



Artículo de revisión

Modelos de la Memoria de Trabajo de Baddeley y Cowan: una revisión bibliográfica comparativa

Models of Working Memory: where do they meet?

Benjamín Cárcamo Morales^{1*}

¹ Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso, Chile.

Resumen

La memoria de trabajo (MT) ha servido de predictor para fenómenos como el desempeño escolar en matemáticas, el nivel de comprensión lectora y el aprendizaje de estudiantes con desarrollo atípico. Esto le ha llevado a tomar un rol clave en los estudios cognitivos. Debido a la importancia que ha tomado la MT, se vuelve relevante explorar modelos que expliquen este constructo de manera de acercar estas propuestas a los investigadores que se estén familiarizando con esta temática. El presente artículo presenta y compara el modelo multicomponential de Baddeley y Hitch (1974) y sus actualizaciones posteriores (Baddeley, 2000, 2012, 2017) con el modelo integrado de atención y memoria de Cowan (1988, 1995, 2005). Desde la revisión detallada de ambas propuestas se realiza una comparación utilizando como criterios el rol de la memoria en el modelo, la equivalencia entre los componentes del modelo y la manera en la cual se propone se manipula la información. Los hallazgos de esta revisión muestran que aun cuando existen equivalencias de algunos de los elementos de ambas propuestas, los distintos énfasis de ambos modelos resultan en interpretaciones distintas de los sustentos empíricos y del funcionamiento de la MT en relación con los roles de la memoria a largo plazo y la atención.

Palabras clave: atención, memoria de trabajo, modelo multicomponential, modelo integrado de memoria

Abstract

Working Memory (MT) has served as a predictor for phenomena such as school performance in mathematics, reading comprehension and learning of students with atypical development. This has given it a key role in cognitive studies. Due to the importance that WM has taken, it becomes relevant to explore models that explain this construct to bring these proposals closer to researchers who are becoming familiar with this topic. The present article presents and compares the multicomponent model of Baddeley and Hitch (1974) and its subsequent updates (Baddeley, 2000, 2012, 2017) with the integrated attention and memory model of Cowan (1988, 1995, 2005). From the detailed review of both proposals a comparison is made using as criteria the role of memory in the model, the equivalence between the components of both models and the way in which the information is stored and accessed. The findings of this review show that although there are equivalences among some of the elements of both proposals, the different emphases of both models result in different interpretations of the empirical underpinnings and the functioning of WM in relation to the roles of the long-term memory and attention.

Keywords: attention, working memory, multicomponent model, integrated working memory model

Introducción

Los descubrimientos asociados a casos claves como el de H.D y otros similares en la historia de la neurociencia han llevado a proponer distintos tipos de memoria, clasificaciones que se realizan utilizando criterios como el tiempo que esta persiste, el tipo de información manipulado y el nivel de consciencia involucrado. Así, diversos tipos de memoria han sido propuestos, tales como 'memoria declarativa' y 'memoria no declarativa' (Squire, 2004), 'memoria episódica' (Tulving, 1972), 'memoria a corto plazo' y 'memoria a largo plazo' (Atkinson y Shiffrin, 1968) y 'memoria de trabajo' (Baddeley y Hitch, 1974), entre otras.

En particular, la memoria de trabajo (MT), ha ganado atención en los estudios de las ciencias cognitivas debido a investigaciones que han mostrado correlaciones significativas entre esta y otras variables importantes para la educación. Entre estas variables se encuentran, las aptitudes intelectuales, el aprendizaje para estudiantes con trastornos generalizados del desarrollo, discapacidad intelectual y trastornos del lenguaje (Gathercole y Baddeley, 1990; Mantuñán, Badel y Fermoselle, 2014; Marton et al., 2016), la adquisición de

segundas lenguas (Baddeley, 2017; Jackson, 2016; Service, 2013) y el desempeño escolar en áreas como las matemáticas y la comprensión lectora (Gathercole et al., 2016; Swanson, 2016; Vernucci, Canet-Juric, Andrés y Burin, 2017).

Entre las diversas propuestas de MT existentes, dos suelen ser utilizadas y referenciadas de manera consistente en la literatura: el modelo multicomponential de Baddeley y Hitch (Baddeley y Hitch, 1974; Baddeley, 2000, 2012, 2017) y el modelo integrado de atención y memoria de Cowan (Cowan, 1988, 1995, 2005). Ambos modelos han ofrecido resultados interesantes para los investigadores que los han utilizado. Sin embargo, son escasas y generalmente indirectas las comparaciones que se han hecho de ambos. Por ejemplo, Baddeley (2017:10, traducción propia) señala respecto al modelo de Cowan que "superficialmente este modelo luce muy diferente al nuestro, pero la diferencia es una de énfasis más que de sustancia". No obstante, el mismo Cowan (2014: 204, traducción propia) ha señalado que "... aun cuando el modelo de Baddeley y Hitch hace predicciones que son similares a las de Cowan (1988), pareciesen haber diferencias.". Además, estudios empíricos recientes

