

SUBITIZACIÓN Y CONTEO: ¿SE BASA LA NUMERACIÓN DE PEQUEÑAS Y GRANDES CANTIDADES EN PROCESOS DIFERENTES?

SUBITIZING AND COUNTING: IS THE ENUMERATION OF SMALL AND LARGE NUMEROSITIES BASED ON DIFFERENT PROCESSES?

Formoso, Jesica¹; Injoque-Ricle, Irene²; Jacobovich, Silvia³; Barreyro, J. Pablo⁴

RESUMEN

La competencia matemática se construye sobre habilidades matemáticas básicas de aparición temprana en el desarrollo individual que se consideran precursoras de habilidades más complejas. Entre ellas se encuentran la subitización y el conteo. Si bien ambas refieren a la numeración de objetos, es decir, el conteo uno a uno de objetos junto a la asignación de un valor total al conjunto, la subitización es la habilidad de numerar cantidades pequeñas de forma rápida y libre de errores, mientras que el conteo se aplica a cantidades mayores y tiende a generar mayor cantidad de respuestas erróneas. Gran número de estudios han investigado si la subitización y el conteo son en realidad procesos diferentes y cómo se relaciona cada uno con la atención y la memoria de trabajo. El presente trabajo tiene como objeto realizar un recorrido por la construcción del concepto de subitización presentando las diferentes posturas teóricas en torno a éste y la evidencia empírica disponible al respecto. Las posturas teóricas actuales en cuanto a la relación entre la subitización y el conteo, y el rol de la atención y la memoria de trabajo en ambas habilidades, son variadas. Se requieren mayores investigaciones al respecto.

Palabras clave:

Habilidades matemáticas - Numeración - Subitización - Conteo

ABSTRACT

There are basic math skills of early development that are considered precursors to more complex skills. These basic skills include subitizing and counting. While both refer to the enumeration of items, that is, counting objects one by one and assigning an overall value to the set, subitizing is the ability to enumerate rapidly and without error a small set of objects, while counting is the ability to enumerate large sets which is slower and less accurate. Numerous studies investigate whether subitizing and counting are in fact different processes and how they each relate to attention and working memory capacity. This paper aims to explore the construction of the concept of subitizing presenting the different theories that seek to explain it and the empirical evidence available. Current theoretical positions regarding the relationship between subitizing and counting and the role of attention and working memory in both skills are varied. More research is needed in this regard.

Key words:

Math skills - Enumeration - Subitizing - Counting

¹Becaria Doctoral, Universidad de Buenos Aires. Investigadora UBACyT en Formación.

Ayudante de trabajos prácticos de Neurofisiología I, Facultad de Psicología, Universidad de Buenos Aires. E-mail: jesicaformoso@psi.uba.ar

²Doctora de la Universidad de Buenos Aires. Investigadora Asistente de CONICET. Codirectora de proyecto UBACyT. Ayudante de trabajos prácticos de Neurofisiología I, Facultad de Psicología, Universidad de Buenos Aires.

³Profesora Adjunta de Neurofisiología I, Facultad de Psicología de la Universidad de Buenos Aires

⁴Doctor de la Universidad de Buenos Aires. Investigador Asistente de CONICET. Director del Proyecto UBACyT "Procesos Cognitivos Involucrados en la Comprensión de Textos Narrativos: Exploración del Rol de la Memoria de Trabajo y la Atención Sostenida en la Generación de Inferencias en Niños de 4 a 6 Años". Jefe de Trabajos Prácticos de Psicología General I, Facultad de Psicología, Universidad de Buenos Aires.

La competencia matemática incluye una serie de habilidades que se desarrollan a lo largo de la vida, principalmente durante la infancia, como el pensamiento y razonamiento matemático, la resolución de problemas y el manejo de representaciones, símbolos y formalismos matemáticos (Niss, 2003).

La subitización, junto con la estimación de cantidades y el conteo, es una habilidad matemática básica de aparición temprana en el desarrollo que se considera precursora de esas habilidades más complejas. El término fue creado para describir la habilidad de identificar y enumerar un conjunto de ítems, presentados simultáneamente, de manera rápida, exacta y libre de errores. Este fenómeno se limita a cantidades pequeñas y se diferencia de la estimación y el conteo aplicados a cantidades mayores (Dehaene, 1997).

Algunos autores (Gallistel & Gelman, 1991; Ross, 2003; Baron & Pelli, 2006) postulan que el conteo y la subitización se sostienen en un mismo mecanismo. Sin embargo la mayoría de las investigaciones sobre el tema se centran en discernir si la subitización es una habilidad independiente y preatencional o bien depende de otros procesos cognitivos como la memoria de trabajo y la atención.

El estudio exhaustivo de las habilidades básicas subyacentes a la competencia matemática, conocer su desarrollo a lo largo de la infancia, su interacción con otros procesos cognitivos y su posible alteración, es una herramienta de gran importancia para planificar su enseñanza en el aula e intervenciones posibles en la clínica. El propósito del presente trabajo es realizar un recorrido por la construcción del concepto de subitización presentando las diferentes posturas teóricas en torno a éste y la evidencia empírica disponible al respecto.

