con preprueba/ postpruebas y GC (pasivo) (postprueba 1: inmediata; postprueba 2: cuatro meses después de concluir la intervención). El programa de entrenamiento se implementó durante 30/40 minutos por día, en 25 sesiones distribuidas en 6 semanas, en el ámbito del hogar. Los resultados de este estudio revelaron que, a diferencia del GC, los padres de los participantes del GE reportaron una disminución del número de síntomas asociados al TDAH y mejoras en algunos procesos ejecutivos. No obstante, los docentes de los niños del GE no observaron cambios en el número de síntomas vinculados al TDAH y sólo reportaron mejoras en un aspecto del funcionamiento ejecutivo (escala iniciación del BRIEF para docentes). Los cambios hallados por estos autores se mantuvieron cuatro meses después de la intervención.

Por otro lado, Klingberg et al. (2005) analizaron el efecto del entrenamiento en MT, sobre el desempeño en tareas entrenadas y no entrenadas de dicho constructo, control inhibitorio, RNV, y ciertas manifestaciones semiológicas asociadas al TDAH en niños. Para tal fin, concibieron un diseño experimental de serie cronológica con preprueba/ postpruebas y GC (activo) (postest 1: inmediato; postest 2: tres meses después de finalizar el entrenamiento). La muestra estuvo conformada por niños de 7-12 años de edad que no se hallaban en tratamiento farmacológico. Los niños del GE fueron entrenados en tareas computarizadas de MT con demandas en los distintos componentes de la MT (ejecutivo central, bucle fonológico y agenda visoespacial) (RoboMemo, Cogmed Cognitive Medical Systems). Los niños del GC realizaron las mismas tareas que el GE permaneciendo en el nivel más bajo de dificultad (entrenamiento no adaptativo). El programa fue administrado 40 minutos por día, durante 20 días, ya sea en el hogar o en la escuela. Los resultados evidenciaron que, a diferencia del GC, los niños del GE mejoraron significativamente su desempeño en tareas de MT entrenadas y no entrenadas. Sumado a lo anterior, se observó una transferencia de los resultados del entrenamiento sobre tareas que evalúan la capacidad de control inhibitorio y RNV. Incluso, se halló una disminución en la intensidad de los síntomas asociados al TDAH reportados por los padres. En fin, a excepción de los cambios hallados en la ejecución en RNV, las mejoras observadas persistieron tres meses después de la intervención.

De este modo, los trabajos de Klingberg et al. (2002; 2005), Beck et al., (2010) y Mezzacappa y Buckner (2010) señalarían que el entrenamiento en distintos aspectos de la MT tendría un impacto positivo sobre la semiología de los trastornos atencionales. Aún así, los estudios efectuados por Klingberg et al. (2002; 2005) indicarían que en niños con TDAH, el entrenamiento en diferentes aspectos de la MT impactaría sobre el desempeño en tareas entrenadas y no entrenadas de tal constructo, la capacidad de control inhibitorio y de RNV.

No obstante, otros estudios no hallaron una transferencia de los efectos del entrenamiento en MT sobre el desempeño de los niños en tareas de RNV (Holmes, Gathercole & Dunning, 2009; Holmes et al., 2010). Específicamente, en el estudio realizado en 2010, Holmes *et al.* analizaron el efecto de la ejercitación en diferentes aspectos de la MT (ejecutivo central, bucle fonológico, agenda visoespacial) (CogMed, 20006), sobre el desempeño en tareas entrenadas y no entrenadas de la MT y la capacidad de RNV, en niños de 8 -11 años de edad, diagnosticados con TDAH tipo combinado. Para tal fin, se implementó un diseño preexperimental de tipo preprueba/postprueba con un solo grupo (Hernández-Sampieri, 1998). Dicho programa de entrenamiento se hizo en el propio contexto escolar, con un total de 20 a 25 sesiones y durante 6 a 10 semanas. Los resultados de este estudio revelaron que los niños mejoraron su desempeño en las tareas de MT entrenadas y no entrenadas, pero no así en las tareas de RNV. Las mejoras

observadas en MT persistieron hasta al menos 6 meses después de haber transcurrido la intervención.

Ahora bien, en el artículo publicado en 2009, Holmes et al. estudiaron el efecto del entrenamiento en MT, en niños con bajo desempeño para tal función (8-11 años de edad), sobre el rendimiento en tareas de MT entrenadas y no entrenadas, RNV, y desempeño académico. Para esto Holmes et al. (2009) concibieron un diseño experimental de serie cronológica, con preprueba / postpruebas y GC (activo) (post test 1: inmediato; postest 2: seis meses después de concluir el entrenamiento). Los niños asignados aleatoriamente al GE recibieron entrenamiento en tareas computarizadas con demandas en MT de complejidad creciente (ejecutivo central, bucle fonológico y agenda visoespacial) (CogMed) equivalentes a las utilizadas por Klingberg et al. (2005). Por otro lado, los niños asignados al GC realizaron las mismas tareas que el GE permaneciendo en el nivel más bajo de dificultad en su ejecución. Este programa se administró dentro del establecimiento educativo, 35 minutos por día durante un mes y medio aproximadamente. Los resultados de este estudio revelaron que, a diferencia del GC, los niños del GE mejoraron su desempeño en ciertas tareas de MT no entrenadas; pero no así en otras. Más aún, no se observaron diferencias en el desempeño de los sujetos en tareas de RNV y lectura. Finalmente, Holmes et al. observaron que los cambios visualizados persistieron hasta 6 meses después de haber concluido la intervención. Finalmente, en la segunda postprueba se halló un efecto de transferencia tardío sobre el rendimiento en tareas que evaluarían el desempeño académico.