* Correspondencia: Beatriz Almanza. Benjamín Cárcamo Morales. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Avda. El Bosque #1290, Viña del Mar. Valparaíso, Chile. E-mail: benjamin.carcamo@pucv.cl

han mostrado que ambos modelos presentan diferencias cuando son sometidos a modelación (Gray, Green, Alt, Hogan, Kuo, Brinkley & Cowan, 2017), lo cual da indicios de que componentes de ambos modelos parecieran incorporar beneficios distintos a los estudios de la MT. Por lo tanto, se vuelve de interés investigativo establecer claramente las similitudes y diferencias de ambos modelos desde una mirada teórica, lo cual permitirá brindar un mayor sustento a los análisis empíricos y ofrecer perspectiva respecto a la coexistencia de estos modelos.

Modelos de memoria de trabajo

La evolución del modelo multicomponencial

Para poder estudiar la memoria sin tener pacientes con lesiones cerebrales, Baddeley y Hitch (1974) utilizaron una tarea de recuerdo verbal serial (*serial verbal recall*) como una tarea concurrente que los sujetos debían realizar durante sus experimentos. Esta tarea tenía como objetivo deshabilitar funcionalmente la memoria de corto plazo (MCP). Ya que todas las tareas realizadas en sus experimentaciones se veían crecientemente dificultadas al cargarse la tarea concurrente, los autores propusieron la existencia de un sistema de memoria de trabajo central con un almacenamiento limitado para el procesamiento de la información.

Según los estudios de estos autores, los cuales hicieron uso de la experimentación con tareas de recuerdo libre, razonamiento verbal y comprensión, se hacía necesario proponer una memoria de trabajo multicomponencial que permitiera el procesamiento en paralelo de input verbal (bucle fonológico) y visual (agenda visoespacial). Esta propuesta suele ser sintetizada a través del diagrama presentado en trabajos posteriores como muestra la Figura 1 (Baddeley, 2000).

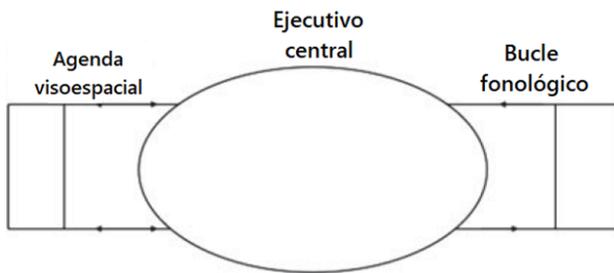


Figura 1. Modelo de memoria de trabajo original

La Figura 1 muestra el ejecutivo central y sus dos sistemas de almacenamiento temporal subsidiarios que conforman el modelo multicomponencial. Estos dos sistemas subsidiarios son el bucle fonológico, el cual enfatizaba la existencia de almacenamiento de estímulos verbales y la agenda visoespacial, la cual estaba a cargo del procesamiento visual y espacial (Baddeley, 2012). Las formas utilizadas en el diagrama representaban que estos sistemas no eran módulos en el sentido convencional fodoriano, sino que dominios en necesidad de seguir siendo investigados (Baddeley, 2017).

Investigaciones con pacientes con lesiones cerebrales muestran la existencia de correlatos entre los sistemas y la neurofisiología humana. Por ejemplo, pacientes con lesiones en el giro supramarginal izquierdo presentan déficits en la memoria de trabajo fonológica y, como consecuencia, una capacidad más reducida de almacenamiento de estímulos auditorio-verbal (Gazzaniga, Ivry y Mangun, 2014). Estas consecuencias son independientes de otras afecciones como déficits asociados a la percepción o producción del lenguaje. En cambio, la agenda visoespacial suele ser afectada por lesiones en la región parietal occipital de ambos hemisferios con una tendencia más pronunciada en aquellas ocurridas en el hemisferio derecho (Smith y Jonides, 1997). Un caso ejemplar es el de la paciente E.L.D., quien debido a un aneurisma que comprometió su hemisferio derecho comenzó a mostrar dificultades en recordar secuencias de material visoespacial, aun cuando no presentaba problemas al ser expuesta a información de forma verbal (Hanley, Young y Pearson, 1991).

