

LA RESERVA COGNITIVA MEJORA LA VELOCIDAD DE PROCESAMIENTO DE LOS COMPONENTES CENTRALES DEL TIEMPO DE REACCIÓN EN ADULTOS MAYORES PERO NO EN JÓVENES

COGNITIVE RESERVE IMPROVES PROCESSING SPEED OF CENTRAL COMPONENTS OF REACTION TIME IN AGED SUBJECTS BUT NOT IN YOUNGER

Jorge Heliodoro Mayor Ríos¹
Félix Jesús Amador Romero²
Isielis Ramírez³

Uno tiene que luchar contra la vejez... y superar sus defectos por el cuidado; así como una lucha contra la enfermedad, uno tiene que resistir la vejez; debemos tomar reservas de la salud; debemos dedicarnos al ejercicio moderado; consumir sólo la comida y bebida necesarias para restaurar las fuerzas, no en exceso. Y, en verdad, debemos ayudar no sólo a nuestro cuerpo, sino, sobre todo, a nuestra mente y espíritu.

Sobre la vejez
Cicerón, 44 n.e.

RESUMEN

Dos cuestiones actuales en el estudio de la reserva cognitiva (RC) son, por un lado, si su influencia tiene un carácter selectivo o general sobre los diferentes componentes de procesamiento de información y, por otro, si se trata de un proceso normal utilizado por el cerebro sano o un mecanismo de compensación que el cerebro desarrolla a lo largo de la vida, pero que sólo es funcional ante las limitaciones que impone la patología o el deterioro natural de la edad. El presente estudio ha evaluado ambas hipótesis al comparar un grupo de adultos mayores sanos y un grupo de control joven a través de tres tareas de TRD de demandas crecientes de procesamiento central pero con demandas de respuesta constantes. Los componentes centrales y motores del TR fueron registrados separadamente. Dentro de cada grupo los sujetos fueron clasificados de acuerdo con dos niveles de RC: alto o bajo. Los resultados indican, primero, que la RC mejora la velocidad de procesamiento en los adultos mayores de alta RC pero que este efecto sólo tiene lugar en los componentes centrales del TR y, segundo, que ella representa un mecanismo de compensación o alternativo que interviene ante el deterioro de los mecanismos normales de procesamiento e, inclusive, sólo ante elevadas demandas de procesamiento.

Palabras clave: reserva cognitiva, tiempo de reacción, envejecimiento cognitivo

ABSTRACT

Two questions are currently considered in the study of cognitive reserve (CR). By one hand, if its influence is general or specific to

some components of information processing and, by the other, if it represents a normal mechanism available by the healthy brain at any moment or a compensatory one developed throughout the life span but only functional in conditions raised by brain pathology or by the natural decline of aging. The present study has approached both hypotheses by comparing two groups: one of healthy older and one of healthy younger subjects using three DRT tasks of increasing demands of processing except by the motor response requirements. The central and motor components of the RT were registered separately. Within each group, subjects were classified according two levels of CR: high or low. The results suggest first, that RC improves the speed of processing in high CR older but, only for the central component and second, that it represents a compensatory brain mechanism to ameliorate for the cognitive decline accompanying aging process, particularly, in conditions of increasing processing demands.

Key words: cognitive reserve, reaction time, cognitive aging

INTRODUCCIÓN

El estudio del envejecimiento cognitivo, el proceso natural de declive y reducción gradual y progresiva de las capacidades mentales, ha concitado el interés de los investigadores en todas las épocas. Hoy, sin embargo, posee una motivación no sólo teórica, sino eminentemente práctica y representa una demanda urgente para la ciencia debido a la eventual crisis socioeconómica global que provocará, dentro de unas pocas décadas, la tendencia sostenida de envejecimiento de la población mundial.

Al parecer, la única alternativa razonable a la creciente demanda de recursos que significará para los sistemas de seguridad social el llamado *baby boom* que se avecina, es la prolongación de la vida laboral activa de los adultos mayores, pero esto, a su vez, sólo es posible si se envejece conservando, durante el mayor tiempo posible, la capacidad de seguir siendo sujetos activos y autosuficientes. Es decir, que la humanidad esta obligada a garantizarse una “vejez saludable” para que vivir más sea sostenible en lo económico y tenga sentido éticamente.

¹ Licenciado en Psicología, Doctor en Ciencias Psicológicas, Master en Salud de los Trabajadores, Investigador Titular, Profesor Titular. Departamento de Fisiología, Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores, La Habana, Cuba

² Licenciado en Psicología, Master en Salud de los Trabajadores, Aspirante a Investigador, Profesor Instructor. Departamento de Fisiología, Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores, Cuba

³ Licenciada en Psicología. Ministerio de Trabajo y Seguridad Social.

Correspondencia:

MSc Jorge Heliodoro Mayor Ríos
Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores
Calzada de Bejuical km 7 ½, Apartado 9064, CP10900, Arroyo Naranjo, Ciudad de La Habana, Cuba
E-mail: gofis@infomed.sld.cu

Envejecimiento y reserva cognitiva

Probablemente, la pregunta más relevante y anti-gua en el terreno del envejecimiento cognitivo sea la de si el deterioro de las capacidades mentales, distintivo de la tercera edad, es inevitable y/o se puede atemperar. La misma adquiere, además, pleno sentido a partir de la observación completamente objetiva de que, si bien la tercera edad se acompaña de una visible reducción de la capacidad de crear y evocar nuevas memorias, de disminución sensible de los períodos de concentración y, más generalmente, de una lentificación de la velocidad de procesamiento de información, es igualmente notorio que, por un lado, hay funciones cognitivas que, como la percepción de colores, no parecen susceptibles en lo absoluto a los efectos de la edad y, algunas, como la riqueza de vocabulario y la comprensión, parecen, inclusive, mejorar en algunos sujetos (una revisión detallada de este tema puede consultarse en el número especial del *European Journal of Cognitive Psychology*, vol. 13; 2000) y, por el otro, que existen notables diferencias individuales en la tasa y tipo de deterioro cognitivo durante la tercera edad¹.

Más aún, y ésta es quizá la fuente más relevante de hechos para una visión optimista sobre la posibilidad de que la relación entre edad y deterioro cognitivo no sea lineal y multiplicativa, se dispone de múltiples evidencias de que no existe una dependencia directa entre la severidad del cuadro clínico de la demencia de Alzheimer y el grado de daño constatado en el tejido cerebral en los estudios post-mortem^{2,3}. Katzman et al³ describieron diez mujeres cognitivamente normales a quienes se le descubrió, postmortem, un daño cerebral correspondiente a una avanzada demencia de Alzheimer. Desde entonces se especuló que esas mujeres no manifestaron los rasgos clínicos de la enfermedad de Alzheimer debido a que sus cerebros, como promedio, eran más grandes y ello les proporcionó una “reserva cerebral”. Este tipo de razonamiento es el que dio fundamento para las primeras formulaciones del actual concepto de Reserva Cognitiva (RC). En sentido general, la RC alude a la capacidad que puede poseer un individuo para afrontar severos daños cerebrales conservando sus capacidades funcionales preservadas^{4,6}, es decir, clínicamente libres de signos de deterioro cognitivo.

Más recientemente, se ha comprobado que en esos sujetos, una vez que la enfermedad se manifiesta, su progresión es más intensa y severa y, entre ellos, la tasa de mortalidad es mayor, es decir, que existe una discontinuidad entre la patología de la enfermedad y la severidad con que se manifiesta. La probable causa de esa discontinuidad sería la influencia de la RC: tener una mayor reserva requiere mayor grado de patología antes de que comiencen a afectarse las funciones cognitivas, pero, una vez que aquélla alcanza un determinado “umbral”, ya no hay sustrato para que la reserva actúe del tal modo que, el grado efectivo de deterioro,

se hace manifiesto y su progresión, probablemente, se acelera^{5,7-9}.

