

**MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA  
INSTITUTO NACIONAL DE SALUD DE LOS TRABAJADORES**

**DETECCIÓN TEMPRANA DE ENLENTECIMIENTO COGNITIVO  
EN LA INFECCIÓN POR EL VIH:  
¿UN SIGNO DE ENVEJECIMIENTO PREMATURO?**

Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias de la Salud

**FÉLIX JESÚS AMADOR ROMERO**

**Ciudad de La Habana  
2010**

**MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA  
INSTITUTO NACIONAL DE SALUD DE LOS TRABAJADORES**

**DETECCIÓN TEMPRANA DE ENLENTECIMIENTO COGNITIVO  
EN LA INFECCIÓN POR EL VIH:  
¿UN SIGNO DE ENVEJECIMIENTO PREMATURO?**

Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias de la Salud

Autor: Lic. Félix Jesús Amador Romero  
Tutor: Lic. Lídice Galán García, Dr C  
Asesor: Lic. Nino Pedro del Castillo Martín, Dr C

**Ciudad de La Habana  
2010**

## AGRADECIMIENTOS

A Jorge Mayor, por sus conocimientos científicos.

A Lídice Galán, por ponerme a trabajar cuando ya creía haber terminado.

A Nino del Castillo, por su ayuda solidaria y oportunas sugerencias.

A Arlene Oramas, por lo mismo.

A María Esther Linares, por el impulso inicial y por allanarme el camino.

A María Antonieta Bobes y Joel Gutiérrez por la lectura concienzuda de la primera versión de este trabajo y sus valiosas observaciones.

A Juan Rivero, Mayra Manes, Abraham Ortega, Nadezhda Arbesú y Zuleyka Martínez, por el apoyo que me brindaron con la conformación de las muestras.

A Oscar, María del Pilar, Laura, Marelys y Gelsys por la ayuda desinteresada en la impresión de los documentos en circunstancias siempre difíciles.

Al Consejo Científico del Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores, en especial a Pedro Almirall.

A todas aquellas personas que voluntariamente se brindaron para servir de sujetos experimentales, por su generosidad y paciencia.

A los que involuntariamente olvidé cuando escribía estas líneas y estuvieron presentes cuando los necesité.

Finalmente, a Zuly, siempre a ella, por su ayuda en esto y en todo.

A Zuly, Marco y Pablo

## SÍNTESIS

El enlentecimiento cognitivo se considera el signo cardinal del trastorno cognitivo motor asociado al VIH y también del envejecimiento natural, terreno donde mejor ha sido descrito. Sin embargo, no se dispone de reportes que hayan evaluado las posibles semejanzas de estos grupos en este indicador. En el presente estudio, 48 seropositivos asintomáticos, 35 adultos mayores sanos y 80 controles seronegativos, fueron comparados entre sí durante la ejecución de tareas de dificultad creciente y de procesamiento automático, utilizando un procedimiento automatizado *ad hoc* de fragmentación conductual del tiempo de reacción. Los objetivos fueron describir e identificar similitudes y diferencias en el patrón dinámico de enlentecimiento cognitivo de estos grupos. Los resultados principales están relacionados con la observación de un patrón similar de enlentecimiento cognitivo entre seropositivos asintomáticos y adultos mayores, caracterizado por la intervención de por lo menos dos factores, uno de lentificación general aditivo consistente con una reducción de la velocidad de todas las operaciones cognitivas y, otro relacionado con limitaciones en el control atencional durante el procesamiento de la complejidad. La semejanza encontrada sugiere que la acción neurotrópica del virus remeda la acción de la edad sobre el funcionamiento cognitivo, hecho que pudiera interpretarse en términos de un “envejecimiento prematuro” de estas funciones. Las implicaciones de este resultado para la salud pública son analizadas.

# ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. MARCO TEÓRICO	9
1.1 La infección por el VIH y el Sistema Nervioso Central	11
1.2 Enlentecimiento cognitivo y tercera edad	13
1.2.1 Enlentecimiento cognitivo y la hipótesis del factor general de enlentecimiento	13
1.2.2 Enlentecimiento cognitivo: velocidad de procesamiento y control atencional	21
1.2.3 Enlentecimiento cognitivo: control ejecutivo y bases neurales	24
1.3 Enlentecimiento cognitivo en el VIH	25
1.3.1 La hipótesis del factor general de enlentecimiento	25
1.3.2 Enlentecimiento cognitivo y control atencional	28
1.3.3 Enlentecimiento cognitivo: daño frontal y control atencional	30
2. EXPERIMENTO 1. PATRONES DINÁMICOS DE ENLENTECIMIENTO COGNITIVO EN LOS ADULTOS MAYORES: FRAGMENTACIÓN CONDUCTUAL DEL TIEMPO DE REACCIÓN	32
2.1 Introducción	33
2.2 Técnicas y procedimientos	39
2.2.1 Diseño y administración de las tareas	39
2.2.1.1 Fragmentación conductual del tiempo de reacción	41
2.2.1.1.1 El sistema: Split Reaction Time Test	43
2.2.2 Muestra	44
2.2.3 Análisis de los datos	46
2.2.3.1 Tratamiento de las respuestas atípicas	46
2.2.3.2 Entrenamiento	46
2.2.3.3 Efecto del tiempo sobre la tarea (fatiga)	47
2.2.3.4 Comparación entre los grupos en las tareas de tiempo de reacción simple, tiempo de reacción discriminativo, tiempo	

	decisional, tiempo motor espontaneo y errores	47
2.3	Resultados	47
2.3.1	Tratamiento de las respuestas atípicas	47
2.3.2	Entrenamiento	48
2.3.3	Efecto del tiempo sobre la tarea (fatiga)	49
2.3.4	Tiempo de reacción simple: componentes centrales y motores	49
2.3.5	Tiempo de reacción discriminativo: componentes centrales y motores	49
2.3.6	Errores	51
2.3.7	Tapping: tiempo motor espontaneo	52
2.4	Discusión	53
2.5	Conclusiones	61
3.	EXPERIMENTO 2. VARIABILIDAD Y ENLENTECIMIENTO COGNITIVO EN LOS ADULTOS MAYORES: LIMITACIONES DEL CONTROL ATENCIONAL	62
3.1	Introducción	63
3.1.1	El análisis de la distribución probabilística del tiempo de reacción: la distribución ex-gaussiana	65
3.2	Técnicas y procedimientos	67
3.2.1	Diseño y tareas	67
3.2.2	Muestra	67
3.2.3	Análisis de los datos	67
3.2.3.1	Análisis de la distribución del tiempo de reacción: el modelo ex-gaussiano	67
3.3	Resultados	68
3.3.1	Comparación entre los parámetros de la distribución ex-gaussiana	68
3.4	Discusión	70
3.5	Conclusiones	73
4.	EXPERIMENTO 3. ENLENTECIMIENTO COGNITIVO EN LA INFECCIÓN POR EL VIH: ¿UN SIGNO DE ENVEJECIMIENTO PREMATURO?	74
4.1	Introducción	75
4.2	Técnicas y procedimientos	76

4.2.1	Diseño y tareas	76
4.2.2	Muestra	76
4.2.3	Análisis de los datos	77
4.3	Resultados	78
4.3.1	Tratamiento de respuestas atípicas	78
4.3.2	Entrenamiento y efecto del tiempo sobre la tarea (fatiga)	78
4.3.3	Comparación entre los componentes del tiempo de reacción	79
4.3.3.1	Tiempo de reacción simple: componentes centrales y motores	79
4.3.3.2	Tiempo de reacción discriminativo: componentes centrales y motores	79
4.3.3.3	Errores	80
4.3.3.4	Tiempo motor espontaneo	81
4.3.4	Análisis de la distribución probabilística del tiempo central	82
4.4	Discusión	84
4.5	Conclusiones	89
	DISCUSIÓN GENERAL	90
	CONCLUSIONES GENERALES	95
	RECOMENDACIONES	97
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	99
	ABREVIATURAS	123
	ANEXOS	125
	PRODUCCIÓN CIENTÍFICA DEL AUTOR SOBRE EL TEMA DE LA TESIS	147

*Keep close to experience; add as little of  
your own as possible; if you have to add  
something, be mindful to give an account  
of every step you take. F. M. Urban*

*Por extraordinario que sea el arte que encierra el cerebro,  
será ridículo si no es útil para la humanidad. Ch. F. Gellert*

## INTRODUCCIÓN

## INTRODUCCIÓN

Existe suficiente evidencia acerca de que la infección por el virus de inmunodeficiencia humana, induce alteraciones en las funciones cognitivas, probablemente, desde las etapas preclínicas de la infección (Baldewicz et al., 2004; Castellon, Hinkin, & Myers, 2000; Cysique & Brew, 2009; Cysique, Maruff, & Brew, 2006; Faílde, Lameiras, Rodríguez, Carrera, & López, 2009; Garvey, Yerrakalva, & Winston, 2009; Robinson-Papp et al., 2008, Salawu et al., 2008; Woods, Moore, Weber, Grant, & 2009). Dentro de estos déficits, uno de los más relevantes es el llamado enlentecimiento cognitivo o reducción de la velocidad de procesamiento de información<sup>1</sup>. Dado que el patrón de enlentecimiento cognitivo observado en estos sujetos resulta notablemente similar al que distingue al deterioro cognitivo asociado al envejecimiento natural, la idea de que los dos procesos pueden compartir mecanismos neuropsicológicos comunes se ha convertido en una conjetura atractiva en los últimos años (Hardy & Hinkin, 2002b, Hardy & Vance, 2009). En efecto, si este fuera el caso, la interacción de la investigación entre las dos áreas podría ser beneficiosa para ambas.