Pese al poder explicativo de la propuesta, esta se ha enfrentado a cuatro dificultades que han motivado su adaptación (Baddeley, 2000). El primer problema se relaciona a limitaciones del bucle fonológico y la agenda visoespacial, las cuales al ubicarse en espacios relativamente independientes no podían dar cuenta de hallazgos que mostraban la posibilidad de que la información desde ambas modalidades pudiese ser combinada. El modelo multicomponencial, entonces, no podía dar cuenta de este fenómeno, ya que el ejecutivo central no tenía capacidad para retener información, por lo que su integración

tampoco podía ocurrir allí. La segunda limitación se vincula al proceso de recuerdo de prosa (*prose recall*). Los hallazgos de este tipo de pruebas han mostrado que los sujetos pueden recordar entre 15 y 20 unidades de idea (*idea units*), lo cual claramente excede la capacidad del bucle fonológico. Una tercera dificultad es la conceptualización del ensayo, el cual es visto en el modelo clásico como uno de dos subcomponentes del bucle fonológico, lo que ha impedido dar cuenta de lo que ocurre con la agenda visoespacial. Por último, el modelo original no permitía dar cuenta del almacenamiento e integración de información desde la memoria de largo plazo y los sistemas subsidiarios para poder explicar el rol de la MT en la consciencia (Baddeley, 2012).

Como respuesta a estas limitaciones se añade un cuarto componente denominado el búfer episódico (Baddeley, 2000). Este componente se encuentra a un nivel ligeramente superior jerárquicamente al de la agenda visoespacial y el bucle fonológico, por lo que también es controlado por el ejecutivo central (Baddeley, 2017). El búfer episódico permite que los componentes interactúen posibilitando que sus contenidos estén disponibles a la consciencia e integrarlos. Por lo tanto, el búfer episódico sirve como espacio de modelación fundamental en el aprendizaje episódico a largo plazo y permite dar cabida a los eventos que el modelo clásico no cubría (Baddeley, 2017). La Figura 2 muestra el modelo actualizado más ajustes recientes respecto a su capacidad de asimilar inputs sensorios desde los sentidos del gusto y del olfato, los cuales serían procesados directamente por el búfer episódico.

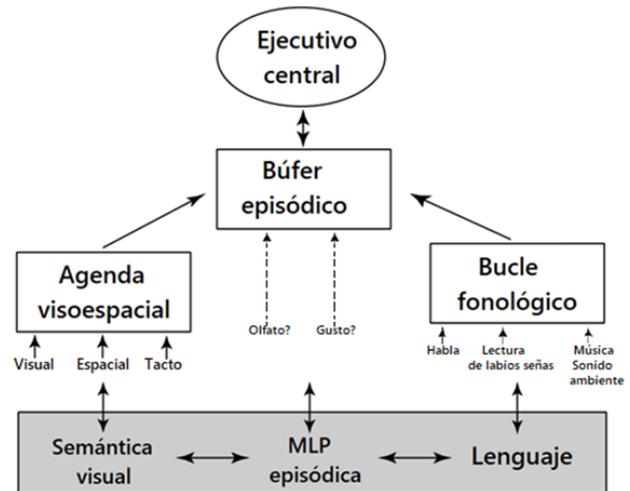


Figura 2. Modelo de memoria de trabajo de 4 componentes (Baddeley, 2000, 2017)

La Figura 2 representa la estructura esencialmente jerárquica del modelo multicomponencial. Este diagrama busca mostrar el flujo de la información entre los dominios verbal y visual, y desde la percepción hacia la MT. Respecto a la percepción, Baddeley ha expandido el espectro de modalidades con el fin de considerar también otras posibilidades verbales como la lectura de la lengua de señas y de labios. Por otra parte, la agenda visoespacial ha sido vinculada con el tacto (Baddeley, 2017; Truscott, 2017). Mientras toda esta información registrada sería de naturaleza temporal y dinámica, existe otra información que permanece cristalizada al involucrar almacenamiento en la memoria a largo plazo (MLP). Estos sistemas cristalizados son los de la semántica visual, de la MLP episódica y del lenguaje (Baddeley, 2012).

Ahora bien, aun cuando la adición de este nuevo componente lleva a plantearse otras interrogantes, tales como cuál es el límite entre el búfer episódico y otros componentes como la MLP y el ejecutivo central, es claro que este añade ventajas por sobre el modelo clásico. Es evidente que el modelo actualizado multicomponencial permite enfatizar la integración de información que ocurre en la MT y la necesidad de coordinar los distintos elementos que ayudan al paso de información a la MLP.

El modelo integrado de atención y memoria

El modelo de Cowan (1988) fue propuesto por primera vez con el objetivo de establecer que existía una relación clara, pero a la vez compleja, entre la memoria y la atención en el procesamiento de los estímulos. Pese a que en su base Cowan reconoce que "la mayor parte del origen de este modelo está en el de BHP" (Logie y Cowan, 2015: 319), este modelo cuenta con elementos distintos a la propuesta multicomponencial, partiendo de la base misma del modelo,

la cual, en vez de tomar una mirada fraccionaria, sugiere una organización unitaria, exhaustiva y orgánica.