Numeración

El término numerar se utiliza tradicionalmente para referirse al conteo de objetos uno por uno, y a la asignación, en algunos casos, de un valor total al conjunto. En 1871 se publicó en la revista Nature un breve artículo sobre la discriminación numérica donde Jevons plantea que frente a una tarea de numeración de una cantidad pequeña, un sujeto adulto puede aprehender el número de objetos presentes sin necesidad de contarlos, de forma simultánea y libre de errores. En cambio, numerar conjuntos mayores implica un proceso secuencial y proclive a generar errores con facilidad (Demeyere, Lestou, & Humphreys, 2011; 2012).

Kaufman, Lord, Reese, y Volkman (1949) acuñaron el término subitización para referirse a la habilidad para establecer de manera rápida, precisa y confiable la cantidad de un grupo de 6 o menos objetos presentados simultáneamente, y reservan el término estimación para la realización de un juicio de cantidad sobre un conjunto de más de 6 objetos sin realizar un conteo de los mismos. Para los autores "la subitización es, en promedio, más precisa y más rápida que la estimación, y se realiza con más confianza" (p. 520). Por otro lado, los autores utilizan el término conteo para referirse a la obtención de la cantidad total de objetos de un grupo emparejando cada elemento

con un número de la serie numérica.

Mandler y Shebo (1982) utilizaron el paradigma de tiempos de reacción para estudiar las diferencias en la numeración de pequeñas y grandes cantidades observadas por Jevons y comprobaron que la numeración de pequeñas cantidades (1, 2 y 3 objetos) aumenta de 40 a 100 ms por ítem adicional. Mientras que en grandes cantidades (4 objetos en adelante) el TR aumenta de forma lineal entre 250 a 300 ms por ítem (ver Figura 1). Ante esta diferencia entre la numeración de pequeñas y grandes cantidades se reservó el término subitización para el proceso cognitivo por el que se identifican las primeras y para la numeración de cantidades mayores donde el TR crece de manera lineal.

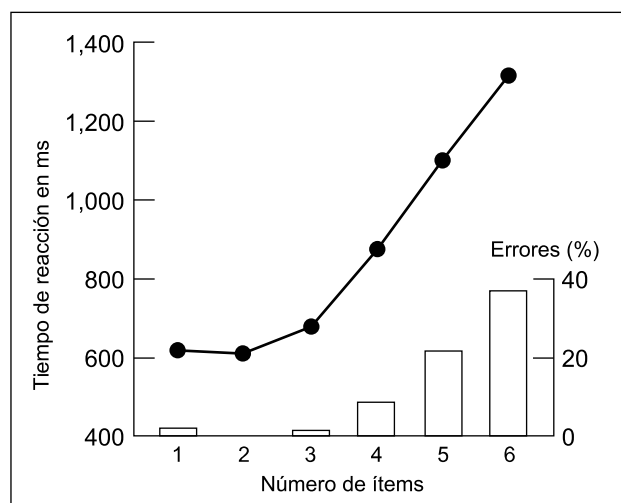


Figura 1. Curva característica de tiempos de reacción (TR) para tareas de numeración. El menor TR y el menor porcentaje de errores determina el rango de subitizing (extraída de Dehaene, 1997)

Se observa el mismo corte entre los rangos de subitización y conteo cuando se numeran elementos compuestos formados por varias unidades individuales (Eisinger, Ly, Im, & Halberda, 2012).

La subitización se diferencia también de la estimación de cantidad. Esta se basa en un sistema cognitivo, el sistema numérico aproximado (Piazza, Izard, Pinel, Le Bihan, & Dehaene, 2004; Carter, Pitts, & Palomares, 2012), que posibilita el conocimiento intuitivo de lo que una cantidad representa. A cada cantidad concreta le corresponde una representación de magnitud que es abstracta y preverbal y que es una distribución probabilística definida sobre una línea numérica mental (Dehaene, 2001). Si bien la estimación es un proceso más rápido que el conteo, es también más inexacto. Cuanto mayor es la cantidad concreta mayor es la variación en la distribución de sus representantes en la línea numérica y, por lo tanto, mayor la probabilidad de confundir esa cantidad con una adyacente. Por lo tanto, la estimación posee una variabilidad que le es inherente y la diferencia de la subitización (Revkin, Piazza, Izard, Cohen, & Dehaene, 2008). Aun así, Sengupta, Bapiraju y Melcher, (2013) sugieren la existencia de un mecanismo neural común a ambas habilidades que se

encargaría de individualizar entidades viso-espaciales. A continuación se describirán diferentes teorías que buscan explicar el fenómeno de subitización así como las diferencias entre este, el conteo y la estimación. Se desarrollará en primer lugar la teoría de Gallistel y Gelman (1991) quienes consideran que los fenómenos de conteo y subitización corresponden a un único proceso. Luego la teoría de reconocimiento de patrones canónicos de Mandler y Shebo (1982) que hace hincapié en los patrones perceptuales que configuran los elementos a numerar, y la teoría de indexación visual de Trick y Pylyshyn (1994) que ubica en la base de la subitización a un sistema visual de seguimiento de objetos. Finalmente se describirán diferentes posturas en cuanto al vínculo entre la subitización y otros procesos cognitivos: la atención y la memoria de trabajo.