Sin embargo, mientras la literatura sobre enlentecimiento cognitivo en la tercera edad es abundante y cuenta con una larga tradición en términos de modelos teóricos (Birren, 1970; Cerella, 1985; Salthouse, 1996), en el terreno del VIH es, comparativamente, mucho más escasa y, sobre todo, casi exclusivamente orientada a la descripción clínica. Por esta razón, muchos hechos sobre el enlentecimiento cognitivo que han sido abordados en el estudio de la tercera edad, no aparecen todavía en la investigación del enlentecimiento cognitivo en la infección por el VIH.

No obstante, la profundización en el estudio de los mecanismos del enlentecimiento cognitivo en ambos grupos adquiere en la actualidad un rango de relevancia comparable: la esperanza de vida de la población mundial crece significativamente (Christensen, Doblhammer, Rau, & Vaupel,

---

<sup>1</sup> El indicador que usualmente se utiliza para evaluar el enlentecimiento cognitivo es el tiempo de reacción. El tiempo de reacción refleja la duración, en tiempo real, del procesamiento de información por el sistema humano. Puede registrarse en forma relativamente continua y su escala temporal oscila entre los cientos de milisegundos y unos pocos segundos; en la mayoría de las tareas neuropsicológicas permite la obtención de una amplia muestra de datos en intervalos relativamente breves de tiempo y su comparación con la actividad de otros niveles del sistema nervioso.

2009), la sobrevivencia de los sujetos infectados por el VIH también se prolonga notablemente (Simone & Appelbaum, 2008; Woods et al., 2009).

Al mismo tiempo, los hechos que han generado y mantienen hoy el debate en cuanto a la caracterización del enlentecimiento cognitivo en la tercera edad -¿es suficiente la hipótesis del factor general para comprender el enlentecimiento cognitivo?<sup>2</sup>-, parecen emerger también, cuando se analizan las evidencias disponibles sobre enlentecimiento cognitivo en la infección por el VIH.

La principal fuente de datos con la que se ha querido responder a esta interrogante proviene de metanálisis que han comparado el desempeño de estos grupos con controles apropiados a través de tareas de diferentes tipos con la sola condición de que incluyan demandas y grados de dificultad de procesamiento diversos. La técnica más difundida ha sido, a su vez, la regresión del tiempo de reacción de estos grupos sobre el de sus controles, el llamado análisis de Brinley Plots.

Existen, sin embargo, al menos, dos aspectos relacionados con este enfoque que dan fundamento para tomar con reservas este modelo: a) el procedimiento de fragmentación del tiempo de reacción empleado y, b) el tratamiento de la complejidad o de las demandas de procesamiento.

En la técnica de Brinley Plots utilizada en esos metanálisis, la medida de la duración de los componentes centrales y periféricos del tiempo de reacción se basa en una interpretación de las propiedades estadísticas de la función de regresión (intercepto = procesos periféricos y pendiente = procesos centrales) y no en un procedimiento operacional de fragmentación de este indicador que los relacione, con razonable certidumbre, con esas operaciones de procesamiento de la información.

---

<sup>2</sup> El modelo más difundido con el que se ha pretendido estudiar el enlentecimiento cognitivo en la tercera edad es el del llamado factor general de enlentecimiento, según el cual, el enlentecimiento cognitivo obedece a una reducción en la eficiencia de la transmisión en las redes neurales (Hardy & Hinkin, 2002b) y tiene tres características básicas: a) actúa sobre cualquier tipo de tarea. Ello significa que es general, es decir, independiente de la naturaleza de la tarea; b) esa lentificación se incrementa en forma multiplicativa o interactiva con el aumento de las demandas de procesamiento y, c) actúa solo, o predominantemente, sobre los llamados componentes centrales de procesamiento (operaciones de identificación, discriminación, toma de decisión). Se trata así, en esencia, de una hipótesis sobre la velocidad de los procesos centrales.

En cuanto al tratamiento de las demandas de procesamiento, en esos análisis la complejidad de las tareas, se infiere, *post hoc*, de la duración de los tiempos de reacción incluidos en el análisis y no en la manipulación experimental de una dimensión o dimensiones de la dificultad de la tarea.

Tales circunstancias justifican, por un lado, acelerar y extender la investigación del deterioro cognitivo en la infección por el VIH y, por el otro, emprender estudios que comparen directamente este trastorno en ambos grupos. Los pocos reportes con que se cuenta en esta línea de trabajo (Hardy & Vance, 2009; Sánchez & Rodríguez, 2003), sugieren suficientes similitudes como para intensificar los esfuerzos.

En correspondencia con estas consideraciones, el presente estudio tiene como uno de sus propósitos evaluar la hipótesis del factor general de enlentecimiento cognitivo en el VIH, tratando de reducir estas dos fuentes de incertidumbre, es decir: el procedimiento de fragmentación del tiempo de reacción utilizado y el tratamiento de la complejidad de las demandas de procesamiento.

Actualidad, novedad y aportes de la tesis

La primera novedad de este estudio es de carácter metodológico y consiste, por un lado, en la introducción de un procedimiento automatizado de fragmentación conductual del tiempo de reacción en sus componentes centrales y periféricos (Split Reaction Time Test), que excluye toda ambigüedad en la interpretación del significado funcional de cada uno y, por el otro, de tareas de dificultad creciente pero de, exactamente, la misma naturaleza cognitiva de tal modo que, el incremento de la complejidad, se obtiene a partir, únicamente, de la manipulación cuantitativa del mismo atributo de los estímulos.

Una segunda novedad metodológica radica en que el procedimiento de fragmentación del tiempo de reacción empleado, permite, simultáneamente, el registro de una dimensión del comportamiento hasta ahora no estudiada en el enlentecimiento cognitivo en el VIH y cuya determinación tiene implicaciones directas para la evaluación de la hipótesis del factor general de enlentecimiento: el procesamiento automático a través del llamado tapping libre o frecuencia espontánea de golpeteo.

La aplicación de este procedimiento ha ofrecido evidencias para considerar que el enlentecimiento cognitivo en el VIH puede ser modulado por dos factores: un factor de velocidad, análogo al factor general, que afecta tanto a los componentes centrales como a los periféricos del tiempo de reacción, y que se observa bajo condiciones de procesamiento automático y, un segundo factor, que actúa sobre los componentes de procesamiento invocados durante el procesamiento de la complejidad “amplificando” la influencia del factor general en cuyo caso adquiere una dimensión interactiva y, en ese sentido, estaría relacionado con limitaciones en los mecanismos de control atencional, probablemente, en la forma de lapsus de atención.

Una consecuencia inmediata de la ocurrencia de lapsus de atención sobre la velocidad de procesamiento es el incremento de la variabilidad<sup>3</sup> y por esta vía del tiempo de reacción. El presente estudio ofrece un enfoque para el análisis de la variabilidad que, aunque se ha empleado en estudios recientes en sujetos con síndrome de inatención-hiperactividad y en sujetos de la tercera edad, no ha sido utilizado, hasta ahora, sobre un estimado del componente central del tiempo de reacción ni se ha aplicado en la investigación de los mecanismos neuropsicológicos del enlentecimiento cognitivo en el VIH: la modelación de las distribuciones empíricas de tiempo de reacción, con una curva teórica no gaussiana, la llamada distribución ex-gaussiana, que permite la determinación precisa de la contribución de factores no aleatorios a la forma de la distribución de los datos. Este aspecto constituye así, la tercera novedad del presente trabajo.

Por último, la cuarta novedad, en este caso teórica, consiste en haber comparado, utilizando los instrumentos y las técnicas antes descritos, el patrón dinámico de enlentecimiento de los componentes centrales y periféricos del tiempo de reacción en seropositivos asintomáticos con adultos mayores sanos y a partir de esa comparación esbozar un modelo común de enlentecimiento cognitivo que ofrece una explicación plausible a las particularidades de este fenómeno en ambos grupos.

Un resultado como éste, que no ha sido reportado en la literatura sobre enlentecimiento cognitivo en el VIH, brinda una perspectiva no considerada hasta ahora para juzgar la significación y el

---

<sup>3</sup> Por variabilidad de la velocidad de respuesta se entienden las fluctuaciones intermitentes de corta duración en la ejecución, no los cambios duraderos y sistemáticos debidos, al aprendizaje, la práctica, el desarrollo o la mejora o empeoramiento del estatus clínico (Stuss, Murphy, Binns, & Alexander, 2003).

alcance de este signo en el deterioro cognitivo que induce esta infección. En última instancia, lo que el presente estudio plantea es si el deterioro de esta dimensión fundamental de la cognición pudiera ser caracterizada, en el VIH, en los términos de “envejecimiento prematuro” de las funciones cognitivas.

#### Implicaciones potenciales de los resultados de este estudio para la Salud Pública

Los resultados de este estudio ofrecen elementos relevantes para considerar dentro de un enfoque preventivo y de control, estrategias encaminadas a proteger la salud de las personas infectadas por el VIH desde las etapas preclínicas de la infección. A continuación se esbozan algunas acciones que pueden derivarse de estos resultados.

Primero, en la medida en que más se prolonga la esperanza de vida de los sujetos infectados por el VIH, mayor significación cobra la detección temprana de estos cambios funcionales que suelen preceder a la aparición de sintomatología manifiesta y por tanto alertar sobre la posibilidad de una inminente evolución rápida, todavía oculta, de la enfermedad, por lo que se le ha de conceder mayor significación a la evaluación de su desempeño cognitivo durante el diagnóstico del estado de salud (Garvey et al., 2009).

Segundo, se hace imprescindible, por consiguiente, desarrollar y disponer de nuevas tecnologías e instrumentos fiables, fáciles de administrar, económicos y no invasivos, capaces de evaluar estos déficits.