De manera de evitar la visión fragmentada multicomponencial, Cowan (1988) comenzó con una exploración del almacenamiento sensorio, el cual se solía diferenciar entre auditivo y visual en base a los tiempos distintos de almacenamiento que ambas modalidades parecían tener. La primera unidad, asociada al estímulo verbal y de alrededor de 30 segundos, mientras la segunda, vinculada al estímulo visoespacial y de milisegundos. Contrario con estas evidencias, Cowan (1988) presentó estudios a favor de la existencia de dos fases de procesamiento independientes de modalidad. Una primera fase, relacionada a la persistencia sensoria que dura efectivamente milisegundos, y otra de almacenamiento que se concibe como un recuerdo del estímulo, el cual dura por varios segundos. En esta segunda fase de codificación perceptual, la atención se usaría para activar un set de características coherentes con los rasgos del estímulo a los cuales se atiende desde la MLP. En este sentido, el filtro selectivo atencional sería para Cowan intrínseco al proceso de activación de la MLP más que un elemento independiente como en modelos de filtro temprano. Esta activación permitiría generar una respuesta orientadora en base al modelo neuronal que el individuo ha desarrollado, la cual se conforma de respuestas fisiológicas, como una reducción del ritmo cardiaco o una sensibilidad incrementada al estímulo. En otras palabras, la habituación de las respuestas orientadoras toma el rol en este modelo de un filtro selectivo o atenuador. Además, los mismos objetos pueden atraer atención de forma natural (*attention-recruiting mechanisms*) (Cowan, 1999; Cowan, 2005), como sería el caso de una clase entretenida en una habitación silenciosa.

La activación de la memoria de largo plazo funcionaría, a su vez, en dos niveles vinculados en el funcionamiento de la memoria de trabajo: una MLP activada y un sub-grupo asociado al foco de atención. La porción activada de la MLP incluiría todo tipo de elementos activados relevantes al estímulo, ya sean fonológicos, ortográficos, sensorios, espaciales y/o semánticos. Así, esta podría tener un correlato neurocognitivo en los ensamblajes neuronales de aquellas neuronas que se acostumbran a funcionar en forma conjunta. El segundo aspecto es una porción dentro de esta MLP ya activada. Esta porción más específica compuesta por subgrupos de ítems, estaría presente en el denominado 'foco de atención' (Cowan, 2014). El proceso completo sería gatillado por el registro de información sensoria y regulado por un central ejecutivo. La representación de este modelo se presenta en la Figura 3.

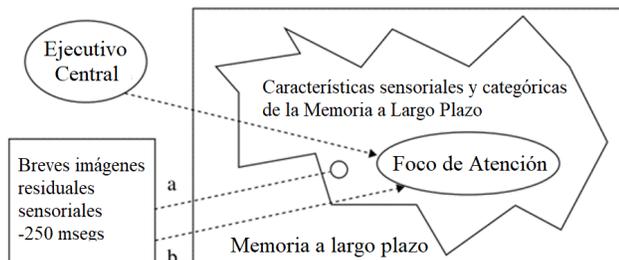


Figura 3. Modelo de procesos integrados (Cowan, 2005)

Como se aprecia en la Figura 3, el modelo considera un almacenamiento unitario, en vez de distintos módulos vinculados. La MLP serviría como un repositorio de la información que posee el ser humano mientras que la MT no sería un sistema distinto, sino que se referiría a dos niveles activos en la MLP. Un primer nivel que involucra las representaciones relevantes activadas de la MLP y un segundo nivel, el foco de atención, en el cual ocurriría el procesamiento y podría retener alrededor de 4 unidades de significado (*chunks*). Cowan (2005) resume su propuesta actualizada en 7 supuestos claves:

1. **Nivel más general de análisis:** La propuesta asume que el enfoque detallista que opone la forma verbal de la visoespacial dificulta la exploración de otras distinciones también importantes. Entre estas distinciones estarían otras modalidades como la del tacto y la activación tanto de componentes sensorios como semánticos desde la MLP. Además, la generalidad permite hacer el modelo más exhaustivo que otros, aun cuando esto pueda derivar en que algunos aspectos sean menos explorados.
2. **Procesos integrados:** El modelo presenta procesos incrustados uno dentro del otro. Por ejemplo, el foco de atención es un subset de la memoria activada, la cual a su vez está incrustada en la memoria de largo plazo. Esta mirada permite distinguir lo que otros investigadores tienden a confundir, ya que Cowan (2005) indica que algunos investigadores a veces fallan en hacer esta distinción entre los niveles involucrados en la

MT que permiten esta almacene información, la manipule y ayude en su integración con la información disponible en la MLP.