Teoría de proceso único

Gallistel y Gelman(1991) proponen la existencia de un mecanismo común ala subitización y al conteo. Se trata de un mecanismo de conteo preverbal que determina rápidamente el número correspondiente a la cantidad de objetos observados mucho antes que el proceso verbal de conteo subvocal, que implica recuperar los nombres de los números desde la memoria de largo plazo. Este conteo preverbal se da siempre, independientemente de la cantidad de objetos presentes. Para cantidades pequeñas es igual de preciso que el verbal. Sin embargo, a medida que la cantidad de ítems aumenta también lo hace la variabilidad en la estimación y, por lo tanto, la cantidad de respuestas erróneas. De acuerdo con esta teoría la diferencia entre la subitización y el conteo radica únicamente en que para cantidades pequeñas la estimación o conteo preverbal es exacto por lo que resulta sencillo mapear la cantidad obtenida a una representación verbal. En cambio para cantidades mayores la imprecisión de la estimación hace necesario que el individuo se vuelque al conteo verbal, que si bien es más lento porque depende del proceso subvocal de recuperación de los nombres de los números, permite alcanzar un resultado exacto de la cantidad de elementos.

Teoría de reconocimiento de patrones canónicos

Mandler y Shebo(1982) suponen que la diferencia en TR observada entre la subitización y el conteo radica en que las cantidades pequeñas generan patrones perceptuales canónicos fácilmente reconocibles. Plantean que un ítem aislado forma un punto, dos ítems forman en todos los casos una línea y tres ítems permiten generar siempre la representación de un triángulo, mientras que a partir de los 4 o 5 ítems no puede asignárseles un patrón único al conjunto observado.

Para comprobar esta hipótesis los autores realizaron un experimento donde un grupo de sujetos era entrenado para reconocer patrones canónicos asociados a determinadas cantidades. Este entrenamiento tuvo como objetivo que asocien una cantidad de elementos a un patrón visual determinado evitando así que tengan que realizar un conteo en cantidades superiores a 3. Luego compararon los

TR de reconocimiento de patrones canónicos entrenados con los de reconocimiento de patrones no canónicos de la misma cantidad de objetos. Los autores observaron que, cuando el patrón de organización era canónico para una determinada cantidad de elementos, los tiempos de reacción eran menores que para el reconocimiento de la misma cantidad con un patrón no canónico o aleatorio. Además el TR para el reconocimiento de los patrones entrenados no variaba significativamente, mientras que cuando la relación espacial entre los ítems no era canónica el TR aumenta sistemáticamente en función de la cantidad de elementos. Mandler y Shebo concluyeron que es el reconocimiento de patrones canónicos adquiridos lo que explica el fenómeno de subitización.

Sin embargo, esta teoría no da cuenta de por qué la curva característica de subitización muestra un aumento del TR de 40 a 100 ms por ítem adicional de 1 a 3 ítems. Si este fenómeno estuviese mediado por el reconocimiento de patrones canónicos no deberían existir diferencias de TR entre 1, 2 y 3 ítems. También se ha observado que se reconocen súbitamente hasta 3 o 4 ítems cuando estos se presentan alineados, por lo que no sería el patrón geométrico lo que permite su identificación(Trick & Pylyshyn, 1993).

Teoría de indexación visual, FINST (*Fingers of instantiation*)

Los fenómenos de conteo y subitización como fueron descritos hasta este punto se observan en la numeración espacial, es decir, en la numeración de objetos presentes en el campo visual de forma simultánea. La individuación de los elementos, en este caso, parece depender en gran medida de la localización de los mismos. Sería esta información la que permite mantener registro de los elementos ya enumerados y aquellos por enumerar (Haladjian, Pylyshyn, & Gallistel, 2010).

Trick y Pylyshyn(1994) sostienen que el corte entre subitización y conteo se explica por limitaciones propias del mecanismo visual o de atención espacial. Los autores postulan un sistema de seguimiento de objetos que incluye una cantidad pequeña de índices, FINSTs, que se adhieren a los objetos en el campo visual más allá de las modificaciones que puedan sufrir. Éste mecanismo tiene un límite de hasta 4 o 5 objetos. Según este modelo la subitización ocurre cuando hay menos ítems que FINSTs de referencia. A cada ítem se asigna un FINST y se obtiene de la memoria semántica la respuesta numérica verbal. La asignación de los FINSTs a los objetos es un proceso paralelo y sin participación de la atención, en cambio la selección de la respuesta verbal correspondiente es un proceso serial que implica la activación de todas las cantidades presentes (si el total es 3, se activan primero las etiquetas para 1 y 2), lo que explica el aumento en TR en los ítems reconocidos súbitamente.

Se ha observado que se pueden reconocer súbitamente objetos con determinado rasgo dentro de un conjunto heterogéneo(Trick, 2008; Porter, Garofalo, Mazza, & Caramazza, 2013). Esta evidencia favorece la teoría de indexación visual por sobre la de reconocimiento de patro-

nes canónicos. Una vez que se obtienen los aspectos básicos de la imagen se pueden asignar FINSTs a ítems con un rasgo u otro. Sin embargo esto es posible solo si los blancos y los distractores son fácilmente diferenciables con un procesamiento paralelo. Si se requiere de un esfuerzo atencional para diferenciar uno de otro, desaparece la curva de TR característica de la subitización.