Tercero, ofrecen un criterio independiente para la toma de decisión sobre la aplicación de tratamientos antirretrovirales en la medida en que se dispone de evidencias (Casanova, 2006; García-Monco, Pinedo, & Escalza, 2007) de que estos mejoran la eficiencia cognitiva.

Cuarto, aconsejan la evaluación del enlentecimiento cognitivo en los programas y acciones dirigidas a reorientar la vida social y, especialmente, laboral de estos sujetos con vistas a preservar su salud y seguridad. Cada día se requiere de menor esfuerzo físico y de mayor capacidad de atención, control y supervisión para responder a las exigencias laborales. Sin embargo, este incremento de la carga mental, puede conducir, si el sistema humano de procesamiento de la información es vulnerable, a consecuencias negativas para la salud e incluso a favorecer la ocurrencia de accidentes laborales. Entre las medidas a sugerir, encaminadas a

atenuar esta situación se encuentran: establecer una adecuada distribución de regímenes de pausas y descansos, realizar estudios ergonómicos del puesto de trabajo para lograr una mejor adecuación del trabajador a su entorno e implementar baterías de evaluación y diagnóstico para caracterizar el perfil del puesto de trabajo. Estas medidas, entre otras posibles, contribuirían a determinar aquellos puestos de trabajo cuyas exigencias entrañarían más riesgos a la salud de un trabajador infectado por el VIH (Gorman, Foley, Ettenhofer, Hinkin, & Van Gorp, 2009) e incluso a la de un adulto mayor (Christensen et al., 2009).

Quinto, considerar la inclusión de información explícita sobre las implicaciones neuroconductuales de la infección por el VIH, en los programas de educación y prevención de esta epidemia, a todos los niveles.

Sexto, diseñar o extender a sujetos seropositivos, programas de rehabilitación y entrenamiento de funciones cognitivas que se emplean hoy, con relativo éxito, en el campo de la tercera edad (Carstensen, 2007; Charness, 2008; Geda et al., 2010; Lustig, Shah, Seidler, & Reuter-Lorenz, 2009; Parsons, Braaten, Hall, & Robertson, 2006; Willis, 2007).

En correspondencia con los problemas planteados, se formulan en este estudio la siguiente hipótesis y objetivos.

#### Hipótesis

El enlentecimiento cognitivo de los componentes del tiempo de reacción, de los adultos mayores y de los sujetos seropositivos asintomáticos al VIH, exhibe un patrón dinámico común relacionado con el nivel o modalidad de procesamiento demandado por la tarea.

#### Objetivos

1. Diseñar un procedimiento automatizado de evaluación cognitiva que permita la fragmentación conductual del tiempo de reacción en sus componentes centrales y periféricos.
2. Describir los patrones de cambio temporal de enlentecimiento cognitivo en los adultos mayores en los componentes del tiempo de reacción durante la ejecución de una tarea de procesamiento controlado con demandas crecientes de dificultad decisional y

exactamente las mismas demandas de respuesta motora y durante la ejecución de una tarea de procesamiento automático.

3. Identificar similitudes y diferencias entre los patrones de cambio temporal de enlentecimiento cognitivo de los sujetos seropositivos neurológicamente asintomáticos al VIH y el de los adultos mayores.

#### Descripción general del estudio

El presente estudio está integrado por cuatro tópicos. En el primero se desarrolla la fundamentación teórica y se incluyen, las consideraciones generales, las investigaciones básicas y las tendencias actuales en el estudio del enlentecimiento cognitivo en adultos mayores y sujetos seropositivos neurológicamente asintomáticos al VIH. Los tres restantes son experimentos que abordan cada uno de los objetivos formulados.

El primer experimento está dirigido a describir, mediante un procedimiento de fragmentación conductual del tiempo de reacción, utilizando tareas de dificultad creciente y la misma naturaleza perceptual, el patrón de enlentecimiento cognitivo observado en los adultos mayores y, además, examina si se observa también en ese grupo, enlentecimiento de la velocidad de respuesta en tareas que no demandan control atencional, esto es, en una tarea de tiempo motor espontáneo (objetivos 1 y 2).

El experimento dos está encaminado a evaluar la hipótesis de la modulación atencional del enlentecimiento cognitivo en los adultos mayores (objetivo 2), empleando un modelo distribucional del tiempo de reacción para el análisis de la variabilidad.

El experimento tres compara, directamente, el desempeño de sujetos seropositivos y adultos mayores con el propósito de establecer si existen similitudes o no en el patrón de enlentecimiento que exhiben ambos grupos (objetivo 3).

Cada experimento cuenta con su respectiva discusión y conclusiones. Al final, se realiza una discusión general que integra todos los resultados alcanzados.

## 1. MARCO TEÓRICO

## 1. MARCO TEÓRICO

Aún cuando se han logrado promisorios avances en la reducción del número anual de defunciones relacionadas con el SIDA en el mundo, el número de personas que viven con el VIH sigue aumentando. Esto se debe a los efectos combinados de dos factores, por un lado, tasas persistentes de nuevas infecciones y, por el otro, la influencia beneficiosa de nuevos tratamientos. Existen indicios preocupantes de que en algunos países, que hasta fechas recientes presentaban indicadores de la infección estables o en retroceso, estos vuelven a aumentar.

Se calcula que 33.4 millones de personas están infectados por el VIH en el mundo. De ellos 2.7 millones se infectaron en el 2008. Como consecuencia directa de enfermedades relacionadas con el SIDA, 2 millones de personas murieron en ese año (ONUSIDA, 2009).

Según la Organización Internacional del Trabajo (OIT), de los millones de personas infectadas por el VIH/SIDA la gran mayoría son trabajadores con edades comprendidas entre los 15 y los 49 años de edad, sin embargo, estos estimados no incluyen aquellas personas infectadas con edades entre los 50 y los 64 años que aún trabajan. Por tanto, se infravalora el número de individuos en edad laboral que viven con el VIH. La OIT prevé que para el 2020, en los países con alta prevalencia de la infección, el VIH/SIDA habrá ocasionado la pérdida de entre un 10 y un 30% de la fuerza de trabajo (OIT, 2009). Este impacto provocará, principalmente en los países subdesarrollados, una sensible disminución en los índices del producto interno bruto global y el per cápita, ya que se destruirá un potencial humano creado a lo largo de los años y se debilitará la capacidad de los trabajadores para producir bienes y servicios.

La epidemia de VIH/SIDA constituye una crisis humana que representa una amenaza para el desarrollo sostenible global, social y económico. La pérdida de vidas humanas y los efectos debilitadores de la enfermedad reducen la capacidad para mantener la producción y el empleo y por consiguiente, disminuir la pobreza y promover el desarrollo, además de, constituir una carga para todas las sociedades tanto las ricas como las pobres. La crisis económica actual agudiza estas consecuencias.

De este modo, el medio ambiente laboral, constituye uno de los escenarios donde más expuestas quedan las personas que viven con el VIH a los efectos más profundos de esta epidemia.

Por ejemplo, y a tenor con algunas de las implicaciones potenciales de los resultados de este estudio, existen reportes que dan cuenta de una mayor tasa de desempleo entre seropositivos con daño neurocognitivo que entre seronegativos. Los déficits neuropsicológicos asociados con el desempleo emergieron en aquellas tareas que evaluaban las funciones ejecutivas, la memoria y la velocidad psicomotora. Variables que podían introducir confusión como las limitaciones físicas, el nivel de CD4 o la edad, fueron controladas (una revisión más detallada puede verse en Gorman et al., 2009).

### 1.1 La infección por el VIH y el Sistema Nervioso Central

El VIH es un virus neurotrópo con predilección por el sistema nervioso, con una acción progresiva y lenta desde los estadios asintomáticos de la infección. En estas etapas preclínicas, aún cuando no es detectable por los medios diagnósticos habituales, es posible descubrir alteraciones neuropsicológicas en áreas como la atención, la velocidad psicomotora, la memoria, etc., de modo que las pruebas neuropsicológicas podrían detectar el avance de la enfermedad y la aparición de futuras complicaciones.

La deficiencia inmune causada por el VIH hace vulnerable a los sujetos a agentes infecciosos (virus, bacterias, hongos y parásitos) que poseen una baja patogenicidad en personas inmunocompetentes. Las manifestaciones neurológicas, a este nivel, pueden obedecer a una inmunosupresión crónica, al efecto neurotrópico directo del VIH o a la acción colateral de la terapia antirretroviral (Ances & Ellis, 2007; Antinori et al., 2007; Baldewicz et al., 2004; Casanova, 2006; García-Monco et al., 2007; Robertson, Liner, & Heaton, 2009; Robertson et al., 2007).

Las diferentes manifestaciones neuropsicológicas de la infección por el VIH se denominan complejo demencial SIDA (CDS). También han recibido el nombre de encefalopatías por el VIH o subagudas.

El CDS se caracteriza por un cuadro subagudo con trastorno de la memoria, escasa capacidad de concentración, pérdida del interés, dificultades para resolver problemas, pérdida de la atención, etc. En estadios avanzados pueden aparecer alucinaciones, alteraciones del comportamiento, pérdida de la libido, trastornos motores y tendencia al aislamiento. Las manifestaciones ligeras de este cuadro, que pueden causar limitaciones en el trabajo y en otras actividades diarias, se han

agrupado bajo el término de **trastorno cognitivo motor asociado al VIH** (TCM) y son susceptibles de poder detectarse con pruebas apropiadas.

La evaluación neuropsicológica sistemática del TCM ha revelado alteraciones en el control fino, la fluidez verbal, la memoria de corta duración, las capacidades visoespaciales y visomotora y la resolución de problemas. Los déficits de la memoria y la atención son los más importantes en estos casos. Los trastornos motores no son evidentes, aunque de modo discreto, al examen neurológico aparecen alteraciones en la marcha y el movimiento coordinado con las manos (Casanova, 2006; Dawes et al., 2008; García-Monco et al., 2007, Levine et al., 2008; Woods et al., 2009).