3. **Formación de conexiones nuevas en la memoria de trabajo:** La memoria de trabajo no equivale solamente a la memoria de largo plazo activada. La MT también debe incluir nuevas conexiones entre los ítems que se le presentan de manera concurrente. Para generar estas vinculaciones, se requiere de atención la cual permitiría que estímulos entren en la MLP como registros nuevos de eventos, *chunks* u objetos. Es decir, la atención necesita integrarse como elemento clave de la MT.
4. **Capacidad limitada del foco atencional:** Se propone que la limitación encontrada empíricamente en la MT está en el foco de la atención y no en la memoria en sí misma. De hecho, la MLP activada tendría límites por tiempo e interferencia, pero no de capacidad. La limitación del foco de atención sería de $4 (+ 0 - 1)$ *chunks*.
5. **Compartición de recursos entre almacenamiento y procesamiento:** El foco de atención está involucrado tanto en la retención de información como en la retención de la meta de la tarea y el procesamiento de estas. Esto puede causar conflictos entre el almacenamiento y el procesamiento de la información. No obstante, el modelo propone que el procesamiento puede llegar a automatizarse con práctica y algunos tipos de información pueden almacenarse en porciones de MLP activada, lo cual aliviaría estos potenciales conflictos.
6. **Flexibilidad del alcance de la atención:** Se destaca la posibilidad que tiene el alcance de la atención, la cual funciona como una cámara fotográfica. Se puede optar por alejar el foco con el fin de capturar la mayor cantidad posible de ítems ($4 \text{ chunks} + 1$) o acercarse de manera de mantenerse enfocado en la meta de una tarea y evitar interferencia de otros estímulos. Este supuesto se puede vincular con la correlación entre capacidades distintas respecto al foco de atención.
7. **Problemas no resueltos:** Como un último supuesto, Cowan (2005) destaca la presencia de problemáticas que necesitan de más investigación. Por ejemplo, si es que la habilidad para controlar la atención es un proceso sustentado en un correlato neurobiológicos independientes.

Discusión

El rol de la atención

Una primera dimensión de comparación está en el rol que juega la atención en los modelos. La investigación de Baddeley ha llevado a que se tenga que abordar la atención de manera de sostener el modelo. Cowan (2014: 203, traducción propia) señala esta necesidad de incluir la atención en el modelo multicomponencial, "En un libro de 1986, Baddeley eliminó el almacenamiento dependiente de la atención, pero en un artículo del 2000, añadió un nuevo componente en la forma de un *bijér episódico que podía o no depender de la atención*". Respecto a esto, Baddeley (2017) ha indicado que el pasar por alto la atención se debió a que las teorías de atención disponibles estaban enfocadas en el control de la percepción en vez de en el control de la acción, que es lo que buscaban en su modelo. El interés en el control de la acción como central a la atención se debía al interés de Baddeley en dar cuenta del ejecutivo central, cuyas funciones estarían vinculadas a la atención desde esta perspectiva.

El modelo multicomponencial finalmente operacionalizó la atención a través del modelo de Norman y Shallice (1986), el cual se preocupaba del control de la atención con relación al control de acciones y le permitió, por tanto, alimentar la comprensión del rol del ejecutivo central. Sin embargo, hoy en día Baddeley (2017) está más interesado en el rol de la atención de una manera más abarcadora en el modelo de la MT. De hecho, destaca dos posibles direcciones para el estudio de la capacidad atencional limitada que parecieran impactar en la MT: un foco en la percepción externa y el estudio de un control ejecutivo interno. La primera línea estaría relacionada al registro sensorial en interacción con el mundo. La segunda, en cambio, se interesaría en las variables involucradas en la capacidad de organizar las tareas concurrentes.

El modelo de Cowan (1999, 2005) pareciera estar más equipado en tratar con la atención, ya que esta juega un papel clave en el modelo. La capacidad limitada de la MT desde este modelo se conceptualiza de dos maneras distintas. Por una parte, el nivel de MLP activada, la cual se ve limitada principalmente por el tiempo durante el cual esta puede permanecer en un estado de activación. Por otra parte, el foco de atención, el cual cumple una función clave en el procesamiento del estímulo y su integración. El prestar atención

entonces daría cuenta de la importancia que se le pudiese dar a distintos estímulos o rasgos de los mismos. En este sentido, se debe señalar que el foco de atención y su respectiva operación gracias al ejecutivo central, están en el centro mismo de la propuesta del modelo integrado de atención y memoria. En contraste, Baddeley (2012) menciona la atención solo en relación con las funciones del ejecutivo central (seleccionar atención, dividir atención y cambiar de tareas), las cuales aún no han sido explicitadas operativamente de forma clara debido a un interés principal en el bucle fonológico, el cual es motivado por los aportes que estudios en este componente han brindado a la investigación.