La teoría de indexación visual sugiere también que el conteo no consiste necesariamente de la numeración de un objeto por vez, sino que pueden agruparse los objetos de 3 a 4 ítems, asignar FINSTs repetidas veces y sumar los resultados. La diferencia del TR entre subitar y contar puede deberse al desplazamiento del foco atencional de un conjunto a otro, las operaciones de suma y el sostenimiento de los resultados parciales en la memoria. Estas operaciones adicionales generan nuevas fuentes posibles de error: la suma de los diferentes subtotales, la distinción entre ítems ya enumerados y aquellos por contar, y el sostenimiento de los subtotales en la memoria entre otros.

Goldfarb y Levy (2013) plantearon por otro lado que la enumeración, tanto en el rango de subitización como en el rango de conteo, solo puede darse luego de la generación de una representación mental que aúne información acerca de la forma y la localización de los ítems.

Como evidencia adicional de que la subitización y el conteo se basan en procesos diferentes Trick y Pylyshyn (1994) estudiaron el rendimiento en tareas de numeración de cantidades discretas (1 a 9) de sujetos de diferentes grupos etarios (6, 8, 10, 22 y 72 años de edad). Los autores observaron que el TR para el reconocimiento súbito de cantidades (1-4 objetos) disminuye entre los 6 y los 22 años y luego permanece constante a lo largo de la vida. Los autores suponen que el rendimiento en esta tarea mejora con la edad mientras se automatiza el proceso de recuperación de una etiqueta numérica desde la memoria para cada cantidad. Una vez logrado se mantiene estable de por vida. Los TR para el conteo (6 a 9) disminuyen entre los 6 y los 22 años pero aumentan hacia los 72 años. Los patrones de rendimiento fácilmente diferenciables constituyen evidencia complementaria de la existencia de mecanismos específicos para la subitización y el conteo. Li, MacKeben, Chat, Kumar, Ngo y Levi (2010) obtuvieron resultados similares en sujetos de diferentes grupos etarios (21 a 85 años).

Atención

Dehaene y Cohen (1994) estudiaron el rendimiento en tareas de numeración en pacientes con alteraciones cerebrales adquiridas que no podían orientar su atención para explorar visualmente el espacio (simultagnosia). Estos sujetos mostraban un buen desempeño en el reconocimiento súbito de cantidades pero fallaban en el conteo, incluso con solo 6 objetos. Cuando es necesario desplazar el foco atencional de una a otra ubicación y mantener un registro de las locaciones ya visitadas los pacientes cuentan algunos ítems más de una vez y saltan otros. Esto puede interpretarse como evidencia de que subitar es un proceso paralelo y preatencional, mien-

tras que el conteo involucra un procesamiento serial.

Se ha observado que la subitización tiene límites y estos coinciden con la necesidad de involucrar un procesamiento atencional. Puede reconocerse súbitamente objetos de diferentes formas y tamaños siempre y cuando compartan características visuales tempranas que permitan diferenciarlos de los distractores (Halberda, 2007). Los contornos deben ser claros para identificar unidades mediante un proceso paralelo y preatencional (Trick & Pylyshyn, 1994).

Trick (2008) en una tarea de numeración con manipulación del mecanismo de selección atencional observó efectos contrarios en el reconocimiento súbito de cantidades y el conteo. Cuando se realiza una tarea que fuerza la participación de la selección atencional los TR disminuyen en el conteo, en tanto se facilita el agrupamiento de conjuntos y suma de subtotales. En cambio, los TR aumentan en la subitización ya que se introduce un proceso adicional e innecesario. Esto implicaría que el reconocimiento súbito de cantidades es un proceso paralelo y atencional. Takeshima y Gyoba (2014) observaron que señales visuales que direccionen la atención espacial tienen un efecto de facilitación en el conteo, pero no así en la subitización. Otros autores plantean que en el proceso de reconocimiento de súbito si está involucrado un proceso atencional (Leonard & Egeth, 2007; Somers & Sheremata, 2008; Olivers & Watson, 2008; Railo, Koivisto, Revonsuo, & Hannula, 2008; Vetter, Butterworth, & Bahrami, 2008; Hubert-Wallander, Lin, Joo, Murray, & Boynton, 2012). Vetter, Butterworth y Bahrami (2007) observaron que la realización de una tarea de alta carga atencional junto con una tarea de numeración disminuye la precisión en la numeración incluso dentro del rango de subitización. Olivers y Watson (2008) utilizaron el paradigma de parpadeo atencional que estipula que la atención decae entre los 200 y 500 ms posteriores a la presentación de un estímulo (Raymond, Shapiro, & Arnell, 1992). Los autores presentaban una tarea de decisión de letras y a continuación una tarea de reconocimiento súbito de cantidades (ver Figura 2). Cuanto menor es el intervalo de tiempo entre la presentación de las letras y la presentación de los puntos a enumerar, menos eficaz es el reconocimiento de la cantidad. Esto, según los autores, se debe a la participación de recursos atencionales en el reconocimiento súbito de cantidades. La numeración de cantidades mayores, por otro lado, no se ve afectada (Burr, Turi, & Anobile, 2010).