La idea de la RC como un factor protector de la eficiencia cognitiva frente a la progresión de la patología cerebral en la demencia se ha elaborado en varias direcciones. Entre ellas, las que más atención han recibido son: primero, la identificación de los factores condicionantes para el desarrollo de la RC. Segundo, la de si la RC puede ser un factor cuya influencia se extienda a la “protección” de las funciones cognitivas frente al deterioro provocado por el envejecimiento normal y pueda explicar por qué unas personas envejecen más “lúcidamente” que otras.

Respecto a los factores que determinan la RC o su grado en diferentes sujetos, el hecho de que las primeras evidencias sobre la existencia de una tal reserva provinieran de los hallazgos postmortem de sujetos dementes indujo a relacionar la reserva con propiedades anatómicas o funcionales del cerebro. Así, el tamaño, el número de neuronas, la densidad sináptica o riqueza de las interconexiones se han usado como indicadores del grado de RC. Los modelos de RC basados en este tipo de atributos del cerebro se les conocen como modelos “pasivos” o de “hardware” de la RC¹⁰. Otros modelos de RC, llamados “activos” o de “software”, asumen que el grado de esta capacidad es un reflejo del uso más eficiente de redes cerebrales alternativas que se desarrollan a lo largo de la vida bajo la influencia de factores biológicos y ambientales¹¹.

Esta última perspectiva, sobre todo, ha permitido relacionar esta habilidad para emplear circuitos alternativos o redes suplementarias de procesamiento con un conjunto de variables que parecen asociadas con el desarrollo de esa “versatilidad” funcional de algunos cerebros, particularmente la educación y la inteligencia.

Características que parecen, básicamente, determinadas por propiedades genéticas como la densidad y variedad y número de interconexiones neuronales, son modificables por la influencia de la riqueza del ambiente con el que interactúa el cerebro y mejorar su capacidad de “defensa” frente a los efectos cognitivos de la patología cerebral, es decir, contribuir a elevar el “umbral de tolerancia” que representa la RC. Ratones transgénicos portadores del gen de la enfermedad de Huntington criados en un ambiente enriquecido, mostraron un retraso importante en la aparición de los signos clínicos y un mayor volumen cerebral en comparación con los que fueron criados en jaulas normales¹². Similarmente, la exposición a un ambiente enriquecido, definido como una combinación de más oportunidades de aprendizaje, ejercicio físico y relaciones sociales, produce no sólo una posibilidad de cambios estructurales y funcionales en el cerebro, sino que también aumenta la neurogénesis en pruebas con animales adultos y ancianos¹³⁻¹⁵.

Estas evidencias, las de estudios con pacientes de Alzheimer^{4,16}, las demencias vasculares¹⁷, la enfermedad de Parkinson¹⁸, el Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida¹⁹, e inclusive, en el envejecimiento

normal^(16,20), han demostrado que el nivel educacional, la capacidad intelectual, el grado de demandas creativas de la ocupación, entre otros, son quizá, los principales factores que contribuyen a una mayor conectividad neuronal desde las primeras etapas de la vida y son estimuladores de crecimiento y alta actividad neuronal durante toda ella. Adicionalmente, una mayor educación se relaciona con mejores condiciones nutricionales y de calidad de vida, que contribuyen a una mejor protección frente a enfermedades infecciosas y a una menor exposición a conductas de riesgo²¹.

En correspondencia con este panorama, en la actualidad el concepto de RC tiende a comprenderse como la combinación de un conjunto de factores que propician el desarrollo de una capacidad para conservar la integridad de las funciones cognitivas durante un período superior al que cabría esperar a partir del deterioro natural de las estructuras y conexiones cerebrales provocados por causas naturales o patológicas. Junto a propiedades anatomofuncionales del cerebro cuya calidad obedece, probablemente, a componentes genéticos, se incluyen hoy, como elementos determinantes de esa capacidad, la duración y calidad de la educación, la capacidad intelectual, la naturaleza y desempeño profesional, el tipo de actividades de ocio (especialmente la lectura) y la variedad, contenido, diversidad y compromiso de las relaciones sociales⁹.

Un corolario de este enfoque de la RC es que la misma es el resultado de un proceso que comienza en las fases tempranas de la vida y que continua a lo largo de ésta, por lo que, probablemente, sea susceptible de ser estimulado o favorecido.

Paralelamente, un volumen significativo de estudios reportan que diversos indicadores de la capacidad física (physical fitness) y, particularmente, el volumen espiratorio forzado, muestran una positiva correlación con la integridad de la dinámica cognitiva en los AM^{9,22-26}, de tal modo que, probablemente, la RC represente un mecanismo multifactorial en el que se integran variables biológicas, psicológicas, psicosociales y físicas.

Al mismo tiempo, la hipótesis de que la RC constituya un proceso donde variables anatómicas y funcionales interactúan a lo largo de la vida implica que, casi en cualquier etapa de ésta, se disponga de un cierto nivel de dicha capacidad y que, por tanto, sea un recurso disponible siempre que las demandas de procesamiento excedan el umbral de eficacia de los mecanismos de procesamiento habitualmente "activos".

Esta idea, sin embargo, no parece plenamente confirmada por los hechos, especialmente por los estudios que, asumiendo que la RC es la capacidad de activación de redes neuronales en respuesta a demandas crecientes, han empleado el registro de imágenes cerebrales en sujetos aquejado de Alzheimer durante la ejecución de tareas de dificultad creciente.

Gene, Furey, et al.²⁷ observaron una correlación inversa entre la capacidad intelectual premórbida y el metabolismo cerebral en regiones prefrontales, promo-

toras y de asociación parietal izquierda en pacientes de Alzheimer. Del mismo modo, otros investigadores^{4,28-30} han reportado que, en los de mayor reserva, se comprueba un mayor grado de patología cerebral (una mayor perfusión de flujo sanguíneo en las personas con mayor nivel educativo que han progresado menos en la enfermedad) y el uso de redes neurales alternativas durante la ejecución de las tareas.

En AM normales, por su parte, los estudios con imágenes también sugieren que ese grupo y los jóvenes no comparten las mismas redes neurales cuando afrontan demandas de procesamiento crecientes. Stern, Zarahn, et al.³¹, comparando AM sanos con jóvenes en tareas de memoria verbal y de objetos notaron un patrón de activación cerebral, en la fase de presentación de estímulos, que indicó asociaciones entre nivel de demandas y de RC, diferente en cada grupo. Stern, Habeck, et al.⁶, en una tarea de reconocimiento serial, reportaron un patrón de activación de similar topografía pero diferente relación con el nivel de demandas y de RC en AM y jóvenes. Un resultado similar han observado Stern, Sr Carmeas, et al.³² al revisar tres estudios que exploraron las bases neurales de la RC en AM y jóvenes.

Este conjunto de evidencias sugiere que la RC, más que un proceso normal utilizado por el cerebro sano, representaría un mecanismo de compensación que el cerebro desarrolla a lo largo de la vida, pero que sólo es funcional ante las limitaciones que impone la patología o el deterioro natural de la edad.

Factores genéticos relacionados con las propiedades anatomofuncionales del cerebro y la capacidad intelectual innata y variables ambientales como la educación, la calidad y el éxito profesional, etc., interactuando desde las primeras etapas de la vida y a lo largo de toda ella, proveen de una mayor o menor capacidad (RC) para implementar estas redes neurales alternativas y emplearlas eficientemente durante más tiempo con independencia de la progresión de la patología y el deterioro cerebral.