Dentro de esta variedad de limitaciones en las funciones cognitivas, uno de los signos más relevantes y al que se le ha dedicado más atención es el llamado **enlentecimiento cognitivo** (EC), déficit que se caracteriza por una reducción progresiva de la velocidad de procesamiento de la información durante el curso de la infección por el VIH (Hardy & Hinkin, 2002b, Hardy & Vance, 2009). El indicador con que usualmente se evalúa el EC es el **tiempo de reacción** (TR). El TR refleja la duración, en tiempo real, del procesamiento de información por el sistema humano. Puede registrarse en forma relativamente continua y su escala temporal oscila entre los cientos de milisegundos y unos pocos segundos. Sus principales medidas son la latencia total (TR total) y la desviación estándar. La latencia total, abarca desde el inicio del procesamiento de la información hasta la emisión de una respuesta externa, manual o vocal, que revela el término del proceso, incluye, por tanto, la duración de los procesos propiamente cognitivos (incluida la codificación sensorial) y de aquellos relacionados con la producción y ejecución de la respuesta. La desviación estándar, describe la variabilidad media de una muestra de tiempos de reacción pero no la variabilidad momento a momento.

El EC, es también, un signo común a una gran variedad de condiciones patológicas del sistema nervioso (trauma craneal, demencias, algunas psicosis, el síndrome de inatención-hiperactividad, etc.) y, parece, estrechamente asociado al envejecimiento natural (Cerella, 1985). Ha sido, precisamente, en este último ámbito donde, probablemente, se le ha concedido más atención y ha sido mejor descrito, por lo menos desde la segunda mitad del siglo XX (Birren, 1970). Por esta razón y debido a que las hipótesis más difundidas para comprender el EC en el VIH provienen de ese terreno, sus características serán objeto en primera instancia de un tratamiento detallado aquí.

## 1.2 Enlentecimiento cognitivo y tercera edad

### 1.2.1 Enlentecimiento cognitivo y la hipótesis del factor general de enlentecimiento

Como hecho general, diferencias en la velocidad de desempeño entre adultos mayores y adultos jóvenes, en una amplia variedad de tareas psicológicas, propias de la llamada inteligencia fluida, han sido ampliamente demostradas: el TR de los adultos mayores es más lento que el de los jóvenes (una revisión exhaustiva del tema puede verse en Kausler, 1991; Salthouse, 1985; 1991; 2009; Salthouse, Pink, & Tucker-Drob, 2008). Sin embargo, en tareas que parecen reflejar la llamada inteligencia cristalizada (medidas de vocabulario, por ejemplo) este efecto negativo de la edad no parece mostrarse (Barnes, 2004; Dellenbach & Zimprich, 2008; Salthouse, 1991). La relación entre lentificación y edad se comprueba por el hecho de que, si se controla la edad en relación con la velocidad, las diferencias del TR se reducen significativamente entre sujetos jóvenes y los de la tercera edad (Salthouse, 2005; 2009; Salthouse & Babcock, 1991).

Sobre la base de que esta lentificación abarca casi todos los dominios del sistema cognitivo, un supuesto razonable ha sido asumir que un reducido número de mecanismos básicos podrían explicarla. Desde esta perspectiva, la hipótesis dominante en la psicología del envejecimiento cognitivo ha sido la de la velocidad de procesamiento (Salthouse, 1991; 1996; Verhaeghen, Cerella, Kara, Chandramallika, 2005; Verhaeghen & Salthouse, 1997). Según esta hipótesis, la tasa de procesamiento del sistema cognitivo, entendida como proporción de información procesada por unidad de tiempo, decrece de manera general y progresiva con la edad. Esta disminución de la velocidad se ha atribuido a una reducción en la eficiencia de la transmisión en las redes neurales (Bashore, 1990; Bashore & Ridderinkhof, 2002). Dicha hipótesis, conocida como teoría del factor general de enlentecimiento cognitivo (Band, Ridderinkhof, & Segalowitz, 2002; Rypma, Berger, Genova, Rebbechi, & D'Esposito, 2005), corresponde, sin embargo, más a una generalización empírica que a una verdadera teoría, debido a que se sostiene, sobre todo, por el amplio grupo de tareas donde el efecto se observa (Verhaeghen & Salthouse, 1997).

La predicción que ella genera es que, con independencia de la naturaleza cognitiva y de las demandas que imponga la tarea, los adultos mayores serán más lentos que los adultos jóvenes (para una revisión ver Cerella, 1990; Salthouse, 1996).

Junto al efecto general sobre todos los dominios cognitivos, el otro rasgo que caracteriza al EC en la tercera edad es el efecto interactivo o multiplicativo que las demandas de procesamiento ejercen sobre su magnitud (Cerella, 1985; 1990; Salthouse, 1996), es decir, que según se incrementan las demandas de procesamiento, las diferencias de TR entre adultos mayores y jóvenes aumentan desproporcionadamente. La generalización de este hecho ha provocado la expectativa de que, cualquiera que sea el tiempo que tome a sujetos jóvenes completar un proceso central, un adulto mayor, necesitará, según los estimados más frecuentes, entre un tercio y la mitad de tiempo más, para lo mismo.

La principal fuente de evidencias que ha servido para fundamentar este modelo de EC en adultos mayores proviene de metanálisis donde el desempeño de ellos, a lo largo de tareas de dificultad cognitiva creciente, se ha comparado con el de sujetos jóvenes mediante funciones de regresión del tipo llamado Brinley Plots (Bashore, 1990; Cerella, 1985; Salthouse & Hedden, 2002; Verhaeghen et al., 2005; Verhaeghen & Salthouse, 1997), las variables que se comparan en estos análisis son, precisamente, los promedios de TR de cada grupo en cada una de las tareas. En este procedimiento, cada uno de los parámetros de la función de regresión (correlación, pendiente e intercepto) se interpreta como una propiedad de la relación entre las series de TR de cada grupo.

La medida de la relación lineal entre el TR de los grupos a lo largo de niveles progresivos de dificultad de las tareas se determina, directamente, por el coeficiente de correlación. Si la relación es lineal y positiva, entonces, las tareas que implican un mayor tiempo de procesamiento en los jóvenes también implican lo mismo para los adultos mayores.

En una función lineal, la pendiente es, justamente, la medida del incremento provocado por cada condición de la variable independiente (dificultad de la tarea) sobre el TR y es, correspondientemente, interpretada como indicador de la cantidad de cambio en el tiempo de procesamiento central de los adultos mayores por unidad de cambio de tiempo central de procesamiento en los jóvenes. Estadísticamente, una pendiente superior a uno, indica un incremento promedio del TR de un grupo con respecto al otro (la función se separa significativamente de la diagonal).

El intercepto de la función de regresión, el punto en que la línea de regresión corta el eje de coordenadas, por su parte, ofrece un estimado de la diferencia en el TR entre los grupos con

independencia de la dificultad de la tarea, por lo que, dentro de la lógica de esta interpretación, se asume como un estimado de la duración de las operaciones no involucradas en el procesamiento de la dificultad (operaciones de codificación sensorial y de ejecución de respuesta: el componente periférico) y que, por tanto, permanece constante a través de la ejecución. Un intercepto equivalente a cero significa que la duración de esas operaciones no difiere entre los grupos.

La aplicación de este modelo por varios estudios pioneros (Cerella, 1985; Salthouse, 1985) produjo resultados que sugirieron un enlentecimiento multiplicativo de los componentes centrales (pendiente de la función de regresión del TR mayor que uno) y la preservación de los componentes periféricos (intercepto equivalente a cero). Consecuentemente, de estos resultados se derivó la referida versión de la hipótesis del factor general que sostiene que la reducción de la velocidad de procesamiento con respecto a la edad afecta únicamente a los componentes centrales de procesamiento y que su magnitud es función de las demandas de procesamiento.

Paralelamente, otros estudios que han relacionado la velocidad de procesamiento con el nivel de demandas de las tareas, han confirmado que la variable velocidad explica la mayor proporción de la varianza del TR relacionada con la edad. Un amplio metanálisis (Verhaeghen & Salthouse, 1997) indicó que la velocidad perceptual dio cuenta del 65% de la varianza del TR de adultos mayores en tareas de amplitud de memoria, memoria de trabajo, memoria episódica, habilidad espacial y razonamiento.

De este modo, el EC en la tercera edad ha sido predominantemente caracterizado como un fenómeno de disociación simple entre los componentes centrales y periféricos del TR, donde la velocidad de procesamiento de los primeros es, en los adultos mayores, no sólo inferior a la de los jóvenes, sino que se reduce proporcionalmente al incremento de las demandas que impone la tarea en, prácticamente, todas los dominios de procesamiento y, donde la velocidad de los componentes periféricos, permanece, básicamente, preservada.

Existen, sin embargo, diversos argumentos derivados, tanto de evidencias empíricas como teóricas que parecen contradecir la validez general de esta interpretación (Fisk, Fisher, & Rogers, 1992).

En primer lugar, la técnica de Brinley Plots, como procedimiento para evaluar la hipótesis del enlentecimiento de un grupo respecto a otro, ha sido objeto de una sostenida polémica (Myerson, Adams, Hale, & Jenkins, 2003; Perfect, 1994; Ratcliff, Spieler, & McKoon, 2004) sobre la base de que no impone las restricciones mínimas necesarias para descartar otros modelos alternativos de enlentecimiento que no asumen la pendiente como estimado de tiempo de procesamiento central ni el intercepto como medida del tiempo de procesamiento de los procesos periféricos (asumen, por ejemplo, que la pendiente es una medida de las diferencias de variabilidad del TR entre los grupos o que su valor es el resultado de diferencias en la adopción de estrategias de respuesta).