Equivalencia de componentes de los modelos

Una segunda dimensión de comparación es la equivalencia funcional de algunos elementos de ambas propuestas. Mientras Cowan (2005) propone un foco de atención que permite el atender y manipular información limitada gracias a la MLP, Baddeley (2000) sugiere un ejecutivo central conectado al búfer episódico. La diferencia en la operacionalización de estos mecanismos relativamente equivalentes yace en el grado de modularidad de los mismos. Por un lado, el modelo multicomponencial de Baddeley defiende la idea de que la información relevante de la MLP se descarga a un módulo independiente, el búfer episódico. Este componente permitiría hacer uso de la información descargada con el fin de procesar los estímulos provenientes del bucle fonológico y la agenda visoespacial. Cowan (2005), por otra parte, aboga por una MLP que no es simplemente explicativa en el sentido de Baddeley, sino que también permite mantener información proveniente del foco de atención, de manera de optimizar el uso de este último. Mientras el modelo multicomponencial abogaría por propuestas de limitaciones inherentes en el bucle fonológico y en la agenda visoespacial, para Cowan el problema de la limitación yace en la MLP. Dependiendo del conocimiento que disponga un individuo en su MLP, este será capaz de organizar en unidades significativas complejas los elementos que se ubiquen en su foco de atención limitado de aquellos activados en la MLP. Por lo tanto, la propuesta de Cowan está más en línea con el desarrollo de capacidades cognitivas y estratégicas que permitan maximizar la utilización del foco de atención limitado aun cuando los énfasis de ambas miradas no sean excluyentes.

Respecto a la equivalencia de los elementos, vale la pena detenerse en el almacenamiento visoespacial y verbal de la MT. En el caso del modelo multicomponencial, la separación entre los procesos del bucle fonológico, la agenda visoespacial y del ejecutivo central son evidentes al punto que se necesitó postular el búfer episódico de manera de dar cuenta de forma eficiente de las posibilidades de integrar la información entre estos sistemas subsidiarios (Baddeley, 2000, 2012). En cambio, el modelo de Cowan (2005) propone una relación cercana entre la manipulación de información visoespacial y verbal con el ejecutivo central. La razón que sustenta esta reflexión es el hecho que el ejecutivo central tiene un control directo sobre el foco de atención, el cual a su vez incluye la información que está siendo manipulada por la MT. Esta mirada más holística relega a la MLP activada las funciones semejantes a las del bucle fonológico y agenda visoespacial (y otros potenciales sistemas de búfer).

Manipulación de la información

Otra dimensión por comparar es la manipulación y mantención de la información en la MT, dimensión muy vinculada a la interpretación de los hallazgos empíricos. Para Cowan, al igual que Baddeley, esta limitación puede ser vista desde dos miradas distintas pero complementarias. Por una parte, la limitación vendría de la cantidad de ítems que podría esta mantener (Cowan, 2010). Por otra parte, existiría una limitación vinculada al tiempo de mantención de la información, la cual al no ser actualizada sufriría de degradación (Cowan, 1988).

Respecto a la limitación de cantidad, en contraste con la propuesta multicomponencial que indica que el material de naturaleza similar podría interferir uno con el otro, Cowan (2014) señala que el foco de atención explica este fenómeno. El foco de atención permitiría mantener, en el caso de un adulto normal, entre 3 o 4 unidades de significado (*chunks*). A su vez, estas podrían ser descargadas hacia la MLP y mantenidas ahí para ser refrescadas gracias a la atención en caso de ser necesario. De esta manera, podría ingresar información adicional al foco de atención a través de un proceso estratégico asociado a la tarea en curso. Este proceso explicaría cómo en los estudios de Miller (1956), los sujetos lograban una retención promedio de 7 elementos. Por lo tanto, la limitación respecto a la capacidad estaría en el foco de atención más que en la MT en sí misma.

En cuanto al tiempo, Cowan lo vincula a la activación de la MLP dentro de la cual funciona el foco de atención. Para la mantención de la información en la MT, Cowan reconoce estrategias mnemónicas manipuladas por el ejecutivo central como importantes para retener información. Estas estrategias pueden ser invocadas a través del ensayo verbal también reconocido por Baddeley. Sin embargo, vincula estas estrategias de naturaleza verbal a la atención. De esta manera, al automatizarse esta estrategia con la edad, el poner atención no sería necesario como ha sido demostrado en estudios que contrastan el uso del ensayo de niños con adultos (Cowan, 1995). Estos estudios muestran que los adultos pueden optar entre la atención y el ensayo verbal como recursos para retener la información en la memoria de trabajo. Esta posibilidad no es prevista por el modelo multicomponencial debido a la poca dedicación que se le da al rol de la atención en la MT.