En este contexto, es legítimo asumir que la RC influiría diferencialmente el desempeño de AM y jóvenes a lo largo de la ejecución de tareas de complejidad o demandas crecientes de procesamiento en el sentido de que, mientras que los AM con mayor RC tendrían una mejor ejecución que los AM con menor RC, en los jóvenes esta tendencia no sería apreciable en la misma medida debido a que la RC no intervendría en el curso del procesamiento.

Un indicador apropiado para evaluar esta hipótesis es el llamado enlentecimiento cognitivo (EC), considerado el signo distintivo del envejecimiento cognitivo normal y que se caracteriza por una reducción de la velocidad de procesamiento de información cuya magnitud es función directa del grado de demandas de procesamiento que impone la tarea^{33,34}.

Típicamente, la comparación entre AM sanos y jóvenes comparables en capacidad intelectual y educación, en tareas de Tiempo de Reacción (TR) con demandas crecientes de procesamiento revela, no sólo

una diferencia a favor de los sujetos jóvenes, sino una robusta interacción entre grupo y tarea³⁵⁻³⁷. Tal efecto es considerado, entonces, como debido a la acción de la edad.

Este efecto, por su parte, parece manifestarse, básica o eminentemente, sobre los componentes centrales de procesamiento; es decir, que el EC parece no afectar a los componentes sensoriomotores en la tercera edad. Recientemente, sin embargo, Amador³⁸, comparando AM y jóvenes en tareas de dificultad creciente, pero empleando un procedimiento conductual de fragmentación del TR, ha observado un patrón de enlentecimiento en los adultos mayores que se caracteriza por una lentificación multiplicativa de los componentes centrales y un enlentecimiento constante de los periféricos.

Dado que, en el paradigma empleado por Amador, las demandas motoras permanecen constantes, la conjetura acerca de la influencia diferencial de la RC entre AM y jóvenes pudiera ser evaluada considerando que, si la influencia de la RC se manifiesta sólo cuando las demandas exceden un cierto "umbral" de dificultad, sólo debe beneficiar la velocidad de los componentes centrales de procesamiento. El presente experimento está dirigido a evaluar esa conjetura.

MATERIAL Y MÉTODO

Estímulos y tareas

Para la evaluación cognitiva se emplearon tres tareas de Tiempo de Reacción Discriminativo (TRD) de tipo odd-ball de dificultad cognitiva creciente y con exactamente las mismas demandas de producción de respuesta. Los estímulos estaban conformados por tres parejas de cuadrados blancos con líneas negras paralelas insertadas. Un cuadrado blanco con 17 líneas negras horizontales fue usado como estímulo frecuente en las tres tareas. En la primera tarea (TRD1), el estímulo infrecuente consistió en un cuadrado blanco con seis líneas negras verticales. En la segunda tarea (TRD2), el estímulo infrecuente consistió en un cuadrado blanco con 13 líneas negras horizontales. En la tercera tarea (TRD3), el estímulo infrecuente consistió en un cuadrado blanco con 15 líneas negras horizontales. La diferencia de orientación y el número de líneas determinaron tres niveles progresivos de dificultad de discriminación de la misma naturaleza perceptual. Emplear estímulos de este tipo garantiza que el cambio en las demandas de procesamiento tenga un carácter estrictamente cuantitativo y no provoque la intervención de otras operaciones cognitivas.

Los estímulos fueron presentados en el centro de un video monitor (el sujeto permanecía aproximadamente a 1,25 m de la pantalla), abarcando un ángulo visual de 5 grados durante 2 segundos y contra un fondo negro. Para cada tarea, las probabilidades de aparición de cada tipo de estímulo, frecuente e infrecuente, fue de 70 % y 30 %, respectivamente. La secuencia de estímulos en cada tarea fue suministrada al azar,

con la restricción de que no más de dos estímulos infrecuentes aparecieran sucesivamente (un programa controlaba las series). El orden de presentación de las tareas fue completamente balanceado a través de los sujetos, de tal modo que cada tarea fue ejecutada, aproximadamente, el mismo número de veces en cada uno de los tres órdenes posibles, evitando así el posible efecto de la dificultad sobre el orden y la fatiga. Los sujetos debían responder presionando una tecla para cada estímulo infrecuente y otra para el frecuente, usando el dedo índice de su mano preferida. El orden de asignación de las teclas a cada tipo de estímulo también fue balanceado a través de los sujetos. Cada ensayo fue precedido por una señal pre-estímulo de duración variable (entre 1000 y 2500 ms). Cada sujeto ejecutó un bloque de 300 ensayos para cada tarea, separados por un intervalo de aproximadamente 5 minutos de descanso. Antes del comienzo de cada tarea, la pareja de estímulos correspondiente les fue mostrada a los sujetos hasta que declararan que podían discriminarlos con precisión. Cada sesión duraba aproximadamente dos horas (el anexo 1 muestra un diagrama del procedimiento experimental empleado).

Fragmentación del tiempo de reacción

Con el propósito de obtener un estimado independiente de los componentes centrales y motores del TR, la ejecución de las tareas fue administrada utilizando el siguiente procedimiento. Cada ensayo comenzaba cuando el sujeto presionaba un botón o tecla de inicio. Este acto desencadenaba la presentación de la señal pre-estímulo que indicaba al sujeto el comienzo del ensayo. La respuesta del sujeto se emitía oprimiendo una de dos teclas de respuesta equidistantes del botón de inicio. El intervalo que transcurría desde el instante en que aparecía el estímulo hasta el momento en que el sujeto liberaba el botón de inicio para emitir su respuesta, fue registrado como **tiempo central** (TC). A su vez, el intervalo que transcurría desde el momento en que el sujeto liberaba el botón de inicio hasta que presionaba uno de los dos botones de respuesta, fue registrado como **tiempo motor** (TMo).

Los sujetos fueron instruidos para que respondieran tan rápido y preciso como les fuera posible.

Cada estímulo permanecía en pantalla durante dos segundos, pero el sujeto disponía de hasta tres para completar su respuesta; si esto no sucedía el ensayo se consideraba invalidado, se computaba como un **error de omisión de tiempo central** (EOTC) y el sujeto recibía un mensaje indicándole que debía reiniciar el ensayo. Para emitir la respuesta motora, el sujeto disponía de hasta dos segundos, al cabo de los cuales si la respuesta no era ejecutada, el ensayo se consideraba invalidado, se computaba como un **error de omisión de tiempo motor** (EOTMo) y el sujeto recibía un mensaje indicándole que debía reiniciar el ensayo. Los **errores de comisión** (ECom) también, fueron computados en todos los casos (ver anexo 1).

Como dispositivo para ejecutar las tareas se empleó un teclado convencional de computadora colocado dentro de una cubierta que ocultaba todas las teclas excepto tres (el botón de inicio y los dos botones de respuesta), las cuales sobresalían de la cubierta al colocárseles unas caperuzas, blanca (botón de inicio) y negras (botones de respuesta). Las tres teclas fueron seleccionadas sobre la hilera de teclas de función, del tal modo que el botón de inicio ocupaba el centro del espacio de trabajo (ver anexo 2).

Para garantizar la adquisición de la habilidad en la utilización del dispositivo de respuesta, en particular, y suficiente práctica en la tarea en general, cada sujeto ejecutó 200 ensayos de entrenamiento, usando dos cuadrados coloreados de azul y amarillo como estímulos (50% de probabilidades para la ocurrencia de cada respuesta) y presentados bajo las mismas condiciones que las tareas del experimento. Este procedimiento asegura que cualquier diferencia entre los grupos, que se observe en los componentes del TR, no pueda ser atribuida a la adquisición de la destreza para desempeñarse en la tarea.