En contraposición a estos resultados, Alloway y Alloway (2009) observaron un efecto de transferencia positivo del entrenamiento en MT sobre tareas destinadas a evaluar el desempeño académico. En su estudio, Alloway y Alloway (2009), utilizaron un diseño experimental preprueba / postprueba con GC (activo). A diferencia del estudio realizado por Holmes et al. (2009), estos autores trabajaron con una muestra de niños de 12-13 años con problemas de aprendizaje. Los niños del GE recibieron entrenamiento en tareas computarizadas de MT (ejecutivo central, agenda viso-espacial, bucle fonológico) mientras que a los niños del GC activo se les proporcionó soporte educativo. Estas diferencias podrían explicar parte de las inconsistencias halladas entre ambos trabajos. Por otro lado, Alloway y Alloway observaron mejoras en el rendimiento en tareas que evaluarían inteligencia cristalizada. Finalmente, en congruencia con los trabajos anteriores, se hallaron mejoras en el desempeño en tareas de MT no entrenadas.

Comparación de los Resultados de los PEC de la MT Aplicados a Niños con Patologías Preexistentes

Los trabajos de Klingberg, et al. (2002; 2005), Beck, et al. (2010) y Mezzacappa y Buckner (2010) señalarían que el entrenamiento en MT tendría un impacto positivo sobre la semiología de los trastornos atencionales. Tales estudios presentan como equivalencia el uso de programas computarizados de entrenamiento cognitivo de diferentes aspectos de la MT, siendo las muestras de tres de los mismos equiparables en sus edades (Klingberg, et al., 2002; 2005; Mezzacappa, & Buckner, 2010). No obstante, en el trabajo de Mezzacappa y Buckner (2010) se implementó un diseño preexperimental sin GC y en el estudio de Beck et al. (2010) el GC fue pasivo. Sumado a lo anterior, los progenitores de los niños asignados al GE en el trabajo de Beck no eran ciegos a las hipótesis del estudio. Estos factores podrían comprometer la validez interna de tales estudios. Asimismo, en las investigaciones efectuadas por Klingberg et al. (2002; 2005) los niños del GC

realizaron un entrenamiento no adaptativo en las diferentes tareas, es decir, permaneciendo en el nivel más bajo de dificultad. Este hecho podría haber disminuido la motivación de los participantes al realizar las post pruebas. Por tal motivo, sería necesaria la realización de nuevos trabajos que consideren diseños experimentales con grupos controles activos, en los cuales sea controlado el efecto de la motivación sobre la performance de los sujetos.

Los distintos trabajos revisados señalarían que la ejercitación en diferentes aspectos de la MT, mejoraría el rendimiento en aspectos de la MT entrenados y no entrenados (Holmes et al., 2009; 2010; Klingberg et al., 2002; 2005). No obstante, el efecto de transferencia sobre otros dominios cognitivos aún no sería claro. Por ejemplo, mientras que algunos autores han hallado un impacto positivo del entrenamiento sobre la capacidad de RNV (Klingberg et al., 2002; 2005) otros investigadores no han observado tal transferencia (Holmes et al., 2009; 2010). Es necesario señalar que algunos de estos resultados contradictorios surgen entre trabajos que comparten ciertos aspectos en su diseño (muestras de niños con déficits o trastornos atencionales, plataforma de estimulación cognitiva utilizada [CogMed, 2006], grupo control activo no adaptativo, edad de las muestras) (Holmes et al., 2009; Klingberg et al., 2005). Frente a tales incongruencias una posible explicación sería la existencia de diferencias en el grado de motivación que los sujetos del GC podrían haber experimentado frente a tareas que no les resultaban desafiantes a largo plazo.

Si bien algunos trabajos han reportado una transferencia de los efectos de los PEC en MT sobre el rendimiento en ciertas competencias matemáticas (Alloway & Alloway, 2009), otros estudios no han comprobado tal efecto (Holmes et al., 2009). Estos resultados dispares podrían radicar en diferencias en los diseños utilizados por los diferentes autores (ver Tabla 2).