Por otro lado, Palomares, Torres, Leonard y Egeth (2006) encontraron que no se observa un parpadeo atencional para numerar 0 a 1 objetos pero si para cantidades superiores. Los autores concluyen que detectar la presencia o ausencia de un único elemento sería una habilidad preatencional, mientras que numerar múltiples elementos, tanto en el rango de subitización como en el de conteo, implicaría procesos atencionales.

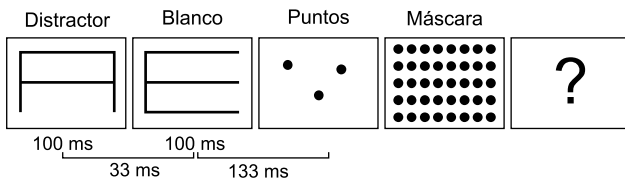


Figura 2. Se presenta al sujeto una serie de letras, una de las cuales debe identificar. A continuación se presenta un conjunto de puntos que debe numerar. Cuanto menor es el intervalo de tiempo entre la presentación de las letras y la presentación de los puntos a numerar, menos eficaz es el reconocimiento de la cantidad (aumenta el porcentaje de errores) (Basada en Olivers & Watson, 2008).

Resultados similares se obtuvieron con el paradigma de ceguera inatencional (Mack & Rock, 1998). En este se busca comprometer la atención espacial del sujeto en una tarea principal con varios ensayos. Luego se presenta un estímulo inesperado de forma paralela a la tarea principal, en este caso un conjunto de puntos, y se pregunta al sujeto si lo ha visto y si puede decir la cantidad de puntos presentes en la imagen (ver Figura 3). Mack y Rock plantean que los estímulos que no son atendidos no pueden ser percibidos conscientemente. En la condición de inatención, el ensayo con el estímulo inesperado, se observó que los sujetos solo pudieron enumerar correctamente 1 y 2 ítems. Siendo que el rango de subitización reportado es de hasta al menos tres ítems, esto puede evidenciar la participación de recursos atencionales en la subitización (Railo, et al., 2008; Vetter, et al., 2008).

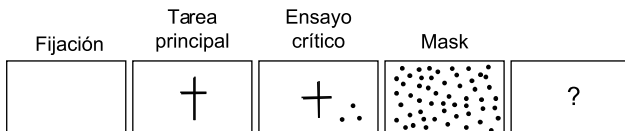


Figura 3. En cada ensayo se presenta un punto de fijación y a continuación una cruz. Se pide al sujeto que determine que brazo de la cruz es más largo (tarea principal). En uno de los ensayos aparece de forma inesperada un conjunto de puntos (ensayo crítico). Luego se pregunta al sujeto si los percibió y cuantos había (basada en Railo, Koivisto, Revonsuo & Hannula, 2008).

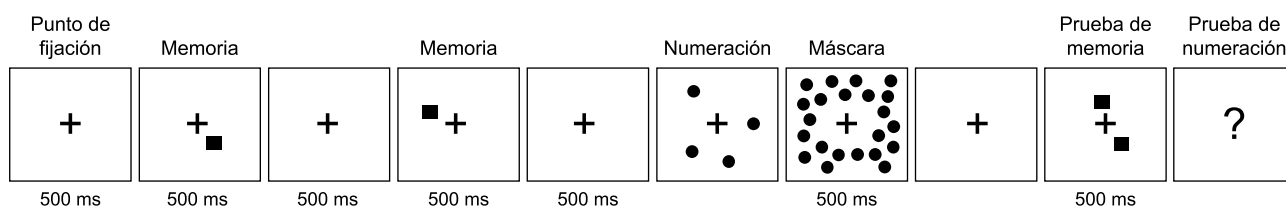
Memoria de trabajo

La memoria de trabajo (MT) es un constructo teórico que da cuenta de la capacidad de sostener y simultáneamente manipular información momento a momento y por un periodo corto de tiempo (Baddeley & Hitch, 1974). La indemnidad de este sistema es necesaria para realizar actividades cognitivas complejas como comprensión del lenguaje, el aprendizaje y el razonamiento (Baddeley & Hitch, 1974). Baddeley y Hitch proponen un modelo de MT de componentes múltiples que comprende un ejecutivo central responsable de coordinar y regular procesos cognitivos, dirigir y focalizar la atención sobre información relevante e inhibir información irrelevante o acciones ina-

propiadas y recuperación de información de la memoria de largo plazo. El ejecutivo central se vincula con dos sistemas subsidiarios esclavos que funcionan como almacenes de retención y actualización de la información. Por un lado, el bucle fonológico que almacena por breves periodos de tiempo información basada en el lenguaje, compuesto por el almacén fonológico y el control articulatorio que previene la pérdida de la huella de memoria a través del proceso de repaso subvocal. Por otro lado, la agenda viso-espacial, que almacena y previene la pérdida de material viso-espacial, compuesto por un componente pasivo que permite retener patrones visuales denominado almacén visual no espacial y un componente activo encargado de retener secuencias de movimiento, llamado escritura interna (Logie, 1986, 1995).