Estimación de la capacidad de RC

Aunque no existe un consenso acerca de las variables (biológicas y psicosociales) que integran la llamada RC, los estudios que han tratado de estimar esta capacidad suelen incluir, como mínimo, indicadores de la capacidad intelectual general (habitualmente, a partir de los resultados de tests de inteligencia como la Escala de Wais) y el nivel de escolarización. Aunque el tipo, nivel y calidad de la profesión y su desempeño se considera con frecuencia también un componente de la RC, ningún estudio de RC ha incluido en la construcción de esa variable un indicador relacionado con la profesión. El índice de RC empleado en este estudio incluye, además de la capacidad intelectual y los años de escolarización, un índice que clasifica a los sujetos según el carácter manual/intelectual.

De acuerdo con estos precedentes, el índice de RC se ha construido a partir de una combinación de los años de escolarización, el tipo de profesión (clasificada de modo general en eminentemente manual o intelectual) y un estimado de la capacidad intelectual derivado de la suma de las puntuaciones brutas obtenidas por los sujetos en el subtest de Vocabulario y de Dise-

ño de Cubos de la Escala de Inteligencia para Adultos de Weschler, más la puntuación bruta obtenida en el Test de Acentuación de Palabras³⁹.

Correspondientemente, el índice de RC de cada sujeto del estudio se derivó con el siguiente procedimiento: las puntuaciones brutas alcanzadas por cada sujeto en cada uno de los tres tests más los años de escolarización terminados, fueron sometidas a un análisis factorial, del que se extrajo un solo factor. La utilización de esta técnica obedeció a que ella permite estimar una puntuación única o "sumaria" que describe la contribución de cada variable considerada a una variable única (el factor). La anotación o puntuación obtenida por cada sujeto en el factor fue entonces multiplicada por el valor de 1 ó 2, según la profesión de cada sujeto fuera calificada, respectivamente, como eminentemente manual o intelectual. El resultado de esta operación se asumió con el índice de RC de cada sujeto.

Utilizando como punto de corte la mediana de la distribución de puntuaciones de todos los sujetos en el índice de RC, cada uno fue clasificado como de "alta" (por encima de la mediana) o "baja" (por debajo de la mediana) RC.

Muestra

24 adultos mayores (AM) (12 masculinos y 12 femeninos) y 24 jóvenes (12 masculinos y 12 femeninos) participaron en el estudio. Los mismos fueron seleccionados a partir de los siguientes criterios de inclusión: edad entre 20 y 30 los jóvenes y 65 o más los AM; puntuaciones normales en las escalas de Vocabulario y Diseño de Bloques de la Escala de Inteligencia para Adultos de Weschler; puntuaciones normales en una versión al español de la Prueba de Acentuación de Palabras³⁹; puntuaciones normales en la Escala de Cattell para la determinación de la ansiedad; puntuaciones normales en la escala de Depresión Geriátrica de Yesavage (AM) y en la de Zung (jóvenes).

Así mismo, mediante entrevista se descartó la presencia de antecedentes o signos actuales de trastornos psiquiátricos y/o neurológicos, consumo de alcohol, drogas o psicofármacos en cada uno de los sujetos.

Todos los sujetos poseían visión normal o corregida; participaron de forma voluntaria y después de expresar por escrito su consentimiento informado. La tabla 1 ofrece la descripción de la muestra.

Tabla 1
Valores medios y DE de las puntuaciones de cada grupo en las variables de clasificación

Variable	Adultos mayores			Jóvenes			F (1,44)	p
	Masc.	Fem.	Total	Masc.	Fem.	Total		
Edad	69 (5)	73 (8)	71 (7)	25 (3)	26 (3)	25 (3)	999	0,00001
Escol.	11 (5)	8 (3)	10 (4)	13 (2)	14 (4)	14 (3)	16	0,0003
PAP	20 (7)	20 (5)	20 (6)	22 (3)	22 (4)	22 (3)	1,82	0,18
Voc.	49 (7)	46 (5)	47 (6)	46 (6)	43 (7)	45 (7)	1,83	0,18
Cubos	23 (6)	21 (4)	22 (5)	31 (7)	30 (6)	32 (6)	24	0,0001

Como puede observarse, los grupos difieren en edad, escolarización y diseño de cubos. Dado que los AM son inferiores en escolarización y cubos y estas variables representan potenciales influencias en el desempeño de las tareas de TR, los valores de las mismas fueron introducidos como covariables en los análisis.

Respecto a las puntuaciones en las escalas de Ansiedad y Depresión, entre los AM no se observaron niveles superiores a la norma en ninguno de los sujetos. En los controles jóvenes, sin embargo, se observó en 15 sujetos (8 masculinos y 7 femeninos) una ligera tendencia hacia niveles ligeros o leves de depresión. Comoquiera que la depresión es una variable que lentifica el TR y esto favorecería a los AM, ninguno de los sujetos fue eliminado de la muestra.

Estadísticas

Los valores medios de cada componente del TR (TC y TMO) de las respuestas correctas (un sujeto fue eliminado del análisis debido a que la proporción de errores cometida superaba el 50% del total de ensayos en las tres tareas) y de los errores de comisión en cada una de las tres tareas, fueron calculados. Estos valores fueron comparados empleando análisis de varianza separados para cada uno donde el Grupo (AM, joven) y la RC (alta o baja) fueron empleados como factores y las tareas como factor de medidas repetidas (tres niveles, uno por cada tarea). Las variables escolarización y diseño de cubos fueron empleadas como covariables. El nivel de significación de las comparaciones donde interviene el factor de medidas repetidas fue ajustado empleando la corrección de Greenhouse-Geisser.

RESULTADOS

La tabla 2 muestra los resultados de la clasificación producida por los sujetos en el índice de RC. El factor extraído (vector propio igual a 1,95) explicó un 50% de la varianza total. Como puede apreciarse, en conjunto hay el mismo número de sujetos con RC baja y alta, aunque esa distribución no es equivalente entre los sexos. Los sujetos femeninos jóvenes tienen igual proporción de sujetos en cada una de las dos categorías de RC, mientras que en los AM hay mayor cantidad de mujeres en la categoría de baja RC. Esta circunstancia puede estar determinada por el hecho de que, para el grupo de los adultos mayores, las condiciones socioculturales que im-

ponían mayores limitaciones de realización profesional y de escolarización a las mujeres, tuvieron todavía un peso considerable en la etapa en que ese grupo realizó sus estudios y su elección profesional. Dado que este rasgo de la muestra introduce, probablemente, un sensible sesgo a cualquier comparación entre sexos, el mismo no será considerado en los análisis (por lo demás, no constituye un objetivo del estudio). Consecuentemente, los grupos serán analizados solamente con relación a su clasificación por edad. En ese sentido, la única observación relevante es que entre los AM existe el doble de sujetos con baja RC que entre los jóvenes.