Finalmente, el impacto de los PEC en MT sobre la capacidad de control inhibitorio aún no sería claro. Si bien en algunos trabajos se ha observado una transferencia de los efectos de la estimulación sobre ciertas tareas que evalúan el constructo control inhibitorio (Klingberg et al., 2002; 2005), este efecto no se halló en otras tareas que evaluarían tal paradigma (Klingberg et al., 2002). Esta incongruencia podría estar fundada en diferencias en las operaciones cognitivas básicas requeridas para la ejecución de las distintas tareas destinadas a evaluar tal constructo.

Tabla 2
Resumen PEC Aplicados a Niños con Patologías o Déficits Cognitivos Preexistentes

Autores	Muestra que participo en la intervención	Diseño	Programa de intervención	Frecuencia y extensión	Efectos sobre tareas entrenadas	Efectos transfer en tareas no entrenadas de MT	Efecto transfer sobre otros dominios cognitivos	Post test 2
Klingberg et al. (2002)	14 niños (7-15 años) TDAH NSE: no específica	GE: n=7 (3 en tratamiento farmacológico) GC (activo): entrenamiento no adaptativo: n=7 (2 en tratamiento farmacológico)	PC: (a) MT viso-espacial (tarea utilizada para entrenamiento) (b) Tareas de recuperación de dígitos inversa (c) Tarea de span de letras (d) tarea de reacción selectiva.	25 min./ día 25 días	MT viso-espacial* Tarea de expansión de dígitos (WISC-III) *	SBT WAIS-R *	Stroop * MPR* Mov. Cabeza* CRTT (ns)	
Mezzacappa & Buckner (2010)	9 niños (8 a 10 años) Déficit de atención NSE: bajo	GE: n=9 GC: ausente	PCMT (ejecutivo central, bucle fonológico, agenda viso-espacial) CogMed	45 min./ día 5 semanas	Tarea de expansión de dígitos (WISC-IV)*	Sub test Finger-Windows (WRAML) *	TDAH-RS-IV*	
Beck et al (2010)	52 niños y adolescentes (7-17 años) TDAH y otros trastornos comórbidos (61% en tratamiento farmacológico) NSE: no específica	GE: n=26 GC (pasivo): n=26	PCMT (ejecutivo central, bucle fonológico, agenda viso-espacial) Cogmed RM	30/40 min. por día 25 sesiones 6 semanas			Metacognición BRIEF D n.s. MT BRIEF D n.s. Iniciación BRIEF D * Monitoreo BRIEF D n.s. Organización de materiales BRIEF D n.s. Planificación BRIEF D n.s. Oposición CRSR D n.s. Problemas cognitivos	4 meses después Metacognición BRIEF D n.s. MT BRIEF D n.s. Iniciación BRIEF D * Monitoreo BRIEF D n.s. Organización de materiales BRIEF D n.s. Planificación BRIEF D n.s. Oposición CRSR D n.s.

							/inatención CRSR D n.s. Hiperactividad CRSR D n.s. Índice de TDAH CRSR D n.s. NS DSM-IV-TR * Metacognición BRIEF P * MT BRIEF P * Iniciación BRIEF P * Monitoreo BRIEF P n.s. Organización de materiales BRIEF P n.s. Planificación BRIEF P * Oposición CRSR P n.s. Problemas cognitivos /inatención CRSR P * Hiperactividad CRSR P * Índice de TDAH CRSR P *	Problemas cognitivos /inatención CRSR D n.s. Hiperactividad CRSR D n.s. Índice de TDAH CRSR D n.s. NS DSM-IV-TR * Metacognición BRIEF P * MT BRIEF P * Monitoreo BRIEF P * Organización de materiales BRIEF P * Planificación BRIEF P * Oposición CRSR P * Problemas cognitivos /inatención CRSR P * Hiperactividad CRSR P * Índice de TDAH CRSR P *
Klingberg et al. (2005)	53 niños (7-12 años) TDAH (combinado o inatento) sin tratamiento farmacológico NSE: no específica	GE: n= 24 GC (activo): entrenamiento no adaptativo: n= 26	PCMT (ejecutivo central, bucle fonológico, agenda viso-espacial) CogMed	40 min./día 20 días aprox.	Tarea de expansión de dígitos (Batería WISC-III)*	SBT WAIS-R *	Stroop * MPR * CRSR P*	3 meses SBT WAIS-R * Stroop * Expansión de dígitos WISC-III* CRSR* MPR n.s.
Holmes et al. (2010)	25 niños (8-11 años) TDAH tipo combinado en tratamiento farmacológico NSE: no específica	GE: n= 25 GC: ausente	PCMT (ejecutivo central, bucle fonológico, agenda viso-espacial) CogMed	20 a 25 sesiones 6 a 10 semanas.	STM verbal: AWMA (Digit Recall) * MT verbal: AWMA (Backward Digit Recall) *	STM viso-espacial: AWMA (Dot Matrix) * MT viso-espacial: AWMA (Mr X)*	WASI n.s.	6 meses STM verbal: AWMA (Digit Recall) * MT verbal: AWMA (Backward Digit Recall) * STM viso-espacial: AWMA (Dot Matrix) * MT viso-espacial: AWMA (Mr X)* WASI n.s.
Holmes et al (2009)	42 niños (8-11 años) Bajo rendimiento en MT NSE: no específica	GE: n= 22 GC (activo): entrenamiento no adaptativo: n= 20	PCMT (ejecutivo central, bucle fonológico, agenda viso-espacial) CogMed	35 minutos / día 5 a 7 semanas (20 días totales)		STM verbal: AWMA (nonword recall, digit recall) (n.s.) STM viso-espacial: AWMA (mazes memory, dot matrix, block recall) * MT verbal: AWMA (counting recall). * MT viso-espacial: AWMA (odd-one-out, spatial recall)* TSI *	WASI n.s. WORD n.s. Razonamiento matemático WOND n.s.	6 meses STM verbal: AWMA (nonword recall, digit recall (n.s.) STM viso-espacial: AWMA (dot matrix, block recall) * MT verbal: AWMA (counting recall). * MT viso-espacial: AWMA (odd-one-out, spatial recall)* TSI * WASI n.s. WORD n.s. Razonamiento matemático WOND *
Alloway, & Alloway (2009)	15 niños (12-13 años) Problemas de aprendizaje NSE: no específica	GE: n= 8. GC (soporte escolar): n= 7.	PC de MT diseñados para la intervención (ejecutivo central, MT viso-espacial, MT verbal).	30 minutos / día 6 semanas		Recuperación de letras *	Vocabulario WASI * Operaciones numéricas WOND *	