Trick estudió el efecto de la supresión articulatoria en el reconocimiento súbito de cantidades y el conteo. La supresión articulatoria es el efecto que se produce al impedir el repaso subvocal cuando se articula información irrelevante durante la realización de una tarea verbal (Baddeley, 2010, 2007). Para ello se les pedía a los sujetos que repitan en voz alta sílabas y palabras mientras realizaban tareas de numeración en dos versiones, presentación simultánea (todos los estímulos presentes de una sola vez en la pantalla) y serial (aparición de los estímulos de uno por vez). Se observó que la supresión articulatoria interfiere con la numeración de 6 a 8 elementos tanto cuando la presentación es serial como cuando es simultánea, mientras que sólo interfiere en la numeración de 1 a 3 elementos cuando su presentación es serial. Estos hallazgos sugieren que cuando los ítems se presentan de forma simultánea el conteo y la subitización recaen en procesos diferentes y que la memoria de trabajo verbal solo está involucrada en el conteo (más de 4 elementos) (Trick, 2005). Más aún, las diferencias individuales en la capacidad de MT verbal correlacionan positivamente con la velocidad de conteo, pero sólo a partir de los 4 elementos. No se relaciona con la velocidad para reconocer súbitamente una cantidad pequeña de elementos ni predice variaciones en la subitización de los sujetos (Barrouillet, Lepine, & Camos, 2008; Tuholski, Engle, & Baylis, 2001). Shimomura y Kumada (2011) buscaron estudiar si la MT espacial y la MT visual influyen de forma diferenciada en el reconocimiento súbito de cantidades. Utilizando un paradigma de doble tarea los sujetos debían realizar una tarea de numeración mientras realizaban otra de MT visual o de MT espacial (ver Figura 4). Los autores observaron que realizar la tarea de MT visual no afecta la eficiencia o el rango de subitización y conteo, mientras que realizar la tarea de MT espacial afecta la velocidad y eficacia de la numeración, aunque sólo en el rango de conteo (más de 4 ítems). Utilizando una tarea similar Moyer y Palomares (2013) encontraron que la precisión en la numeración disminuye a medida que la cantidad de elementos y la carga en la memoria de trabajo aumentan.

MT ESPACIAL



MT VISUAL

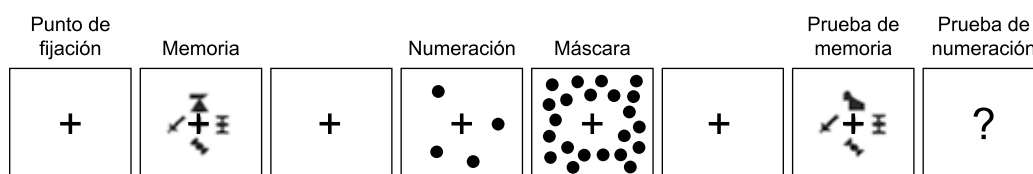


Figura 4. Tarea de MT espacial: Se presentan dos cuadrados una por vez y luego se presenta un conjunto de puntos. El sujeto debe recordar la ubicación de los cuadrados y comunicar la cantidad de puntos observados. Tarea de MT visual: Se presentan unas figuras y a continuación un conjunto de puntos. El sujeto debe recordar que figuras observó y cuantos puntos se presentaron (Extraída de Shimomura & Kumada, 2011).

Liu, Palomares, Leonard y Egeth (2005) estudiaron la posibilidad de que la subitización y la memoria a corto plazo visual compartieran una misma capacidad, ya que 4 objetos parece ser el límite de información retenida en varias tareas visuales. Los autores observaron que realizar una tarea visual solo afecta el rango de subitización cuando esta supera el span de la memoria de corto plazo. Por esta razón los autores concluyen que la capacidad de memoria de corto plazo visual y la capacidad de subitar, si bien no son completamente independientes, no responden a la misma capacidad.

Conclusiones

Los resultados de las investigaciones descriptas aportan evidencia a favor de la hipótesis de que la subitización y el conteo son efectivamente procesos diferentes, aun cuando las explicaciones teóricas que intentan dar cuenta de los mecanismos que median uno y otro proceso difieren. La subitización parece limitarse a la numeración de pequeñas cantidades de elementos presentados de forma simultánea, mientras que el conteo es un proceso que se aplica a cantidades mayores, donde el TR aumenta de manera lineal de 250 a 300 ms por ítem adicional. El conteo puede ser un proceso común a la numeración de más de 4 elementos ya sea la presentación serial o simultánea. Resta investigar si se observa el patrón característico de TR de la subitización en tareas con presentación serial de estímulos.