Tabla 2
Distribución de la muestra de acuerdo a la capacidad de RC

RC	Adultos mayores			Jóvenes		
	Masc.	Fem.	Total	Masc.	Fem.	Total
Baja	6	10	16	4	4	8
Alta	5	2	7	8	8	16
Total	12	12	23	12	12	24

Velocidad de procesamiento de información

Análisis del tiempo central y del tiempo motor. Comparación entre grupos: el patrón de EC

La tabla 3 ofrece la distribución del TC y del TMO de cada uno de los sujetos en las tres tareas ejecutadas. El ANOVA practicado reveló, con respecto al TC, un efecto principal de Grupo, [F(1, 44) = 7,7; p < 0,01], un efecto principal de Tarea [F(151, 63) = 3,98; p < 0,04; ϵ = 0,75], e interacción de grupo por tarea [F(1,5, 63) = 4,98; p < 0,02, ϵ = 0,75]. Con relación al TMO, se observó, igualmente, un efecto principal de Grupo [F(1, 44) = 16,05, p < 0,0002], efecto de tarea [F(1,4, 58) = 2,06; p < 0,15; ϵ = 0,75], pero no interacción de grupo por tarea [F(1, 58) = 0,18; p < 0,19; ϵ = 0,75]. En ningún caso la influencia de las covariables escolarización y cubos resultaron significativas (p = 0,66 y p = 0,75, respectivamente). Ello resulta comprensible por cuanto la relación entre capacidad intelectual y TR en tareas que no involucran competencia verbal, aunque positiva, es débil⁴⁰.

Tabla 3
Valores medios y DE del TC y del TM por grupo y tarea

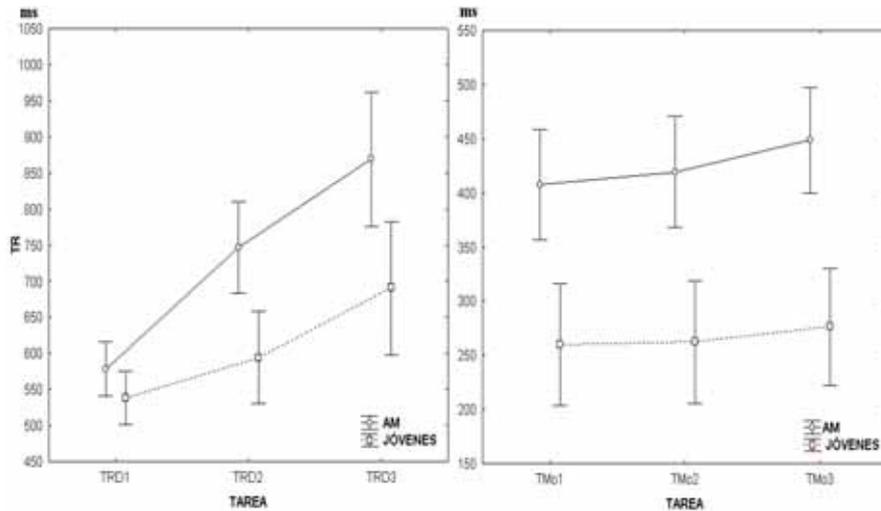
Grupo	RC	TC			TMO		
		TRD1	TRD2	TRD3	TRD1	TRD2	TRD3
AM	Baja	605 (106)	795 (221)	998 (313)	466 (169)	465 (147)	489 (147)
	Alta	551 (58)	700 (104)	745 (153)	350 (108)	374 (109)	408 (73)
Jóvenes	Baja	559 (64)	612 (53)	706 (85)	253 (50)	259 (55)	281 (72)
	Alta	518 (82)	576 (90)	676 (143)	267 (50)	266 (52)	271 (55)

Estos resultados indican, primero, que el TC de los AM es consistentemente más lento que el de los jóvenes y que esa lentificación se incrementa multiplicativamente con el incremento de la dificultad de la tarea. Segundo, que el TMO exhibe también un enlentecimiento con relación al de los jóvenes, pero que el in-

cremento de éste tiende a ser constante a través de las tareas. La figura 1 muestra gráficamente estos resultados.

Es decir, que el patrón de EC observado en los AM revela una doble disociación entre el déficit de los componentes centrales y motores del TR.

Figura 1
Distribución del TC (izquierda) y del TMO (derecha) entre los grupos en cada tarea



Análisis de los errores

Tabla 4
Promedio de errores por grupo, nivel de RC y tarea

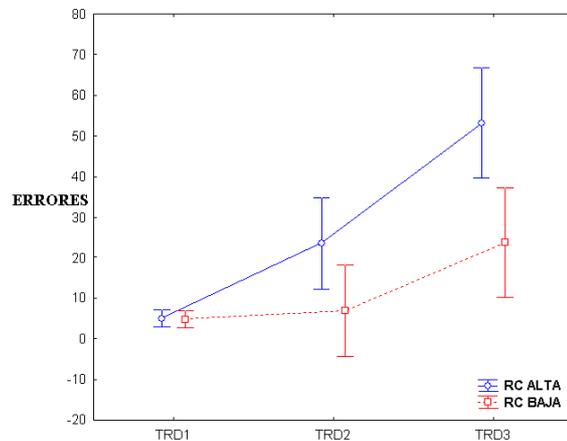
Grupo	RC	TC		
		TRD1	TRD2	TRD3
AM	Baja	6 (5)	14 (11)	61 (33)
	Alta	4 (3)	33 (63)	45 (64)
Jóvenes	Baja	5 (2)	7 (6)	23 (16)
	Alta	5 (5)	7 (4)	25 (15)

El ANOVA de los errores reveló un efecto principal de grupo [F(1, 42) = 4,85; p < 0,03], un efecto de tarea [F(1,12, 47) = 8,71; p < 0,004, ε = 0,56] y una interacción marginal entre grupo y tarea [F(1,12, 47) = 3,30; p < 0,07; ε = 0,56] (la figura 2 ilustra este efecto).

Influencia de la RC: TC y TMO

El análisis de la relación entre EC y RC en cada grupo reveló lo siguiente: con respecto al TC, un efecto marginal de la RC entre los grupos [F(1, 42) = 3,85; p = 0,06] pero no interacción entre Grupo y RC [F(1, 42) = 1,43; p < 0,23], ni entre RC y Tarea [F(1.5, 63) = 2,48; p < 0,11, ε = 0,56]. Se observó, sin embargo, una interacción marginal entre Grupo, RC y Tarea [F(1.6, 63) = 3,11; p < 0,06; ε = 0,75].

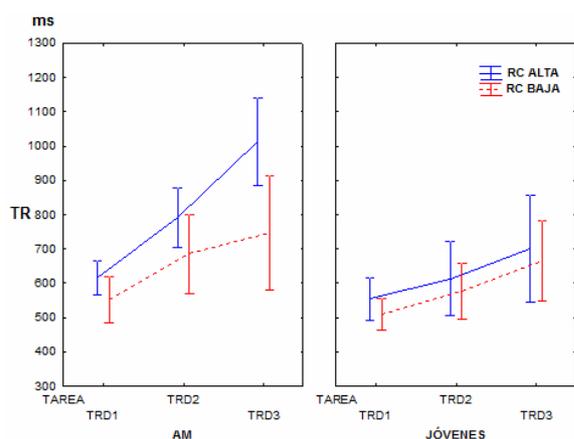
Figura 2
Distribución de los errores por grupo de edad y tarea



Tales resultados indican, por un lado, que la RC como un factor independiente no provoca diferencias entre los sujetos, pero que, una vez que se introduce la variable edad, la RC interviene en la expresión de la velocidad de procesamiento revelando que, dentro del grupo de AM, los sujetos con mayor RC se desempeñan mejor en las tareas más difíciles. En efecto, al observar la figura 3, que describe el comportamiento de los dos grupos con respecto al nivel de reserva cognitiva de cada uno en cada tarea, es posible apreciar claramente cómo las diferencias que existen entre AM y jóvenes, se reducen en los subgrupos de mayor RC

(las diferencias entre sujetos de baja RC entre los grupos es significativa, $p < 0,005$; las diferencias entre sujetos de alta RC entre los grupos no son significativas, $p < 0,22$). Más detalladamente, la comparación entre las tareas indica claramente que, mientras que dentro los sujetos jóvenes no hay diferencias en ninguna de las tareas entre los de alta y baja RC; entre los AM estas diferencias van creciendo a través de las tareas y favorecen a los sujetos de alta RC.