*= diferencias significativas pre/pos entrenamiento; TDAH-RS-IV: Cuarta edición de la escala de evaluación de TDAH para docentes; AWMA: Batería automatizada de evaluación de la memoria de trabajo (Alloway, 2007); BRIEF P: Forma para docente del BRIEF (Gioja et al., 2000); BRIEF D: Forma para padres del BRIEF (Gioja et al., 2000b); CogMed: Entrenamiento en MT desarrollado por la industria Cogmed; CRSR D: Escala revisada de TDAH de Conners para docentes (Conners, Sitarenios, Parker, & Epstein, 1998a); CRSR P: Escala revisada de TDAH de Conners para padres (Conners, Sitarenios, Parker, & Epstein, 1998b); CRTT: tarea de reacción selectiva; Mov. Cabeza= Número de movimientos realizados durante la evaluación; MPR= Matrices progresivas de Raven (Raven, 1988); n.s.= diferencias no significativas pre/pos entrenamiento; NSE: Nivel socio económico; NS DSM-IV-TR: Número de síntomas de inatención observados por los padres según DSM-IV-TR (APA, 2000); PC= programas computarizados; PCMT: programa computarizado de entrenamiento en memoria de trabajo; RNV: Razonamiento no verbal; SBT WAIS-R : Span board task from WAIS-R-III (Wechsler, 1981); STM: memoria a corto plazo; TSI: Tarea de seguimiento de instrucciones (Gathercole, Durling, Evans, Jeffcock & Stone, 2010); WASI: Escala abreviada de Inteligencia de Wechsler (Wechsler, 1999); WISC – III: Tercera edición de la escala de inteligencia para niños de Wechsler (Wechsler, 1991); WISC – IV: Cuarta edición de la escala de inteligencia para niños de Wechsler (Wechsler, 2003); WOND : Batería de dimensiones numéricas objetivas de Wechsler (1999) ; MT= memoria de trabajo; WORD: Dimensiones de lectura Objetivas de Wechsler (Wechsler, 1993); WRAML: Batería de evaluación de amplio espectro de memoria y aprendizaje (Adams & Sheslow, 1990)

Resumen de Comparación de los Resultados entre los Distintos PEC de la Mt Aplicados En Niños

La revisión de la literatura realizada indica que el entrenamiento en diferentes aspectos de la MT tendría un efecto favorable sobre aquellos aspectos de la MT entrenados y no entrenados tanto en niños sanos (Jaeggi et al., 2011; Thorell et al., 2009) como con patologías preexistentes (Holmes et al., 2010; Klingberg et al., 2005; Klingberg et al., 2002). Asimismo, algunos trabajos señalarían que tales resultados podrían persistir hasta seis meses posteriores a la intervención. Sin embargo, aún no es posible comprender con claridad el impacto de la ejercitación en MT sobre otros dominios cognitivos. Tanto en estudios con niños sanos como en niños con

patologías, surgen resultados contradictorios respecto de la transferencia de los efectos del entrenamiento sobre la capacidad de RNV, inhibición y atención. Específicamente, algunos autores han hallado un impacto positivo sobre la capacidad de RNV (Jaeggi et al., 2011, Klingberg et al., 2005; Klingberg et al., 2002) mientras que otros estudios indicarían lo contrario (Holmes et al., 2009; 2010; Nutley et al., 2011; Thorell et al., 2008). Dado que tales incongruencias surgen entre algunos trabajos que presentan GC no adaptativos (Holmes et al., 2009; Klingberg et al., 2002; 2005), las mismas podrían originarse en diferencias en el grado de motivación que los sujetos habrían experimentado al finalizar el entrenamiento. Referente a este punto, sólo uno de los trabajos analizados ha controlado la influencia del grado de motivación e interés durante el entrenamiento (Jaeggi et al., 2011). De este modo, aún no existe evidencia suficiente que permita afirmar una transferencia de los beneficios de la estimulación en MT sobre la capacidad de RNV.