En segundo lugar, el criterio de complejidad o dificultad de las tareas que se incluyen en los metanálisis es establecido post hoc sobre la única condición de que los TR sean de magnitud diferente pero sin atender a la naturaleza de las operaciones que intervienen en la ejecución de diversas tareas que se introducen en el análisis. Aunque este criterio obedece, en principio, a la intención de demostrar el carácter independiente del enlentecimiento con respecto a la naturaleza de la tarea, descansa en el supuesto de que las operaciones cognitivas en todas las tareas son equivalentes, es decir, que invocan la misma arquitectura funcional de procesamiento sin garantizar que la naturaleza cognitiva de las tareas sea la misma.

En tercer lugar, un grupo de estudios que ha abordado el EC en la tercera edad a partir de una perspectiva psicofisiológica, con el propósito de fragmentar el TR en sus componentes centrales y periféricos, mediante el empleo del potenciales evocados cerebrales sugieren, por su parte, que no siempre la velocidad de los componentes centrales decrece proporcionalmente al grado de dificultad de las tareas y que los componentes sensoriomotores pueden dar cuenta de una magnitud considerable de la varianza del TR relacionada con la edad (Bashore & Ridderinkhof, 2002; Kolev, Falkenstein, & Yordanova, 2006).

Dentro de este último enfoque, la latencia del componente P300 del potencial evocado cognitivo se ha empleado como medida de la duración de los procesos centrales (Bashore, 1990; Bashore, & Ridderinkhof, 2002) y la diferencia entre la latencia del TR total y la latencia de P300, como medida de los procesos relacionados con la producción de la respuesta.

Uno de los primeros estudios que aportó evidencias de este tipo (Ford, Roth, Mohs, Hopkins, & Kopell, 1979), empleó la tarea de tiempo de rastreo en memoria (Stenberg, 1969), y reportó que, efectivamente, la latencia del TR total de un grupo de adultos mayores mostraba un fuerte efecto de interacción con el grado de dificultad de la tarea (niveles de carga de memoria) al comparársele con el TR de un grupo de jóvenes. Pero, contrario a lo esperado por la hipótesis del factor general, la duración de la latencia del componente P300 fue similar en ambos grupos. A su vez, la diferencia TR-P300 (asumida como un estimado del tiempo motor) exhibió, al igual que el TR total, una significativa interacción entre grupo y dificultad de la tarea. Otro estudio que empleó la misma tarea reprodujo este patrón de enlentecimiento (Strayer, Wickens, & Braun, 1987), lentificación aditiva o nula de la velocidad de los componentes centrales, e interactiva de los componentes motores. Estos hallazgos sugirieron la necesidad de un modelo menos simple de la hipótesis del factor general enunciada por Cerella (1985) para explicar el EC en la tercera edad: no todos los elementos de procesamiento declinan proporcionalmente conforme a las demandas de la tarea, ni siempre los que lo hacen son los centrales.

En un metanálisis realizado por Bashore (1990), utilizando la citada técnica de los Brinley Plots, donde se evaluaron 28 estudios que compararon adultos mayores con jóvenes, en 70 condiciones experimentales y que comparó el TR total, la latencia de P300 y el intervalo TR-P300, se reprodujeron los resultados de Ford y Strayer: funciones lineales con pendientes estadísticamente significativas para el TR total y el intervalo TR-P300, 1.27 y 1.32, respectivamente, e interceptos significativos para el intervalo TR-P300 y no significativo para el TR total. En cambio, la pendiente de la latencia del componente P300 resultó menor que uno y el intercepto significativo. Tal resultado puso de manifiesto un patrón de enlentecimiento donde los componentes periféricos (sensoriales y motores) se enlentecen en mayor proporción que los decisionales. Este patrón ha sido explicado a partir de, por un lado, la sensibilidad diferencial del TR y de la latencia de P300 a los cambios en la estrategia de respuesta (McCarthy & Donchin, 1981) y, por el otro, la tendencia, generalmente observada en los sujetos de la tercera edad, de adoptar estrategias conservadoras que garanticen mantener un alto nivel de precisión en condiciones de demandas crecientes de procesamiento -“negociar” velocidad por precisión- (Band et al., 2002). De acuerdo con estos presupuestos, en el análisis de Bashore, el TR total estaría reflejando un efecto de enlentecimiento constante correspondiente al retardo de los procesos previos a la selección y ejecución de respuesta (evaluación del estímulo, actualización

de set de memoria) más, el efecto de adopción de una estrategia de respuesta conservadora que se acentúa con el aumento de la complejidad de la tarea (efecto multiplicativo). La latencia del componente P300, en este sentido, reflejaría, solamente, la suma de la duración de los procesos previos más, probablemente, la duración de las operaciones que corresponden al propio componente P300 (efecto aditivo) y que pudieran, a su vez, estar más estrechamente relacionadas con la actualización del contenido de la memoria de trabajo para la ejecución de los futuros ensayos (Donchin & Coles, 1980).

Otro grupo de estudios (Bashore & Ridderinkof, 2002), que han utilizado este mismo enfoque y donde se ha comparado el desempeño entre adultos mayores y sujetos con trauma craneal, han revelado un patrón similar de enlentecimiento. En la interpretación de estos últimos, sin embargo, se ha puesto énfasis, en que el factor responsable de la lentificación motora estaría relacionado con un déficit primario en los componentes postdecisionales de selección y/o activación de respuesta, componentes del final de procesamiento el cual podría estar interactuando con la intervención de estrategias conservadoras de respuesta.

Con independencia de que, el procedimiento de fragmentación del TR de estos estudios psicofisiológicos implica una definición diferente de los componentes centrales y periféricos a la asumida en los que emplean metanálisis del TR total que hace difícil la comparación directa entre ellos, sus resultados ponen de manifiesto la posibilidad de una disociación entre componentes pre y postdecisionales de procesamiento que habla en favor de la idea de que la influencia del factor de velocidad puede ser menos uniforme de lo que se piensa.

Finalmente, numerosos estudios reportan, consistentemente, lentificación del TR de adultos mayores en tareas de **tiempo de reacción simple** (TRS) las cuales comprometen muy poco los componentes centrales de procesamiento (Fozard, Vercryssen, Reynolds, Hancock, & Quilter, 1994), y revelan, por tanto, alguna lentificación de los componentes periféricos independiente, además, de las demandas centrales de procesamiento.

Más aún, en la tercera edad la lentificación de la velocidad de procesamiento se ha observado también, en tareas que no imponen ningún tipo de demandas de procesamiento central y no exigen explícitamente velocidad de ejecución. Tal es el caso de la llamada tarea de tapping libre o Frecuencia Espontánea de Golpeteo, que corresponde a una modificación de la tarea de tapping

o Frecuencia de Golpeteo (Baudouin, Vanneste, & Isingrini, 2004) y donde es el sujeto el que selecciona el ritmo o cadencia de ejecución.

Usualmente, la tarea de tapping consiste en solicitar al sujeto que golpee repetidamente sobre una tecla o botón de registro, a la mayor velocidad que le sea posible, durante un intervalo de tiempo cuyo inicio y término son anunciados mediante señales visuales o sonoras. La cantidad de golpes o taps, producidos en ese intervalo (habitualmente, entre 30 segundos y un minuto) se considera una medida de control y velocidad motora (Reitan & Wolfson, 1993). Pero, si en lugar de urgir al sujeto a que produzca la mayor cantidad de golpes posibles en una unidad de tiempo, se le indica que golpee tan regularmente como le sea posible a la frecuencia o ritmo preferido, se obtiene un estimado del llamado tiempo motor espontáneo. Esta ejecución rítmica, donde la frecuencia o cadencia es establecida espontáneamente por el sujeto, se asume como una expresión directa del tiempo motor preferido y característico de una persona, que, por otra parte, se revelaría, en general, en la cadencia del andar, del gesticular, del hablar o del moverse en condiciones habituales (Fraisse, Pichot, & Clairouin-Oleron, 1949). Según varios autores, este ritmo o cadencia se relaciona con el funcionamiento de un “reloj” o “marcapasos” interno que, siendo el responsable de la coordinación de las actividades neurales, es un rasgo distintivo, estable y diferencial de los individuos (Church, 1984; Treisman, 1963).

Diversos estudios han demostrado por un lado, que el tiempo motor espontáneo, evaluado a través de una tarea de tapping libre o espontáneo, es consistente a través de sucesivas mediciones y, por otro, que éste evoluciona con la edad (Fraisse et al., 1949; Vanneste, Pouthas, & Wearden, 2001), es decir, que la frecuencia del tapping espontáneo es sistemáticamente menor o más lenta en los adultos mayores que en los jóvenes. En consecuencia, se ha sugerido que, probablemente, un retraso del marcapasos interno está directamente relacionado, también, con la reducción de la velocidad que caracteriza al envejecimiento cognitivo (Vanneste et al., 2001). La misma puede, sin embargo, tal y como sugieren los estudios de TRS, ser independiente de la reducción asociada al procesamiento de la dificultad y, por tanto, de cualquier reducción de la velocidad de procesamiento de los mecanismos centrales.