Figura 3
Distribución del TC de los grupos de acuerdo al nivel del RC en cada tarea



Con respecto al TMO, tampoco se produjo efecto de RC [$F(1, 42) = 1,11$; $p < 0,29$], interacción entre grupo y RC [$F(1, 42) = 2,73$; $p < 0,11$], ni entre Grupo y Tarea [$F(1,4, 58) = 0,75$; $p < 0,53$, $\epsilon = 0,7$ grupo, RC y tarea [$F(1,4, 58) = 1,5$, $p < 0,23$, $\epsilon = 0,7$]. La figura 4 revela que la RC no modifica la velocidad de respuesta de los sujetos en ninguno de los dos grupos.

Tales resultados indican, en conjunto, que mientras que en los sujetos jóvenes las diferencias en RC no intervienen en la modulación de la velocidad de procesamiento de información de ninguno de los componentes del TR, en los adultos mayores la mayor RC tiende a ejercer una influencia positiva sobre la velocidad de procesamiento y, aunque no es capaz de anular las diferencias de TR que ellos tienen con los sujetos jóvenes, sí permite que los AM que poseen mayor RC sean más rápidos que los de RC baja, y que esta diferencia se acentúa con la dificultad de la tarea.

Influencia de la RC: Errores

El análisis de la influencia de la RC sobre los errores indicó, primero, que no existen diferencias entre los sujetos de alta y baja RC en cuanto al número de errores [$F(1, 42) = 1,76$; $p < 0,19$], que no existe interacción entre grupo y RC [$F(1, 42) = 3$; $p < 0,09$], entre grupo, RC y Tarea [$F(1,2, 47) = 1,98$; $p < 0,16$, $\epsilon = 0,56$], ni entre RC, Grupo y Tarea [$F(1,2, 47) = 3,05$; $p < 0,08$, $\epsilon = 0,56$]. La figura 5 muestra estas relaciones y, al mismo tiempo, que sí se observa una tendencia a que los sujetos AM con mayor RC cometan menos

errores que los de baja RC, en forma similar a como ocurre en el TC.

Figura 4
Distribución del TMO de los grupos de acuerdo al nivel de RC en cada tarea

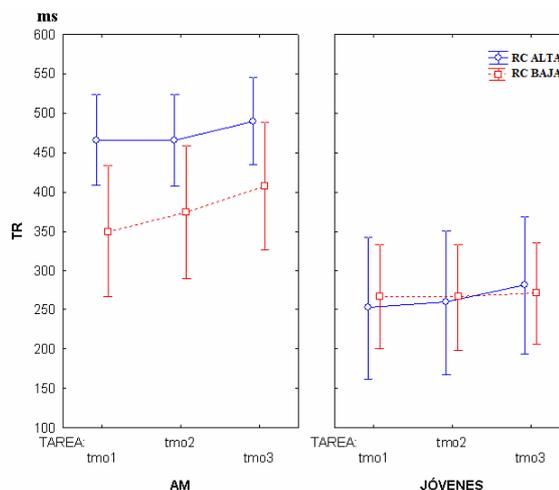
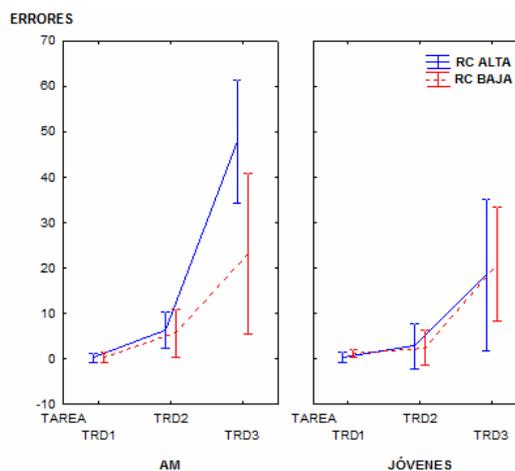


Figura 5
Distribución de los errores por grupo y tarea de acuerdo al nivel de RC



DISCUSIÓN

La comparación entre AM y jóvenes a través de tres tareas de TRD de demandas cognitivas crecientes y con, exactamente, las mismas demandas de respuesta motora, ha revelado que los AM son consistentemente más lentos que los jóvenes. Esta lentificación reproduce el patrón de enlentecimiento descrito por Amador³⁸, empleando el mismo procedimiento de fragmentación del TR: el TC de los AM es más lento que el de los jóvenes y estas diferencias se acentúan con el aumento de la demandas de procesamiento; el TMO de este grupo también es más lento que el los jóvenes, pero las diferencias son independientes de la dificultad de la tarea.

Respecto a los resultados relacionados con la influencia de la RC en la velocidad de procesamiento, los hechos más relevantes observados aquí indican que: aunque la RC como factor independiente y considerado como un índice combinado de la capacidad intelectual, el nivel de escolarización y el carácter eminentemente manual o intelectual de la profesión, no reduce las diferencias que, entre AM y jóvenes, provoca la edad, es capaz de beneficiar a los AM que poseen un nivel superior de reserva con respecto a los AM con un nivel inferior.

Esta influencia de la RC dentro del grupo de AM se manifiesta, sin embargo, sólo a partir de un cierto nivel de dificultad de la tarea, es decir, a partir de un cierto "umbral" de demandas; las diferencias entre los subgrupos de RC aparecen en la tarea más difícil.

Finalmente, dentro del grupo de sujetos jóvenes las diferencias en el nivel de RC no provocan diferencias respecto a la velocidad de procesamiento en ninguna de las tres tareas, esto es, los sujetos jóvenes son igualmente veloces con independencia del nivel de RC de que dispongan.

Ambos hechos, tomados en conjunto, sugieren que, si bien en cualquier etapa de la vida se dispone de algún nivel de RC, la misma no interviene, como parte de los mecanismos involucrados en la velocidad de procesamiento hasta cierta etapa de su curso, probablemente, a partir de la tercera edad o, más precisamente, en el momento en que un cierto deterioro de los mecanismos normales comienza a tener lugar y las demandas superan la capacidad de los potencialidades remanentes. En este sentido, la RC parece relacionarse más con un mecanismo compensatorio que con un mecanismo empleado usualmente por los cerebros normales bajo circunstancias de altas demandas¹¹.

Estos resultados parecen consistentes con los hallazgos obtenidos al comparar AM y sujetos jóvenes de alta y baja RC en medidas de activación cortical durante la ejecución de tareas de diverso grado de dificultad, donde, mientras que en los jóvenes de alta RC se observó un incremento de la activación con respecto a los de baja, en los AM se observó, exactamente, el patrón opuesto, una disminución de la activación en los de alta RC con respecto a los de baja. Esta diferencia ha sido interpretada en el sentido de que en los AM esta topografía indica la intervención de redes compensatorias alternativas usadas para afrontar los cambios fisiológicos asociados a la edad^{6,32}. Aunque en esos estudios se observan diferencias dentro de los sujetos jóvenes, entre los de baja y alta RC estas diferencias implican sólo mayor grado de activación de las mismas regiones, lo cual, si bien puede ser interpretado como una manifestación de la RC en tanto un proceso empleado por cualquier cerebro normal bajo condiciones de altas demandas, puede serlo, igualmente, en el sentido de una cualidad relacionada con los componentes innatos de la RC⁶. La reducción de activación en esas mismas regiones en los AM de mayor RC sólo puede ser comprendida, sin

embargo, en términos de la intervención de otros circuitos o redes neuronales.