Con respecto al impacto del entrenamiento en MT sobre la capacidad de control inhibitorio y atención, tampoco es claro. Algunos trabajos señalarían que existe un efecto de transferencia sobre el rendimiento en tareas que evalúan la capacidad de control inhibitorio (Klingberg et al., 2002; 2005), mientras que en otros estudios dicho grupo de investigación no ha hallado tal efecto (Thorell et al., 2008). No obstante, tales investigaciones difieren considerablemente en sus diseños. Por un lado, Thorell et al. (2008) trabajaron con una muestra de niños sanos en edad preescolar a los que sólo se les proporcionó estimulación en tareas de MT visoespacial. Por el contrario, Klingberg et al. (2002, 2005) trabajaron con muestras de niños entre 7- 15 años de edad con trastornos atencionales a los que se entrenó en diferentes aspectos de la MT. Sumado a lo anterior, ambos estudios difirieron en las pruebas utilizadas para evaluar la transferencia de los resultados de la ejercitación sobre la capacidad de control inhibitorio. Este hecho señala la necesidad de ampliar el número de trabajos que repliquen ciertos aspectos de los diseños de intervención previamente utilizados, tales como características de las muestras, tipo de intervención, duración de la misma, instrumentos de evaluación pre/post intervención. Sin tal replicación, será difícil comprender el efecto de transferencia sobre otros dominios cognitivos.

Si bien son escasos los trabajos que han considerado el efecto de transferencia sobre el rendimiento en tareas atencionales, los resultados actualmente disponibles también son inconsistentes. Mientras que algunos estudios encuentran mejoras tras la intervención en algunas tareas de control atencional (Thorell et al., 2009), otros autores no han hallado tal transferencia (Klingberg et al., 2002). Estas incongruencias podrían ser causadas por diferencias en las edades de las muestras (preescolares vs. niños en infancia tardía), patologías preexistentes (niños sanos vs. TDAH), tiempo y tipo de estimulación proporcionada (15 min vs. 35 min), y el tipo de tarea seleccionada para evaluar el efecto de transferencia (tarea de reacción electiva vs. paradigma de performance continua y número de omisiones en tarea tipo Go /no go). Respecto de estos hallazgos, es interesante destacar que el trabajo de Klingberg et al. (2002) y el trabajo de Thorell et al. (2009), encuentran efectos de transferencia antagónicos en los dominios de control atencional e inhibitorio. Mientras que el primero de ellos encuentra un impacto de la estimulación en el control inhibitorio pero no en atención, el segundo estudio encuentra resultados inversos. El origen de tal incongruencia aún no es claro. No obstante, sería necesario indagar si las mismas se deben a variables relativas a los niños (nivel de maduración y plasticidad de las redes neuronales que soportan tales procesos, capacidad de comprender y realizar las tareas de entrenamiento, entre otras) o al diseño de la intervención y sus respectivos controles (demandas intrínsecas de las tareas utilizadas para evaluar efecto de transferencia, características del programa de estimulación, características de los operadores, entre otras).

En fin, algunos trabajos han analizado el efecto de transferencia del entrenamiento sobre diferentes competencias académicas y el comportamiento de los niños. Respecto de las implicaciones del entrenamiento en MT sobre el rendimiento escolar, también hallamos resultados diversos entre los diferentes autores. Algunos investigadores han encontrado, tanto en niños sanos como con trastornos de aprendizaje, un efecto de transferencia positivo inmediato sobre tareas que evaluarían el desempeño matemático (Alloway & Alloway 2009; Witt, 2011). Por el contrario, otros autores han hallado que tal efecto de transferencia se produciría a posteriori, al menos hasta 6 meses después de concluir la intervención (Holmes et al., 2009). Tales diferencias podrían radicar en los procedimientos de evaluación utilizados entre los diferentes autores. Específicamente, Witt (2011) evaluó el desempeño en tareas de adición, mientras que Alloway y Alloway (2009) y Holmes (2009) estudiaron los efectos a través de distintos subtest de la batería WOND (operaciones numéricas y razonamiento matemático). Sumado a lo anterior, es relevante considerar que el formato de los programas de estimulación y las características de los GC considerados en cada uno de dichos trabajos, difieren entre sí. En el trabajo realizado por Witt (2011) el GC es pasivo, en tanto que en el efectuado por Holmes (2009) es adaptativo y finalmente en el estudio de Alloway y Alloway (2009) es activo (recibió soporte escolar). Dado que en ninguno de estos trabajos se controló el efecto del estado motivacional de los niños, sería necesario determinar en estudios posteriores si los resultados observados pueden estar sesgados por variables motivacionales o afectivas.