Existe además, al menos un reporte que, recíprocamente, ha revelado que la reducción de la velocidad de procesamiento de los componentes centrales puede estar relacionada exclusivamente con la dificultad de procesamiento. Un estudio de Verhaeghen, Kliegl, & Mayr

(1997), no encontró diferencias ni de velocidad ni de precisión en una tarea de operaciones aritméticas simples colocadas en secuencia ( $5 + 2 - 3 - 2 + 6 - 3$ ) y ejecutada sin límites de tiempo. Sin embargo, cuando en la misma tarea se incluyeron paréntesis que impusieron la agrupación o intercambio de los elementos, el almacenamiento, la recolección de los mismos y el establecimiento de un esquema de operaciones ( $[5 - (1 + 2)] + [(2 + 6) - 3]$ ), los adultos mayores necesitaron más tiempo para ejecutarla. En este caso, las diferencias en la condición de paréntesis no pudieron ser reducidas a las diferencias de velocidad asociadas a la edad en las operaciones básicas de la tarea, precisamente porque allí no existieron. En este experimento entonces, la velocidad de procesamiento no constituyó una variable influyente en la lentificación de la duración de los procesos centrales. La lentificación emergió sólo bajo la influencia del aumento de las demandas de procesamiento. Estos resultados han sido interpretados como relacionados con un déficit específico en los mecanismos del control ejecutivo (Verhaeghen & Cerella, 2002; Verhaeghen et al., 1997), un factor cuya influencia se manifiesta ante las demandas de control activo por parte del sujeto de las operaciones computacionales básicas, esto es, bajo condiciones de procesamiento controlado (Wylie, Ridderinkhof, Eckerle, & Manning, 2007).

La consideración conjunta de un resultado como éste y del que revelan los reportes de lentificación de la velocidad de procesamiento en adultos mayores en tareas de TRS y, especialmente, en tareas de tiempo motor espontáneo, sugiere, consistentemente, la conjetura de que el factor de velocidad no es suficiente para dar cuenta de todas las manifestaciones del EC en los adultos mayores (Holtzer, Stern, & Rakitin, 2005) y que, probablemente, sea necesario considerar la existencia de, al menos, dos factores: uno relacionado con una reducción de la velocidad de los procesos computacionales (operaciones cognitivas encargadas de resolver la tarea) y cuya acción tendría un carácter general y abarcaría todas las modalidades de procesamiento (controlado y automático), y uno relacionado con el control de esos procesos computacionales y que se manifestaría bajo condiciones de procesamiento controlado.

Desde la perspectiva de esta hipótesis sería legítimo asumir que el enlentecimiento multiplicativo de la velocidad de respuesta que se observa durante la ejecución de tareas de dificultad creciente en estos sujetos sería el resultado de la combinación de una reducción general de la velocidad de procesamiento, tal y como sostiene el modelo del factor general, y de una limitación en los

mecanismos de control que se intensifica en función, precisamente, del aumento de la necesidad de ese control. Al mismo tiempo, una hipótesis como esta predeciría una lentificación de la velocidad de las operaciones computacionales involucradas en el procesamiento de tareas que no imponen demandas de control (enlentecimiento sensoriomotor).

La evaluación de esta conjetura impone la necesidad de obtener estimados independientes de los componentes del TR (sensoriales, decisionales y motores) que permitan establecer la contribución de cada uno al EC que se observa en el TR total. El empleo de tales procedimientos, aunque escaso en la literatura, tiende a poner de manifiesto una mayor contribución de los componentes periféricos al EC asociado a la tercera edad del que se considera por la hipótesis del factor general. Existe, al menos, un estudio que empleando, un procedimiento conductual de fragmentación del TR, a través de un grupo de tareas donde las demandas centrales de procesamiento se incrementaron pero se mantuvieron constantes las de respuesta motora, encontró enlentecimiento aditivo del componente motor además, del enlentecimiento multiplicativo del componente decisional (Bunce, Stuart, & Hultsch, 2004).

Al mismo tiempo, para examinar si el déficit sensoriomotor corresponde a la influencia de un factor de reducción general velocidad de los procesos computacionales que modula inclusive el procesamiento automático, deben diseñarse experimentos donde las mismas operaciones cognitivas puedan ser simultáneamente analizadas bajo condiciones de procesamiento controlado y automático, es decir, bajo condiciones de demandas de procesamiento y de ausencia de esas demandas.

Finalmente, en un experimento de ese tipo, la medida de la complejidad o dificultad de procesamiento deberá ser manipulada de forma tal que no modifique la cualidad o arquitectura cognitiva funcional invocada por las tareas para garantizar, con ello, que cualquier efecto de incremento de la velocidad de procesamiento sea exclusivamente atribuible al incremento de las demandas de control y no a un cambio en las operaciones involucradas.

### 1.2.2 Enlentecimiento Cognitivo: velocidad de procesamiento y control atencional

La idea de que un modulador del EC lo constituya un factor relacionado con las demandas de control sobre los procesos computacionales plantea, sin embargo, una dificultad teórica con relación al carácter general que se atribuye a este déficit en la tercera edad. En efecto, dado que

la noción de control ejecutivo no denota un mecanismo o proceso único de regulación del procesamiento sino, ante todo, un conjunto o sistema de procesos (Band et al., 2002, para una revisión sobre modelos de sistemas de control ejecutivo ver, Raz, 2004; Stuss, Shallice, Alexander, & Picton, 1995; Verhaeghen et al., 2005) cuya intervención es dependiente de las demandas específicas de control que impone la tarea, su inserción en un modelo de EC basado en una eventual combinación de un factor general de velocidad y de una limitación de control ejecutivo, plantea, de inmediato, la cuestión de que el EC tendría un carácter tarea específico (Verhaegen et al., 2005).

Sin embargo, existe un contexto teórico en el que el constructo de control ejecutivo adquiere un sentido funcional de proceso general y unitario en la representación de la arquitectura cognitiva: la distinción entre procesos computacionales y de control (Band et al., 2002; Norman & Shallice, 1986). Dentro de esta distinción, la ejecución efectiva de cualquier tarea que demande procesamiento activo de información requiere, tanto de procesos de tratamiento directo de la información (detección y extracción de rasgos, recolección de representaciones mnémicas, comparación entre representaciones, toma de decisión, etc.), es decir procesos computacionales, como de procesos encargados de asignar y activar/desactivar los mecanismos apropiados de supervisión y regulación de esas operaciones durante la ejecución de cualquier tarea, procesos de control. Un déficit de control sería capaz de provocar un deterioro de la ejecución en cualquier dominio o tarea bajo la única condición de que las demandas superen la capacidad de implementación o mantenimiento de los mecanismos específicos de control del sistema.

Existe una abundante literatura que ha identificado un efecto común a las limitaciones en las funciones de control ejecutivo, inclusive, en sujetos sanos, los llamados lapsus de atención o interrupciones transitorias en la regulación del curso eficiente de las operaciones computacionales (Bunce et al., 2004; Hervey et al., 2006; Stuss et al., 2003; Van der Molen, 1996; West, Murphy, Armilio, Craick, & Stuss, 2002). Tales interrupciones aparecen asociadas a condiciones donde las demandas superan la capacidad de regulación del sistema en, prácticamente, cualquier dominio cognitivo (Bunce et al., 2004).

Desde esta perspectiva, la existencia de lapsus de atención, como limitación general de las funciones de control ejecutivo, ofrecería un candidato para comprender la relación entre el efecto

multiplicativo de la reducción de la velocidad de procesamiento y el aumento de las demandas de la tarea en la tercera edad.

A diferencia de los déficits de velocidad de procesamiento en las operaciones cognitivas computacionales, cuyo efecto es, usualmente, un aumento generalizado del TR a lo largo de la ejecución, la ocurrencia de lapsus de atención durante tareas de velocidad de respuesta que demandan un control activo de las operaciones involucradas ocasiona, ante todo, un aumento de la variabilidad o dispersión del TR, en la forma de respuestas extremadamente lentas con respecto a la velocidad promedio (Hervey et al., 2006; Hockley, 1984; Leth-Steensen, Elbaz, & Douglas, 2000; MacAuley, Yap, Shawn, & White, 2006; Nesselroade & Salthouse, 2004; Stuss, et al., 2003). En el caso de sujetos sanos, la variabilidad se ha mostrado muy sensible a las demandas de la tarea, al extremo de que West et al. (2002) y Bunce et al. (2004) concluyeron que, en ellos, el incremento de la variabilidad está limitado casi exclusivamente a tareas cuyas condiciones requieren la participación directa de los procesos de control ejecutivo y, Van der Molen (1996) que la “variabilidad es el dinamómetro de la atención”.

Por variabilidad o dispersión de la velocidad de respuesta individual se entienden las fluctuaciones intermitentes o de corta duración en la ejecución, no los cambios duraderos y sistemáticos debidos al aprendizaje, la práctica, el desarrollo o la mejora o empeoramiento del estatus clínico (Hultsch & MacDonald, 2004; Hultsch, MacDonald, & Dixon, 2002; Stuss et al., 2003).

Aunque la variabilidad o dispersión del desempeño individual fue considerada durante mucho tiempo como una influencia espuria o “ruido”, el interés por esta medida como indicador general de la eficiencia o estado de las funciones cognitivas, en la cognición normal y en la patológica, tiene una larga historia (para una revisión ver, Stuss et al., 2003).

Más recientemente, la variabilidad se ha relacionado, directamente, con trastornos neurobiológicos donde las limitaciones de control atencional parecen decisivas: lesiones cerebrales frontales locales, demencias, esquizofrenias y, muy especialmente, en el grupo de los trastornos de inatención-hiperactividad y se ha identificado como el efecto común de los lapsus de atención (Castellanos et al., 2005; Hetherington, Stuss, & Finlayson, 1996; Hultsch et al., 2002; Jensen, 1982; Leth-Steensen et al., 2000; Murtha, Cismaru, Waechter, & Chertkow, 2002;

Stuss et al., 2003; Stuss, Pongé, Buckle, & Bondar, 1994). Dentro de este conjunto de condiciones asociadas a un aumento de la variabilidad intraindividual, el factor edad ha resultado figurar, también, entre los más connotados: los adultos mayores no solo son más lentos que los jóvenes sino consistentemente más variables (Bunce et al., 2004; Escandon, Al-Hammadi, & Galvin, 2010; Fozard et al., 1994; Hartley & Little, 1999; Hulstsch et al., 2002; MacAuley et al., 2006; Madden et al., 1999; Mani, Bedwell, & Miller, 2005; Nesselroade & Salthouse, 2004; Salthouse, 1996; Salthouse & Berish, 2005; Shami, Bosman, & Stuss, 1998; West et al., 2002; Williams, Hulstsch, Strauss, Hunter, & Tannock, 2005).