Similarmente, otros estudios que han evaluado la relación entre RC y activación cerebral en diversos grados de demencia de Alzheimer, indican que el principal efecto de la RC es la facilitación en el uso de circuitos cerebrales alternativos en lugar del incremento en las conexiones sinápticas locales³⁰.

Adicionalmente, los resultados de este estudio sugieren que la RC no beneficia o protege de manera uniforme a todos los procesos que son afectados por la edad en relación al enlentecimiento cognitivo. En tanto que los AM con alta RC muestran mayor velocidad en los componentes centrales del TR que los AM con baja RC, la velocidad del TMO no se modifica.

Un hallazgo de este tipo podría interpretarse como una manifestación de que los circuitos suplementarios que proporciona el desarrollo de la RC, como combinación de la acción de una mejor educación, una capacidad intelectual más elevada y el desempeño de una profesión con demandas creativas e intelectuales superiores, no es suficiente para proteger frente a la acción que el deterioro asociado a la edad provoca sobre los sistemas de procesamiento sensoriomotores y que, en ese sentido, la perspectiva de propiciar un mantenimiento o protección de la eficiencia cognitiva a través de la estimulación o mejoramiento de la RC debe, probablemente, considerar la intervención de otras variables cuya influencia se extienda, eventualmente, a esos mecanismos. El ejercicio físico, la práctica de deportes y el desempeño de actividades que demanden coordinación visoespacial y visomotora pueden ser consideradas.

De manera general, el presente estudio ha revelado que el nivel de RC, si bien no reduce las diferencias que la edad provoca en la velocidad de procesamiento de información entre AM y jóvenes, contribuye a un desempeño más eficiente de los AM con alta RC. Este beneficio del nivel de RC se pone de manifiesto sólo a partir de un cierto "umbral" de demandas de procesamiento y se limita a los componentes centrales del TR de ese grupo. Este efecto, no obstante, no se observa entre los sujetos jóvenes. Ello sugiere que la RC no es un mecanismo o capacidad disponible o que emplean los sujetos ante demandas crecientes de procesamiento, sino una capacidad que actúa sólo cuando los mecanismos normales de procesamiento experimentan algún grado de deterioro, en este caso, el provocado por el envejecimiento normal. Este resultado es consistente con el que se deriva de los estudios de RC en sujetos afectados por trastornos neurodegenerativos como la enfermedad de Alzheimer.

Limitaciones

El presente estudio ha empleado, como uno de los indicadores de RC, los años de escolarización, y aunque el mismo constituye uno de los dos indicadores más empleados en la elaboración de índices de RC,

diversos autores coinciden en que, por sí mismos, ellos pueden no ser el marcador idóneo de la experiencia contenida en la educación debido a las variaciones que, en la calidad de la educación ocurren entre culturas, dentro de culturas y épocas (esto último es especialmente relevante cuando se comparan AM con jóvenes). Recíprocamente, a lo largo de la vida pueden tenerse experiencias que mejoren sensiblemente la educación y que no son reflejadas por lo años de escolarización.

Así mismo, el modo en que las profesiones han sido clasificadas en este estudio, eminentemente manuales y eminentemente intelectuales, equipara, mecánicamente, estos criterios con los de creatividad y demandas de procesamiento, que son los atributos que confieren significación, desde la perspectiva de la RC, a la profesión, y con los que, obviamente, no siempre coinciden.

Ambas características pueden estar introduciendo tendencias en la clasificación de los sujetos según el nivel de RC que distorsionen la validez del índice empleado.

Técnicas e indicadores más sensibles y objetivos para clasificar el nivel de educación y la calidad de la actividad profesional deben ser introducidos en los estudios de RC.

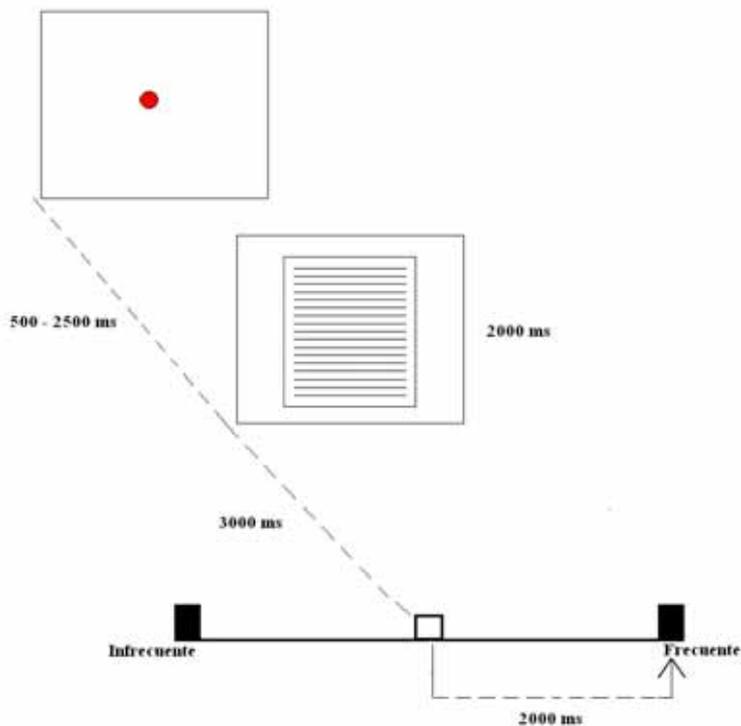
Bibliografía

1. Band GH, Ridderinkhof KF, Segalowitz S. Explaining neurocognitive aging: Is one factor enough? *Brain and Cognition* 2002;49:259-67.
2. Roth M. The natural history of mental disorders in old age. *Journal of Mental Science* 1995;101, 281-301.
3. Katzman R, Aronson M, Fuld P, et al. Development of dementing illnesses in an 80-year-old volunteer cohort. *Ann Neurol*. 1989;25:317-24.
4. Scarmeas N, Zarahn E, Anderson KE, Honig LS, Park A, Hilton J, Flynn J, Sackheim HA, Stern Y. Cognitive reserve-mediated modulation of positron emission tomographic activations during memory tasks in Alzheimer Disease. *Arch Neuro* 2004;61:73-8.
5. Solé-Padullés C, Bartrés-Faz D, Junqué C, Vendrell P, Rami L, Clemente IC, Bosch B, Villar A, Bargalló N, Jurado MA, Barrios M, Molinuevo JL. Brain structure and function related to cognitive reserve variables in normal aging, mild cognitive impairment and Alzheimer's disease. *Neurobiol Aging* 2007;27.
6. Stern Y, Habeck CH, Moeller J, Scarmeas N, Anderson K, Hilton J, Flynn J, Sackheim H, van Heertum R. (2004). Brain network associated with cognitive reserve in healthy young and old adults. *Cerebral Cortex* 2004;15(4):394-402.
7. Stern, Y, Albert S, Tang M, Tsal W. Rate of memory decline in Alzheimer Disease is related to education and occupation. Cognitive reserve? *Neurology* 1999;53,1942-7.
8. Rodríguez AM, Sánchez Rodríguez JL. Reserva cognitiva y demencia. *Anales de Psicología* 2004; 20(2):175-86.
9. Richard M, Deary IJ. A life course approach to cognitive reserve: A model for cognitive aging and development? *Ann. Neurol* 2005;58:617:22.
10. Katzman R, Terry R, DeTeresa R. Clinical, pathological, and neurochemical changes in dementia: a subgroup with preserved mental status and numerous neocortical plaques. *Ann Neurol* 1988;23: 138-44.
11. Stern Y. What is cognitive reserve? Theory and research application of the reserve concept. *Journal of the International Neuropsychological Society* 2002;8:448-60.
12. Van Dellen A, Blakemore C, Deacon R, York D, Hannan AJ. Delaying the onset of Huntington's disease in mice. *Nature* 2000;404:721-22.
13. Kempermann G, Kuhn HG, Gage FH. Genetic influence on neurogenesis in the dentate gyrus of adult mice. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 1997;94:10409-14.
14. Kempermann G, Kuhn HG, Gage FH. More hippocampal neurons in adult mice living in an enriched environment. *Nature* 1997;386:493-5.
15. Kozorovitskiy Y, Gould E. Adult neurogenesis: A mechanism for brain repair? *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology* 2003;25:721-33.
16. Sánchez JL, Rodríguez M, Carro J. Influence of Cognitive Reserve on Neuropsychological Functioning in Alzheimer's disease type sporadic in subjects of Spanish Nationality. *Neuropsychiatry, Neuropsychology, and Behavioral Neurology* 2002;15(2):113-22.
17. Bonaiuto S, Rocca W.A, Lippi A, Luciani P, Turt F, Cavarzeran T. Impact of education and occupation on prevalence of Alzheimer's disease (AD) and multi-infarct dementia (MID) in Appignano, Marceta Province, Italy. *Neurology* 1990;40(1): 346.
18. Glatt SL, Hubble JP, Lyons K, Troster AJ, Hasanein RE, Koller WC. Risk factors for dementia in Parkinson's disease: effect of education. *Neuroepidemiology* 1996;15,20-5.
19. Starace F, Baldassarre C, Biancolilli V, Fea M, Serpelloni G, Bartoli L. Early neuropsychological impairment in HIV-seropositive intravenous drug users: evidence from the Italian Multicentre Neuropsychological HIV Study. *Acta Psychiatrica Scandinavica* 1998;97:132-8.
20. Snowdon DA, Ostwald SK, Kane RL. Education survival and independence in elderly Catholic sisters, 1936-1988. *American Journal of Epidemiology* 1989;42:2063-8.
21. Carnero-Pardo C. Educación, demencia y reserva cerebral. *Revista de Neurología* 2000;31(6):584-92.