Aparte de eso, en lo relativo al impacto sobre competencias lingüísticas, un único trabajo ha indagado el efecto del entrenamiento sobre las mismas (Holmes, 2009). En dicho estudio no se hallado una transferencia sobre el rendimiento en competencias de lectura. Será necesario el desarrollo de futuros trabajos para convalidar tales resultados.

En suma, en lo referido al impacto sobre el comportamiento, cuatro trabajos han analizado dicha forma de transferencia (Beck et al., 2010; Klingberg et al., 2002; 2005; Mezzacappa, & Buckner, 2010). Los mismos han sido efectuados con poblaciones de niños con trastornos atencionales. Los resultados de estas investigaciones han revelado un efecto de transferencia positiva de los resultados de la estimulación sobre aspectos semiológicos específicos de tal alteración. No obstante, sería necesario determinar los mecanismos que intervendrían en dicha transferencia.

Conclusiones y Futuras Recomendaciones

La revisión de la literatura realizada indica que el entrenamiento en diferentes aspectos de la MT tendría un efecto favorable sobre aquellos aspectos de la MT entrenados y no entrenados en diferentes grupos etáreos de niños sanos (Thorell et al., 2009) y con patologías preexistentes (Jaeggi et al., 2011, Klingberg et al., 2005; Klingberg et al., 2002). Asimismo, algunos trabajos señalarían que tales resultados podrían persistir hasta seis meses posteriores a la intervención. No obstante, aún no es claro el impacto de la ejercitación en MT sobre otros dominios cognitivos. Gran parte de las incongruencias observadas entre los diferentes estudios podrían radicar en diferencias en sus diseños. Específicamente, se han observado variaciones en las muestras (rango etáreo, nivel socioeconómico, patologías preexistentes), aspectos de la MT estimulados (ejecutivo central, MT verbal, MT visoespacial), modo de estimulación (ejercitación en tareas con demandas de MT, entrenamiento en técnicas de codificación, almacenamiento y recuperación de la información), frecuencia y duración del programa, instrumentos pre/pos test utilizados, características de los GE y los GC (activos vs. pasivos) y evaluación de los efectos a

largo plazo. Tal variabilidad, dificulta la comprensión del impacto de los resultados del entrenamiento. El incremento del número de trabajos que, cumpliendo con los criterios de validez interna, repliquen ciertos aspectos de los estudios precedentes podría proporcionar evidencias que clarifiquen las contradicciones observadas entre las distintas investigaciones. Respecto de este punto, estudios posteriores deberían incluir parámetros objetivos que permitan evaluar el grado de compromiso y motivación de los niños frente al programa de estimulación (Morrison & Chein, 2011).

Sumado a lo anterior, de existir una transferencia del impacto de la estimulación de un proceso cognitivo al rendimiento en otro, es esperable que ciertas operaciones cognitivas básicas subyazgan a tal intercambio entre dominios. La identificación de las mismas posibilitaría el diseño de programas que tengan un amplio impacto sobre diferentes competencias. Si bien algunos trabajos han observado un efecto de transferencia de los resultados de entrenamiento en diferentes aspectos de la MT y la capacidad de RNV, atención, inhibición y desempeño en ciertas competencias matemáticas, las operaciones cognitivas que podría apoyar tal traspaso no son claras. También, parte de los resultados contradictorios hallados entre los diferentes autores, podría radicar en la impureza de tareas que se considera que evalúan un mismo constructo cognitivo. La identificación de las operaciones cognitivas sobre las cuales el programa de entrenamiento tiene impacto, permitiría clarificar la transferencia o no de los resultados de la intervención sobre distintas tareas. Igualmente, el análisis de la eficacia de los programas debería considerar medidas con validez ecológica de los resultados de la intervención. El empleo de las mismas, permitiría apreciar el impacto del entrenamiento sobre las actividades cotidianas de los sujetos. Respecto de este punto, sólo uno de los trabajos revisados ha evaluado sus resultados con instrumentos que cumplen ciertos criterios de validez ecológica (Holmes et al., 2009). De este modo, futuros trabajos deberían analizar la persistencia de los resultados observados a largo plazo y su impacto en aquellas actividades cotidianas en las cuales tales procesos se hallarían involucrados.