La subitización se diferencia también de la estimación de cantidades entendida como la realización de un juicio de cantidad sobre un conjunto de objetos de manera aproximada. La subitización es más precisa y más rápida que esta última (Piazza, Izard, Pinel, Le Bihan, & Dehaene, 2004; Carter, Pitts, & Palomares, 2012). Sin embargo, autores como Sengupta, Bapiraju, & Melcher, (2013) sugieren la existencia de un mecanismo común a ambas. Las investigaciones difieren también en las consideraciones en torno al rol que la atención juega en la subitización

y el conteo. Mientras que Dehaene y Cohen (1994) y Trick y Pylyshyn (1994) consideran que la subitización es un proceso preatencional, característica que lo diferencia del conteo, estudios recientes (Leonard & Egeth, 2007; Somers & Sheremata, 2008; Olivers & Watson, 2008; Railo, et al., 2008; Vetter, et al., 2008; Hubert-Wallander, Lin, Joo, Murray, & Boynton, 2012) sostienen que hay algún tipo de procesamiento atencional involucrado en la subitización.

En relación a la MT, estudios de diferencias individuales en memoria de trabajo verbal han observado que la misma está asociada con la numeración, puntualmente en el rango de conteo (Barrouillet, et al., 2008; Tuholski, et al., 2001). Más específicamente Trick (2005) observó que hay un efecto de supresión articulatoria en el conteo, no así en la subitización. Por lo que se puede inferir que el conteo se apoya en el proceso de control articulatorio. Respecto de la MT viso-espacial, Shimomura y Kumada (2011) plantean que el componente espacial está vinculado con la numeración pero solo de 4 o más elementos (conteo), no así el componente visual. Ningún componente de la MT parece dar cuenta del reconocimiento súbito de cantidades.

Como conclusión, las posturas teóricas actuales varían en cuanto a si la subitización y la estimación por un lado y la subitización y el conteo por otro, son fenómenos diferentes, comparten mecanismos subyacentes o son habilidades independientes unas de otras. A su vez, existe un debate en torno al rol que la atención y los diferentes componentes de la memoria de trabajo juegan en la subitización y el conteo. Investigaciones futuras resultarían útiles para continuar con el estudio del rol de la atención y sus componentes en la numeración de pequeñas y grandes cantidades. Además es necesario estudiar con un paradigma de diferencias individuales la relación entre la MT viso-espacial y la numeración y ver el rol diferencial de cada componente de la MT en estos procesos. Así mismo, resta investigar a partir de un paradigma de doble tarea la relación entre la MT verbal y la numeración.