22. Min JY, Min KB, Paek D, Sakong J, Cho SI. The association between neurobehavioral performance and lung function. *Neurotoxicology* 2007;28(2): 441-4.
23. Anstey KJ, Dear K, Christensen H, Jorm AF. Biomarkers, health, lifestyle, and demographic variables as correlates of reaction time performance in early, middle, and late adulthood. *Q J Exp Psychol A* 2005;58(1):5-21.
24. Richards M, Strachan D, Hardy R, Kuh D, Wadsworth M. Lung function and cognitive ability in a longitudinal birth cohort study. *Psychosomatic Medicine* 2005;67:602-8
25. Edwards JD, Wadley VG, Vance DE, Wood K, Koenker DL, Ball KK. The impact of speed of processing training on cognitive and everyday performance. *Aging and Mental Health* 2005; 9(3):262-71.
26. Bunce D. The Locus of age \times health-related physical fitness interactions in serial choice responding as a function of task complexity: central processing or motor function? *Experimental Aging Research* 2001;27:103-22.
27. Gene EA, Furey ML, Grady CH, Pietrini P, Brady DL, Mentis MJ, Schapiro MB. Association of premorbid intellectual function with cerebral metabolism in Alzheimer's disease: implications for the cognitive reserve hypothesis. *American Journal of Psychiatry* 1997;154(2);165-71.
28. Stern Y, Gurland B, Tatemichi TK, Tang MW, Wilder D, Mayeux R. Influence of education and occupation on the incidence of Alzheimer's disease. *Journal of the American Medical Association* 1994;271:1004-10.
29. Stern Y, Zarahn E, Hiron HJ, Flynn J, De la Paz R, Rakitin B. Exploring the neural basis of cognitive reserve. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology* 2003;25:691-701.
30. Y-Chi, Liao R-Sh, Liu, Teng E., Lee Y-Chi, Wang P-N, Lin K-N, Chung Ch-P, Liu y H-Ch. Cognitive reserve: A SPECT study of 132 Alzheimer's disease patients with an education range of 0-19 years. *Dement Geriatr Cognitive Disorder* 2005;20:8-14.
31. Stern Y, Zarahn E, Habeck Ch, Holtzer R, Rakitin BC, Kumar A, Flynn J, Steffener J, Truman B. A common neural network for cognitive reserve in verbal and object working memory in young but not old. *Cerebral Cortex* 2008;18(4):959-67.
32. Stern Y, Scarmeas N, Habeck Ch. Imaging cognitive reserve. *Int. J. of Psychology* 2004;31(1):18-26.
33. Salthouse TA. The processing-speed theory of adult age differences in cognition. *Psychological Review* 1996;103:403-28.
34. Salthouse TA. Speed of behaviour and its implications for cognitions. In: J.E. Bashore TR, Ridderinkhoff KR. Older age, traumatic brain injury and cognitive slowing: some convergent and divergent findings. *Psychological Bulletin* 1985; 2002:128:151:198.
35. Cerella J, Poon LW, Williams DM. Age and complexity hypothesis. In Ponn L, ed. *Aging in the 1980s*. Psychol Issues. Washington DC: Amer. Psychol. Assoc.; 1980. p. 332-40.
36. Cerella J. Information processing rates in the elderly. *Psychol Bull* 1985;98:67-83.
37. Cerella J. Aging and information processing rate. In: Birren JE, Schaie KW, eds. *Handbook of the psychology of aging*. 3rd ed. San Diego: Academic Press; 1990. p. 201-21.
38. Amador F. Enlentecimiento cognitivo en el VIH: ¿un signo de envejecimiento cognitivo? Tesis presentada en opción del grado de Doctor en Ciencias de la Salud. La Habana: Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores; 2008 (no publicado).
39. Moltó JM, Igual B, Pastor I, González-Aniorte R, Asensio M. Test de acentuación de palabras de González-Montalvo en una población sana. *Rev Neurol* 1997;25:2062-3.
40. Jensen AR. Methodological and statistical techniques for the chronometric study of mental abilities. In: Reynolds CR, Wilson VL, editors. *Methodological and Statistical Advances in the Study of Individual Differences*. New York: Plenum Press; 1982.
41. Verhaeghen P, Cerella J. Aging, executive control, and attention: A review of meta-analyses. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 2005; 26:849-57.

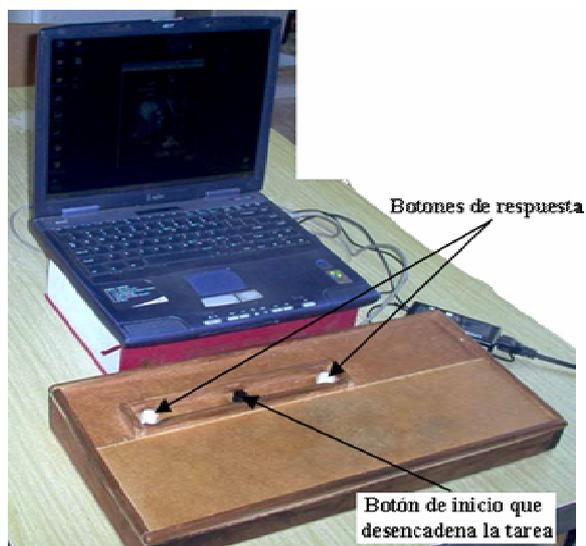
Anexo 1

DIAGRAMA TEMPORAL DEL EXPERIMENTO



Anexo 2

DISPOSITIVO EMPLEADO PARA LA FRAGMENTACIÓN DEL TR



Recibido: 13 de junio de 2008

Aprobado: 11 de julio de 2008