Por otro lado, un número considerable de PEC se fundamenta en el marco teórico de las neurociencias cognitivas. Desde dicho paradigma se plantea que la ejercitación mental en determinadas tareas generaría cambios en la funcionalidad y conectividad de determinadas redes neuronales. Así, las variaciones observadas en diferentes procesos cognitivos tras la intervención, serían el resultado de la modificación de la actividad de las regiones cerebrales asociadas a los mismos. En la actualidad existe evidencia de una correlación entre variaciones en la actividad de ciertas regiones cerebrales y el rendimiento mental de los sujetos tras la estimulación. Algunos estudios en sujetos adultos y niños han evidenciado variaciones en la actividad de regiones parietales, frontales y en los ganglios basales tras la implementación de programas de estimulación cognitiva de la memoria de trabajo (MT) (Klingberg, 2010). A pesar de ello, aún no es claro el vínculo entre el nivel de análisis anátomo-funcional y el nivel de estudio cognitivo-conductual (Poldrack, 2011). Este hecho se debe principalmente a las limitaciones metodológicas y desafíos tecnológicos que la neurociencia cognitiva del desarrollo debe enfrentar. Entre estas pueden mencionarse el problema de las inferencias reversas, el tamaño pequeño y diversidad de las muestras entre los distintos estudios con niños, entre otros aspectos (Crone, Poldrack & Durston, 2010). Este hecho dificulta la comprensión de los efectos de la estimulación a diferentes niveles de análisis y la apreciación de los mecanismos neurobiológicos que podrían mediar la transferencia de los resultados de la estimulación sobre otros dominios cognitivos. Es posible que el modo en que se configuran los cambios en la actividad y funcionalidad de las redes neuronales sea disímil en niños sanos y en niños con

diversas patologías preexistentes. Esto conduciría a que la intensidad, duración, frecuencia y repetición del entrenamiento deban ser ajustadas a las características de las diferentes muestras. La ampliación del número de trabajos que analicen los efectos del entrenamiento a diferentes niveles de análisis (molecular-genético-fisiológico-anatómico-cognitivo-comportamental) permitirá clarificar su interrelación y generar PEC adecuados a las características de diferentes grupos de niños. Consideramos que futuros trabajos deberían encaminar sus esfuerzos en esta dirección.

Referencias

- Adams, W. & Sheslow, D. (1990). *Wide range assessment of memory and learning (WRAML)*. Wilmington, Delaware: Wide Rang.
- Alloway, T. P. & Alloway, R. G. (2009). The efficacy of working memory training in improving crystallized intelligence. *Nature Precedings*. doi: hdl:10101/npre.2009.3697.1
- Alloway, T.P. (2007). *Automated working memory assessment*. London: Psychological Corporation.
- Beck, S. J., Hanson, C. A., Puffenberger, S. S., Benninger, K. L. & Benninger, W. B. (2010). A controlled trial of working memory training for children and adolescents with ADHD. *Journal of Clinical Child and Adolescent Psychology*, 39(6), 825 -836.
- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417-423.
- Berlin, L. & Bohlin, G. (2002). Response inhibition, hyperactivity and conduct problems among preschool children. *Journal of Clinical Child and Adolescent Psychology*, 31, 242-251.
- Blair, C. & Razza, R.P. (2007). Relating effortful control, executive function, and false belief understanding to emerging math and literacy ability in kindergarden. *Child Development*, 78(2), 647- 63.
- Brock, L. L., Rimm-Kaufman, S. E., Nathanson, L., & Grimm, K. J. (2009). The contributions of 'hot' and 'cool' executive function to children's academic achievement, learning-related behaviours, and engagement in kindergarden. *Early Childhood Research Quarterly*, 24, 337-349.
- Brown, L., Sherbenou R. J. & Johnsen, S. K. (1997). *TONI-3: Test of Nonverbal Intelligence (Pro-Ed, Austin, TX)*, 3rd Ed.
- 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), 205-28.
- Cogmed. (2006). *Cogmed Working Memory Training*. Cogmed America Inc.
- Conners, C.K. (2001). *Conners Rating Scales-Revised*. North Tonawanda, NY: Multihealth Systems.
- Conway, A. R., & Getz, S J. (2010). Cognitive Ability: Does Working Memory Training Enhance Intelligence? *Current Biology*, 20 (8), 362-364.
- Della Sala, S., Gray, C., Baddeley, A. D., Allamano, N., & Wilson, L. (1999). Pattern span: A tool for unwelding visuo-spatial memory. *Neuropsychologia*, 37(10), 1189-1199.
- DuPaul, G. J., Power, T. J., Anastopoulos, A. D. & Reid, R. (1998). *ADHD rating scale—IV. Checklists, norms and interpretation*. New York: Guilford Press.