REFERENCIAS

- Baddeley, A.D. (2010). Working Memory. *Current Biology*, 20(4), 136-140.
- Baddeley, A.D. (2007). *Working Memory, thought, and action*. Oxford: Oxford University Press.
- Baddeley, A.D. & Hitch, G. (1974). Working memory. In G. H. B. (Ed.) (Ed.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory* (Vol. 8, pp. 47-89). New York: Academic Press.
- Baron, J. & Pelli, D.G. (2006). Crowding counting. *Journal of Vision*, 6(6), 198-198
- Barrouillet, P., Lepine, R. & Camos, V. (2008). Is the influence of working memory capacity on high-level cognition mediated by complexity or resource-dependent elementary processes? *Psychon Bull Rev*, 15(3), 528-534.
- Barth, H., La Mont, K., Lipton, J. & Spelke, E.S. (2005). Abstract number and arithmetic in preschool children. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 102(39), 14116-14121.
- Burr, D.C., Turi, M. & Anobile, G. (2010). Subitizing but not estimation of numerosity requires attentional resources. *J Vis*, 10(6), 20.
- Carter, B., Pitts, C.H. & Palomares, M. (2012). Visual apprehension of small and large numerosities in children and adults. *Journal of Vision*, 12(9), 1289-1289.
- Dehaene, S. (2001). Précis of the number sense. *Mind and Language*, 16, 16-36.
- Dehaene, S. (Ed.). (1997). *The number sense: How the mind creates mathematics*. New York, USA: Oxford University Press.
- Dehaene, S. & Cohen, L. (1994). Dissociable mechanisms of subitizing and counting: Neuropsychological evidence from similtagnosic patients. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20, 958-975.
- Demeyere, N., Lestou, V. & Humphreys, G. W. (2011) Differentiating subitizing and counting: a voxelbased correlational study, *Journal of Vision*, 11(11) doi: 10.1167/11.11.175
- Demeyere, N., Lestou, V. & Humphreys, G.W. (2012). The Neuroanatomy of Visual Enumeration: Differentiating Necessary Neural Correlates for Subitizing versus Counting in a Neuropsychological Voxel-based Morphometry Study. *Journal of Cognitive Neuroscience* 24(4), 948-964
- Eisinger, R., Ly, R., Im, H.Y. & Halberda, J. (2012). Ensemble-based Subitizing. *Journal of Vision*, 12(9), 1165-1165.
- Gallistel, C.R. & Gelman, R. (1991). The preverbal counting process. In A. O. F. I. M. C. W.E. Kessen (Ed.), *Thoughts, memories and emotions: Essays in honor of George Mandler* (pp. 65-81). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Goldfarb, L. & Levy, S. (2013). Counting within the Subitizing Range: The Effect of Number of Distractors on the Perception of Subset Items. *PloS one*, 8(9), e74152.
- Halberda, J. (2007). Subitizing sets and set-based selection: Early visual features determine what counts as an individual for visual processing. *Journal of Vision*, 7(9), 703-703.
- Hubert-Wallander, B., Lin, J.Y., Joo, S.J., Murray, S.O. & Boynton, G.M. (2012). Subitizing is resource-limited and not preattentive. *Journal of Vision*, 12(9), 1157-1157
- Jevons, W.S. (1871). The Power of Numerical Discrimination, *Nature*, 1871, III (281-282)
- Kaufman, E.L., Lord, M.W., Reese, T.W. & Volkman, J. (1949). The discrimination of visual number. *American Journal of Psychology*, 62, 498-535.
- Leonard, C.J. & Egeth, H.E. (2007). Differential effects of attention on subitizing and estimation processes. *Journal of Vision*, 7(9), 704-704
- Li, R.W., MacKeben, M., Chat, S.W., Kumar, M., Ngo, C. & Levi, D. M. (2010). Aging and visual counting. *PloS one*, 5(10), e13434.
- Liu, J., Palomares, M., Leonard, C. & Egeth, H. (2005). Subitizing capacity is decreased when visual short-term memory capacity is exceeded. *Journal of Vision*, 5(8), 623-623.
- Logie, R.H. (1986). Visuo-spatial processing in working memory. *Q J Exp Psychol A*, 38(2), 229-247.
- Logie, R.H. (Ed.). (1995). *Visuo-spatial working memory*. Hove, UK: Lawrence Erlbaum Associates.
- Mack, A. & Rock, I. (Eds.). (1998). *Inattentive blindness*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Mandler, G. & Shebo, B.J. (1982). Subitizing: an analysis of its component processes. *J Exp Psychol Gen*, 111(1), 1-22.
- Moyer, J. & Palomares, M. (2013). Enumeration performance modulated by spatial working memory load. *Journal of Vision*, 13(9), 1354-1354
- Niss, M. (2003). *Mathematical competencies and the learning of mathematics: The Danish KOM project*. Paper presented at the Third Mediterranean Conference on Mathematics Education.
- Olivers, C. & Watson, D. (2008). Subitizing requires attention. *Visual Cognition*, 16, 439-462.
- Palomares, M., Torres, L., Leonard, C. & Egeth, H. (2006). Does subitizing require attention?. *Journal of Vision*, 6(6), 782-782.
- Piazza, M., Izard, V., Pinel, P., Le Bihan, D. & Dehaene, S. (2004). Tuning curves for approximate numerosity in the human intraparietal sulcus. *Neuron*, 44(3), 547-555.
- Porter, K.B., Garofalo, A., Mazza, V. & Caramazza, A. (2013). Subitizing occurs across features of a single object. *Journal of Vision*, 13(9), 56-56
- Railo, H., Koivisto, M., Revonsuo, A. & Hannula, M.M. (2008). The role of attention in subitizing. *Cognition*, 107(1), 82-104.
- Raymond, J.E., Shapiro, K.L. & Arnell, K.M. (1992). Temporary suppression of visual processing in an RSVP task: an attentional blink? *J Exp Psychol Hum Percept Perform*, 18(3), 849-860.
- Revkin, S.K., Piazza, M., Izard, V., Cohen, L. & Dehaene, S. (2008). Does subitizing reflect numerical estimation?. *Psychological Science*, 19(6), 607-614.
- Ross, J. (2003). Visual discrimination of number without counting. *Perception*, 32, 867-870.
- Somers, D. & Sheremata, S. (2008). Cross-hemifield attention benefits for visual enumeration. *Journal of Vision*, 8(6), 983-983.
- Shimomura, T. & Kumada, T. (2011). Spatial working memory load affects counting but not subitizing in enumeration. *Atten Percept Psychophys*, 73(6), 1694-1709.
- Takeshima, Y. & Gyoba, J. (2014). Differential effect of visual and auditory spatial cues on visual numerosity judgment. *Journal of Vision*, 14(10), 428-428.
- Trick, L.M. (2005). The role of working memory in spatial enumeration: patterns of selective interference in subitizing and counting. *Psychon Bull Rev*, 12(4), 675-681.
- Trick, L.M. (2008). More than superstition: Differential effects of featural heterogeneity and change on subitizing and counting. *Perception and Psychophysics*, 70(5), 743-760.
- Trick, L.M. & Pylyshyn, Z.W. (1993). What enumeration studies can show us about spatial attention: evidence for limited capacity preattentive processing. *J Exp Psychol Hum Percept Perform*, 19(2), 331-351.
- Trick, L.M. & Pylyshyn, Z.W. (1994). Why are small and large numbers enumerated differently? A limited capacity preattentive stage in vision. *Psychological Review*, 101(1), 80-102.
- Tuholski, S.W., Engle, R.W. & Baylis, G.C. (2001). Individual differences

rences in working memory capacity and enumeration. *Mem Cognit*, 29(3), 484-492.

Vetter, P., Bahrami, B. & Butterworth, B. (2007). Visual enumeration under load: also subitizing needs attention. *Journal of Vision*, 7(9), 705-705.

Vetter, P., Butterworth, B. & Bahrami, B. (2008). Modulating attentional load affects numerosity estimation: evidence against a pre-attentive subitizing mechanism. *PLoS One*, 3(9), e3269.

Fecha de presentación: 16 de marzo de 2014

Fecha de aceptación: 4 de septiembre de 2014