Como resultado, la interpretación de otras pruebas empíricas también varía. Una de las evidencias más significativas en los estudios que apoyan el modelo multicomponencial está en la interferencia entre estímulos de una misma naturaleza. Este hallazgo motivó la distinción entre la agenda visoespacial y el bucle fonológico y la superación del modelo modal de Atkinson y Shiffrin (1968). Pese a reconocer esta evidencia, para Cowan (1988) este fenómeno es más general e indica que “representaciones de dos o más estímulos con características similares tienden a interferir unos con otros en la porción activada de la memoria” (Cowan, 2005: 40, traducción propia), lo cual refuerza la posibilidad de interferencia desde modalidades distintas disminuyendo la modularidad entre los sistemas subsidiarios. Otras evidencias empíricas generalmente citadas en la literatura son las de la capacidad limitada de la memoria de trabajo. Ambos modelos reconocen a la MT como un sistema de capacidad limitada. Sin embargo, estos explican esta limitación de maneras diferentes. Mientras para el modelo multicomponencial la limitación yace en los sistemas subsidiarios (bucle fonológico y agenda visoespacial), el modelo integrado de atención y memoria localiza la limitación en el foco atencional. Por lo tanto, esta estaría vinculada a una capacidad mucho más general no necesariamente vinculada de manera directa a la modalidad del estímulo que se procesa. Además, considerando que desde la óptica de este modelo el procesamiento ocurre gracias al foco de atención, se puede señalar que la diferencia es significativa, ya que Baddeley no vincula esta limitación al búfer episódico, el cual sería el componente más cercano al foco de atención de Cowan.

Conclusiones

Baddeley (2012: 18, traducción propia) señalaba que “Él [Cowan] y yo creemos estaríamos de acuerdo en que es probable que el bucle fonológico dependa de representaciones fonológicas y léxicas dentro de la MLP al igual que de hábitos procedimentales para el ensayo de lenguaje”. Esta cita es representativa de la falta de diálogo entre ambas teorías. Luego de esta revisión bibliográfica, es claro que para Cowan esta reflexión no sería relevante. Para Cowan, el bucle fonológico sería uno de posiblemente múltiples componentes que forman parte de la memoria activada de la MLP y no necesariamente un componente principal de la MT. De hecho, este componente estaría a un nivel similar a otros que pudiesen explicar la manipulación de estímulos vinculados a la visión, olfato, etc.

La presente revisión ha mostrado que ambos modelos comparten ideas comunes, tales como la importancia de la interacción de la MT con la MLP y los estímulos registrados a nivel sensorio. Además, comparten componentes tales como el ejecutivo central y operacionalizan funciones de forma semejante, aunque a través de distintos elementos. Por otra parte, es necesario señalar que los modelos tienen objetivos y enfoques esencialmente distintos al conceptualizar el fenómeno de la MT. Mientras el modelo multicomponencial presenta un modelo interactivo relativamente modular, el modelo integrado de atención y memoria consiste en observar el fenómeno de una manera más holística, la cual permite vincular fenómenos. En relación con esto, también es apropiado hacer mención a que estos modelos presentan diferencias respecto a las maneras en las cuales interpretan evidencia empírica y la manera en la cual dan cuenta de las limitaciones de la MT.

Como proyecciones de esta revisión, se pueden resaltar temas pendientes de ambos modelos y del diálogo entre ambos. Respecto al modelo multicomponencial, Baddeley tiene aún labores pendientes con respecto a la atención entendida como un fenómeno más complejo que el control de acciones a través del ejecutivo central. Pese a que Baddeley ha mostrado claramente una inclinación hacia la relevancia de la atención dentro de las funciones del ejecutivo central, el detalle de cómo estas operaciones se llevan a cabo desde el ejecutivo central hacia los sistemas subsidiarios no está completamente clarificado. El modelo de Cowan aún tiene como tarea pendiente el detallar de manera más acabada el funcionamiento de los distintos elementos que menciona y sus respectivas dimensiones. En otras palabras, su mirada generaliza

dora propuesta hace ya 30 años debiese tener un compromiso mayor respecto a la mirada en detalle desde este componente. Este acercamiento podría lograr dar una mirada aún más específica respecto a la manera en la cual ambos modelos interactúan.

Financiamiento

Este estudio fue financiado por CONICYT-PFCHA/Doctorado Nacional/2017-21170031.