- Gerstadt, C.L., Hong, Y.J. & Diamond, A. (1994). The relationship between cognition and action: performance of children –7 years old on a Stroop-like day-night test. *Cognition*, 53, 129–153.
- Holmes, J., Gathercole, S. E. & Dunning, D. L. (2009). Adaptive training leads to sustained enhancement of poor working memory in children. *Developmental Science*, 12(4), 9–15.
- Holmes, J., Gathercole, S. E., Place, M., Dunning, D. L., Hilton, K. & Elliot, J. G. (2010). Working memory deficits can be overcome: Impacts of training and medication on working memory in children with ADHD. *Applied Cognitive Psychology*, 24(6), 827–836.
- Jaeggi, S. M. , Buschkuhl, M, Jonides, J. & Perrig W. J. (2011). Short- and long-term benefits of cognitive training. *Proceedings of National Academy of Science*, 108 (25), 10081–10086.
- Kerns, K.A., Eso, K. & Thomson, J. (1999). Investigation of a direct intervention for improving attention in young children with ADHD. *Developmental Neuropsychology*, 16, 273–295.
- Klingberg, T., Fernell, E., Olesen, P. J., Johnson, M., Gustafsson, P., Dahlstrom, K., et al. (2005). Computerized training of working memory in children with ADHD—a randomized, controlled trial. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 44(2), 177–186.
- Klingberg, T., Forsberg, H. & Westerberg, H. (2002). Training of working memory in children with ADHD. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 24(6), 781–791.
- Klingberg, T. (2010). Training and plasticity of working memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 14 (7), 317-324.
- Korkman, M., Kemp, S.L. & Kirk, U. (1998). *NEPSY – A developmental neuropsychological assessment*. San Antonio, TX: Psychological Corporation.
- Karbach, J., & Kray, J. (2009). How useful is executive control training? Age differences in near and far transfer of task-switching training. *Developmental Science*, 12 (6), 978–990.
- Lezak, M.D. (1995). *Neuropsychological Assessment*. New York: Oxford University Press.
- Mezzacappa, E. & Buckner, B. (2010). Working memory training for children with attention problems or hyperactivity: A school-based pilot study. *School Mental Health*. doi:10.1007/s12310-010-9030-9
- Morrison, A. B., & Chein, J. M. (2010). Does working memory training work? The promise and challenges of enhancing cognition by training working memory. *Psychological Bulletin Review*, 18, 46–60.
- Nutley, S. B., Soderqvist, S., Bryde, S., Thorell, L. B., Humphreys, K. & Klingberg, T. (2011). Gains in fluid intelligence after training non-verbal reasoning in 4-year-old children: a controlled, randomized study. *Developmental Science*, 14 (3), 591–60.1
- Oberauer, K., Süß, H. M., Wilhelm, O. & Wittman, W. W. (2003). The multiple faces of working memory: Storage, processing, supervision, and co-ordination. *Intelligence*, 31, 167-193.
- Poldrack, R. A. (2011). The future of fMRI in cognitive neuroscience. *Neuroimage*. doi: 10.1016/j.bbr.2011.03.031.
- Raven, J. C., Court, J. H. & Raven, J. (1998.) *Raven's Progressive Matrices*. Oxford Psychologist Press: Oxford.
- Raven, J. C. (1995). *Coloured Progressive Matrices*. Oxford, United Kingdom: Oxford Psychologists Press.

- Roid, G. H., & Miller, L. J. (1997). *Leiter International Performance Scale-Revised: Examiner's Manual*. Wood Dale, IL: Stoelting Co.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (1998). *Metodología de la investigación*. (2nd ed.). McGraw Hill: México.
- Sohlberg, M. M., McLaughlin, K. A., Pavese, A., Heidrich, A., & Posner, M. I. (2000) Evaluation of attention process training and brain injury education in persons with acquired brain injury. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 22, 656–676.
- Thorell, L. B. (2007). Do delay aversion and executive function deficits make distinct contributions to the functional impact of ADHD symptoms? A study of early academic skill deficits. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 48, 1061–1070.
- Thorell, L., Lindqvist, S., Nutley, S., Bohlin, G., & Klingberg, T. (2009) Training and transfer effects of executive functions in preschool Children, *Developmental Science*, 12(1), 106–113.
- Thorell, L.B., & Whlstedt, C. (2006). Executive functioning deficits in relation to symptoms of ADHD and/or ODD in preschool children. *Infant and Child Development*, 15, 503–518.
- Wechsler, D. (1981). *WAIS-R manual*. New York: Psychological Corporation.
- Wechsler, D. (1991). *Wechsler Intelligence Scale for Children – 3rd edn.* (Psykologiförlaget AB, Stockholm, trans.). New York: Psychological Corporation.
- Wechsler, D. (1993). *Wechsler Objective Reading Dimensions(WORD)*. New York: Psychological Corporation.
- Wechsler, S. (1995). *WPPSI-R. Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence – Revised* (Psykologiförlaget AB, Stockholm, trans.). New York: Psychological.
- Wechsler, D. (1996). *Wechsler Objective Number Dimensions (WOND)*. New York: Psychological Corporation.
- Wechsler, D. (1999). *Wechsler Abbreviated Scale of Intelligence (WASI)*. London: Harcourt Assessment.
- Wechsler, D. (2003). *Wechsler intelligence scale for children* (4th ed.). New York: Psychological Corporation.
- Westerberg, H., Hirvikoski, T., Forssberg, H., & Klingberg, T. (2004). Visuo-spatial working memory span: a sensitive measure of cognitive deficits in children with ADHD. *Child Neuropsychology*, 10 (3), 155–161.
- Westerberg, H., Hirvikoski, T., Forssberg, H., & Klingberg, T. (2004). Visuo-spatial working memory span: a sensitive measure of cognitive deficits in children with ADHD. *Child Neuropsychology*, 10 (3), 155–161.
- Witt, M. (2011) School based working memory training: Preliminary finding of improvement in children's mathematical performance. *Advance in Cognitive Psychology*, 7, 7–15.