Sin embargo, el estudio de la influencia de la variabilidad sobre la velocidad de procesamiento comporta dificultades metodológicas relacionadas con el hecho de que, al funcionamiento de todo proceso o sistema biológico, le son inherentes fluctuaciones momento a momento (Castellanos et al., 2005) que son, en principio, indistinguibles de aquellas que pueden ser provocadas por la acción de variables experimentales o clínicas (lapsus de atención, por ejemplo). Se requiere, por tanto, de la determinación precisa de la contribución de estos factores no aleatorios en la distribución de los datos.

### 1.2.3 Enlentecimiento Cognitivo: control ejecutivo y bases neurales

De manera general, las relaciones entre el cortex prefrontal y control ejecutivo están ampliamente documentadas en la literatura neuropsicológica, neurológica y experimental y, sólidamente establecidas en los estudios con imágenes funcionales de las dos últimas décadas (Band et al., 2002; Banish et al., 2000; Braver, Paxton, Locke, & Barch, 2009; Greenwood, 2000; Milham et al., 2002; Norman & Shallice, 1986; Parkin & Java, 1999; Stuss et al., 1995; Stuss et al., 2002; Stuss et al., 2005; West, 2000; Whelihan & Leshner, 1985).

A su vez, tanto en sujetos jóvenes como en adultos mayores, el aumento de la variabilidad de la velocidad de respuesta, que parece asociarse a limitaciones de las funciones atencionales provocadas por el nivel de demandas de la tarea, se ha mostrado relacionado con cambios en la activación de las regiones frontales del cerebro (Bellgrove, Hester, & Garavan, 2004; Madden et al., 1999, Madden et al., 2002).

En la tercera edad, por otra parte, se dispone de suficientes datos acerca de que las regiones frontales del cerebro parecen ser las más sensibles al deterioro de la edad (Band et al., 2002;

Greenwood, 2000; Hartley & Little, 1999; Rabbitt, 2005; Sánchez & Rodríguez, 2003; Small et al., 2008; Vandenberghe & Tournoy, 2005; Van der Molen & Riderinkhof, 1998; West, 2000), precisamente, aquellas a las que se atribuye un papel fundamental en el control ejecutivo (Andrés, Guerrini, Phillips, & Perfect et al., 2008; Fairfield & Mammarella, 2009; Reuter-Lorenz & Cappell, 2008; Ross, Perminder, Wein, Valenzuela, & Brodaty, 2005).

De este modo, existen razonables fundamentos para conjeturar una relación entre bases neurales del control ejecutivo, lapsus de atención y aumento de la variabilidad en la velocidad de respuesta como un mecanismo que contribuya a modular el EC en la tercera edad (De Jong, 2001; para una detallada revisión sobre el tema ver, Mayr, Spieler, & Kliegl, 2001).

### 1.3 Enlentecimiento cognitivo en el VIH

#### 1.3.1 La hipótesis del factor general de enlentecimiento

En la actualidad, como se ha referido, existe consenso acerca de que el VIH es capaz de provocar, por su neurotropismo, alteraciones neurológicas en pacientes sin infecciones cerebrales oportunistas (Baldewicz et al., 2004; Cysique & Brew, 2009; Cysique et al., 2006; Ellis, Calero, & Stockin, 2009; Hult, Chana, Masliah, & Everall, 2008; Odiase, Ogunrin, & Ogunniyi, 2006; Robinson-Patt et al., 2008; Rodríguez, Faílde, & Simón, 2007; Salawu et al., 2008) y que esas alteraciones pueden clasificarse en dos grandes grupos: el TCM asociado al VIH, de naturaleza leve a moderada, y el CDS, un síndrome demencial grave (Ardila-Ardila et al., 2003; Clemente-Millana & Portellano, 2000; Nath et al., 2008).

Dentro de los signos que distinguen al TCM, probablemente, el más estudiado es el EC: los sujetos infectados por el VIH suelen exhibir, desde las etapas preclínicas de la infección, una reducción del TR en una gran variedad de tareas cognitivas (Faílde et al., 2009; Garvey et al., 2009; Hardy & Hinkin, 2002b; Hardy & Vance, 2009; Llorente et al., 1998). Esto ha conducido a que, por un lado, la medición del TR se recomiende en las evaluaciones rutinarias de estos sujetos sobre la base de que el enlentecimiento psicomotor puede ser el signo más temprano de los trastornos cognitivos asociados a la infección por el VIH (Dawes et al., 2008; Dunlop, Bjorklund, Abdelnoor, & Myrvang, 1993; Hinkin, Van Gorp, & Satz, 1995; Levine et al., 2008, Wilkie, Eisdoffer, Morgan, Lowenstein, & Zsapocsnik, 1990; Woods et al., 2009) y, por el otro, a que la hipótesis del factor general de enlentecimiento, enunciada en el terreno de la psicología

del envejecimiento, para dar cuenta de un fenómeno similar, haya sido recientemente esgrimida aquí con el mismo propósito (Becker & Salthouse, 1999; Hardy & Hinkin, 2002b). En efecto, en los sujetos seropositivos al VIH, en forma similar a como se observa en los sujetos sanos de la tercera edad, el TR parece incrementarse de forma multiplicativa como función del aumento de las demandas de la tarea, con relativa independencia de la naturaleza de esta (Hardy & Hinkin, 2002b; Hardy & Vance 2009; Hinkin et al., 1995).

Aunque mucho menos abundante que en la psicología del envejecimiento cognitivo, en la investigación del EC en el VIH se dispone de algunas investigaciones que han intentado demostrar que la hipótesis del factor general de enlentecimiento puede dar cuenta también de este déficit. Entre ellas, son notables la de Becker y Salthouse (1999), en la que un solo factor dio cuenta de una gran proporción de la varianza sobre una amplia variedad de pruebas neuropsicológicas y, la de Rypma et al. (2005), que reveló la importancia de las limitaciones en la eficiencia de la transmisión neural en la génesis de EC. Existe, por otra parte, al menos un metanálisis que ha tratado de demostrarlo directamente empleando el análisis de Brinley Plots (Hardy & Hinkin, 2002a). En él, un total de 30 condiciones experimentales de 13 estudios, fueron consideradas para los seropositivos (sintomáticos y asintomáticos por separado) y los controles. La función resultante para el subgrupo de seropositivos sintomáticos con respecto a los controles fue la siguiente:  $r=0.92$ , pendiente= $1.22$  e intercepto= $-0.42$ . La pendiente de  $1.22$ , resultó significativamente diferente de uno, lo que, según la lógica de este tipo de análisis, revela un enlentecimiento multiplicativo del TR correspondiente a una reducción de la velocidad de procesamiento de los procesos centrales, el intercepto correspondiente a  $-0.42$  fue, a su vez, equivalente a cero, lo que indica la preservación de los componentes periféricos (sensoriales y motores). En la función obtenida para los seropositivos asintomáticos ( $r=0.98$ , pendiente= $1.06$  e intercepto= $0.78$ ), ninguno de los estadígrafos fue diferente de cero, es decir, que en ese subgrupo no se produjo enlentecimiento de ningún componente del TR, según la lógica de análisis de los Brinley Plots.

Estos resultados han sido interpretados como una confirmación en el terreno de la infección por el VIH de la hipótesis del factor general, que atribuye enlentecimiento multiplicativo a los componentes centrales y preservación a los componentes periféricos. Sin embargo, y en forma

coincidente a como sucede con los estudios de la tercera edad, aquí, los resultados no son siempre consistentes con la acción central del factor general de enlentecimiento.

Así, mientras que Dunlop et al., (1993); González et al., (2003); Perdices y Cooper (1989) y Worth et al., (1993), encontraron que, efectivamente, el déficit de TR solo se revela con el incremento de las demandas de detección y discriminación, es decir, con el aumento de las demandas de procesamiento central, Chang et al., (2001), Nance, Pirozzolo, Levy y Fernández (1990), Wilkie et al., (1990), comprobaron, en cambio, que los seropositivos pueden ejecutar las tareas con el mismo nivel de precisión que los controles y mostrar, inclusive, una reducción de la velocidad de respuesta con el aumento de las demandas cognitivas de las tareas. Por otra parte, se ha visto que sujetos seropositivos que no exhibían disminución del TR, no pudieron beneficiarse del intervalo preparatorio en una tarea de TRS (Law et al., 1995). A su vez, el **tiempo de decisión** (TD) se ha encontrado contingentemente afectado o preservado con relación al TR total (Hardy & Hinkin, 2002b; Hardy, Hinkin, Levine, Castellon, & Lam, 2006; Martin, Sorensen, Edelstein, & Robertson, 1992b). En ese sentido, en otro metanálisis llevado a cabo por Hardy y Hinkin (2002b) se constató una lentificación significativa del TD en los seropositivos, en solo 5 de los 13 estudios considerados, en tanto que, diferencias de entre 35 y 201 ms en TRS (8 de los 13 estudios) y de entre 46 y 93 ms en tiempo de reacción selectivo (7 de los 13 estudios), ocurrieron entre seropositivos y controles.