Referencias

- Atkinson, R. C., & Shiffrin, R.M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. En K.W. Spence & J.T. (eds.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and Theory* (Vol. 2, pp. 89-195). New York: Academic Press.
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 417-423. doi:10.1016/S1364-6613(00)01538-2
- Baddeley, A. (2012). Working memory: Theories, models, and controversies. *The Annual Review of Psychology*, 63, 1-29. doi: 10.1146/annurev-psych-120710-100422
- Baddeley, A. (2017). Modularity, working memory and language acquisition. *Second language research, Special Issue*, 1-13. doi:1177/0267658317709852
- Baddeley, A., & Hitch, G. J. (1974). Working memory. En G.H. Bower (ed.), *The psychology of learning and motivation*, 8, 47-89. New York: Academic Press.
- Cowan, N. (1988). Evolving conceptions of memory storage, selective attention, and their mutual constraints within the human information processing system. *Psychological Bulletin*, 104, 163-191. doi:10.1037//0033-2909.104.2.163
- Cowan, N. (1995). *Attention and memory: an integrated framework*. New York: Oxford University Press.
- Cowan, N. (1999). An embedded-processes model of working memory. En A. Miyake y P. Shah (eds.), *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control* (pp. 62-101). Cambridge: Cambridge University Press.
- Cowan, N. (2005). *Working memory capacity*. Hove, East Sussex: Psychology Press.
- Cowan, N. (2014). Working memory underpins cognitive development, learning, and education. *Educational Psychology Review*, 26(2), 197-223. doi: 10.1007/s10648-013-9246-y
- Gathercole, S. E., & Baddeley, A. (1990). Phonological memory deficits in language disordered children: Is there a causal connection? *Journal of Memory and Language*, 29, 336-360. doi: 10.1016/0749-596X(90)90004-J
- Gathercole, S. E., Woolgar, F., the CALM team, Kievit, R., Astle, D., Manly, T., & Holmes, J. (2016). How common are WM deficits in children with difficulties in reading and mathematics? *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 5(4), 384-394. doi: 10.1016/j.jar-mac.2016.07.013
- Gazzaniga, M., Ivry, R., & Mangun, G. (2014). *Cognitive neuroscience: The biology of mind* (4a ed.). New York: Norton Publishing.
- Gray, S., Green, S., Alt, M., Hogan, T., Kuo, T., Brinkley, S., & Cowan, N. (2017). The structure of working memory in young children and its relation to intelligence. *Journal of Memory and Language*, 93, 183-201. doi: 10.1016/j.jml.2016.06.004
- Hanley, J. R., Young, A. W., & Pearson, N. A. (1991). Impairment of the visuo-spatial sketch pad. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 43(1), 101-125. doi: 10.1080/14640749108401001
- Jackson, D. (2016). Working memory and second language acquisition: Theory and findings. *The Journal of Kanda University of International Studies*, 28, 21-47. doi: 10.1111/j.1473-4192.2011.00290.x
- Logie, R. H., & Cowan, N. (2015). Perspectives on working memory: introduction to the special issue. *Memory & cognition*, 43(3), 315-324. doi:10.3758/s13421-015-0510-x.
- Mantiñán, N. R., Badel, M., & Fermoselle, M. S. (2014). Lengua y memoria de trabajo: implicancias en la detección e intervención del TEL. *Revista Neuropsicología Latinoamericana*, 6(3), 47-54. doi:10.5579/rnl.2014.0201
- Marton, K., Eichorn, N., Campanelli, L., & Zakarias, L. (2016). Working memory and interference control in children with Specific Language Impairment. *Language and Linguistics Compass*, 10(5), 211-224. doi: 10.1111/lnc3.12189
- Miller, G. (1956). The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63(2), 81-97. doi: 10.1037/h0043158
- Norman, D. A., & Shallice, T. (1986). Attention to action: Willed and automatic control of behavior. En R. J. Davidson, G. E. Schwartz, & D. Shapiro (eds.), *Consciousness and self-regulation* (Vol. 4, pp. 1-18). New York: Plenum.
- Service, E. (2013). Working memory in second language acquisition: Phonological short-term. En C. Chapelle (ed.), *The Encyclopedia of Applied Linguistics* (pp. 6215-6219). doi: 10.1002/9781405198431.wbeal1287
- Smith, E., & Jonides, J. (1997). Working memory: a view from neuroimaging. *Cognitive Psychology*, 33(1), 5-42. doi: 10.1006/cogp.1997.0658
- Squire, L. R. (2004). Memory systems of the brain: A brief history and current perspective. *Neurobiology of Learning and Memory*, 82, 171-177. doi: 10.1016/j.nlm.2004.06.005
- Swanson, H. I. (2016). Word problem solving, working memory and serious math difficulties: Do cognitive strategies really make a difference? *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 5(4), 368-383. doi: 10.1016/j.jar-mac.2016.04.012
- Truscott, J. (2017). Modularity, working memory, and second language acquisition: A research program. *Second Language Research, Special edition*, 1-11. doi: 10.1177/0267658317696127
- Tulving, E. (1972). Episodic and semantic memory. En E. Tulving & W. Donaldson (eds.), *Organization of memory*. New York: Academic Press.
- Vernucci, S., Canet-Juric, L., Andrés, M. L., & Burin, D. I. (2017). Comprensión lectora y cálculo matemático: El rol de la memoria de trabajo en niños de edad escolar. *Psykhe*, 26(2), 1-13. doi: 10.7764/psykhe.26.2.1047