Un estudio que administró 4 tareas que incluían medidas de TR: reconocimiento de palabras, comparación de patrones visuales y dos tareas de **tiempo de reacción discriminativo** (TRD) (Amador, Mayor, & del Castillo, 2006), no encontró diferencias entre seropositivos asintomáticos y controles en las dos tareas de TRD, pero sí en velocidad y en calidad de la ejecución en la tarea de reconocimiento de palabras. En cambio, en la de comparación de patrones, que presentaba demandas de codificación visual superiores a la de reconocimiento de palabras, los seropositivos resultaron más lentos que los controles, pero tuvieron un desempeño similar en cuanto al número de errores. Aún cuando en ese estudio no fue posible establecer con precisión la diferencia entre el nivel de demandas cognitivas de, por un lado, las dos tareas de TRD y, por el otro, entre la de integración visuoperceptual y la de reconocimiento de palabras, debido a que la naturaleza cognitiva de las tareas no fue idéntica, la interpretación de estos resultados induce la idea de una posible disociación en el patrón dinámico de enlentecimiento

entre los componentes centrales y sensoriomotores o de la intervención de un factor de estrategias.

Otro estudio (Amador, Pelegrina, & Mayor, 2007), sin embargo, que empleó como procedimiento para la fragmentación del TR, la latencia del componente P300 en dos tareas de dificultad cognitiva creciente y con las mismas demandas de respuesta motora, encontró un enlentecimiento multiplicativo de la latencia de ese componente y preservación del componente motor, tal y como es predicho por la hipótesis del factor general. Sin embargo, el TD de los sujetos seropositivos fue equivalente al de los controles. Tal disociación entre el enlentecimiento de los procesos de evaluación del estímulo (latencia de P300) y de los procesos decisionales y postdecisionales (preparación motora), sugiere, también, por su parte, un efecto diferencial del factor de velocidad sobre las distintas operaciones cognitivas.

De este modo, el examen de la literatura sobre el EC en el VIH indicaría, tal y como ha ocurrido en el terreno del estudio del envejecimiento cognitivo, una consideración menos categórica de la hipótesis del factor general en el sentido de que su influencia puede, por un lado, alcanzar a todos los componentes de procesamiento, centrales y periféricos (Bashore, 1990; Bashore & Ridderinkhof, 2002; von Giesen, Haslinger, Rohe, Köller, & Arendt, 2005) y, por el otro, que esa influencia puede ser modificada por la intervención de otras variables (Verhaeghen et al., 2005).

### 1.3.2 Enlentecimiento cognitivo y control atencional

En la investigación del EC en el VIH, la idea de una relación entre enlentecimiento y trastornos de control atencional ha recibido alguna consideración y existen reportes que sugieren directamente déficit en algunos componentes del sistema atencional.

Martin, Robertson, Edelstein, Jagust y Sorensen (1992a), han empleado la tarea de Stroop (una tarea típica para la evaluación de atención selectiva) en versiones de papel y lápiz y computarizadas en sujetos seropositivos. Mientras que la versión impresa de la tarea no pudo discriminar a estos sujetos de los controles, la versión computarizada que registró el TR, encontró diferencias, entre la condición incongruente y la neutral de esta tarea, tanto en seropositivos asintomáticos como sintomáticos respecto a controles seronegativos. Déficits en el control atencional y en la capacidad de inhibición de respuestas fueron considerados como subyacentes a estas diferencias entre los grupos. Hinkin, Castellon, Hardy, Granholm y Siegle

(1999) evaluaron con esta misma tarea, el efecto de la manipulación de las condiciones (congruente e incongruente) por bloques y mezcladas, sobre seropositivos y, detectaron un déficit en la adopción de un adecuado set atencional en ellos.

Un estudio de detección de señales (Takakuwa, Calaway, Naylor, Herzog, & Llano, 1993) que midió la latencia del componente P300 en dos condiciones de dificultad de discriminación y que comparó seropositivos y controles, halló diferencias entre los grupos en la condición de detección más difícil.

Martin et al. (1992b), Sorensen et al. (1994) y Bogdanova, Nearing y Cronin-Golomb (2008), reportaron, también, déficit en la atención espacial en un grupo de seropositivos al compararlos con seronegativos. En tareas de atención sostenida, los resultados han sido contradictorios (Franzblau et al., 1991; Law et al., 1995) aunque, en general, revelan una tendencia a una ejecución deficiente por parte del grupo de seropositivos con respecto a controles comparables. En relación a la llamada atención dividida, Hinkin, Castellon, Steven y Hardy (2000), han reportado diferencias entre seropositivos y controles en velocidad de procesamiento.

Otro estudio que evaluó el efecto neuropsicológico de la edad en sujetos infectados por el VIH y controles sanos (Hardy & Vance, 2009), encontró que, en el subgrupo de adultos mayores con VIH, existía un mayor riesgo de daño cognitivo, especialmente en el funcionamiento atencional, sin embargo, los autores no consideran estos resultados conclusivos, lo atribuyen a mayores diferencias individuales precisamente en ese subgrupo y a la influencia de cofactores como la carga viral.

Iudicello et al. (2008), por su parte, han observado en tareas que miden la fluidez para el cambio de categorías, un déficit en seropositivos con relación a controles sanos, el cual se acentuaba cuando las demandas para la realización de la tarea se hacían explícitas. Ellos concluyeron que en estas personas podía existir un descontrol en los mecanismos relacionados con la flexibilidad mental que quizás fuera el reflejo de un daño subyacente en el circuito prefrontal.

La existencia de un déficit de control ejecutivo en la forma de lapsus de atención, no obstante, no ha sido evaluada en el TCM asociado al VIH y el hecho, apenas ha sido mencionado (Castellon et al., 2000). Existe, sin embargo, por lo menos, un argumento adicional que hace verosímil esta

posibilidad: la tendencia generalizada a que los seropositivos al VIH experimenten un deterioro preeminente de las regiones frontales del cerebro.

### 1.3.3 Enlentecimiento Cognitivo: daño frontal y control atencional

Las regiones fronto-subcorticales del cerebro han sido reportadas como uno de los “blancos” de la acción del virus de inmunodeficiencia humana. Así, diversos estudios (Bogdanova et al., 2008; Brew, Roseblum, & Price, 1995; Everall, Luthbert, & Lantos, 1991; Juengst, Aizenstein, Figurski, López, & Becker, 2007; Kent et al., 1994; Martínez-Selva, Sánchez-Navarro, Bechara, & Román, 2006; Post, Berger, & Quencer, 1991; Van Gorp, Mitrushina, Cummings, Satz, & Modesitt, 1989; Woods et al 2009), han descrito en este grupo pérdida neuronal, atrofia, desmielinización, entre otros disturbios, eminentemente, en esas regiones (de hecho, el llamado complejo demencial asociado al VIH es considerado como una enfermedad fronto-subcortical). Más específicamente, Ludervold, Karlsen y Reivan (1994) compararon un grupo de pacientes aquejados de SIDA con tres grupos de pacientes diagnosticados en la categoría de demencias subcorticales (párkinson, huntington y esclerosis múltiple) y encontraron que los pacientes SIDA tenían más similitudes con los de la enfermedad de Huntington que con los de los otros grupos. Otros autores (Morris, Schaerf, Brandt, McArthur, & Folstein, 1992) observaron que el patrón de síntomas mentales de las personas con SIDA era similar al de pacientes con Esclerosis Múltiple.

Por su parte, Moore et al. (2006), reportaron una asociación entre la neurodegeneración frontal y el daño neurocognitivo en estos sujetos. Sin embargo, cuando regiones adicionales del cerebro fueron examinadas usando métodos estadísticos multivariados, se encontró que el putamen y el hipocampo emergieron como predictores independientes de los déficits neurocognitivos, lo que sugiere, según ellos, que la patología cortical y subcortical podría evolucionar en trayectorias separadas en algunas de estas personas.

En resumen, existen fundamentos para considerar que la ocurrencia de lapsus de atención podría también ser un factor modulador del EC en la infección por el VIH en combinación o no con la acción de una reducción de la velocidad de procesamiento central y, como en el caso de la psicología de la tercera edad, admitir la posibilidad de un modelo de dos factores en la génesis del EC. En un modelo como ese, el factor de velocidad tendría, probablemente, una acción general sobre todos los componentes de procesamiento y el de control ejecutivo una influencia

sobre los componentes centrales asociado al nivel de demandas de procesamiento. Una hipótesis como esta podría dar cuenta de muchos de los resultados discrepantes que se observan entre diversos estudios de TR en este ámbito.

2. EXPERIMENTO 1. PATRONES DINÁMICOS DE ENLENTECIMIENTO COGNITIVO  
EN LOS ADULTOS MAYORES: FRAGMENTACIÓN CONDUCTUAL DEL TR

## 2. EXPERIMENTO 1. PATRONES DINÁMICOS DE ENLENTECIMIENTO COGNITIVO EN LOS ADULTOS MAYORES: FRAGMENTACIÓN CONDUCTUAL DEL TR

### 2.1 Introducción

Aunque la mayoría de los datos aportados por la investigación sobre la naturaleza y características del EC en la tercera edad en las últimas cuatro décadas (Bashore, 1990; Bashore & Ridderinkhof, 2002; Cerella, 1985), indican que este déficit sería comprensible, básicamente, a partir de la intervención de un factor único de reducción sistemática y progresiva de la velocidad de procesamiento de información que influye sobre todos los dominios de la actividad cognitiva (efecto independiente de la tarea), cuya influencia se intensifica multiplicativamente con el aumento del nivel o grado de complejidad de la tarea (efecto de demandas o de dificultad) pero que, al mismo tiempo, parece no comprometer sensiblemente la eficiencia de la actividad de los componentes sensoriomotores del TR. Sin embargo, se disponen también, de hallazgos de diverso tipo que no pueden ser explicados inequívocamente por el modelo del llamado factor general de enlentecimiento, es decir, apelando únicamente a la reducción de la velocidad de procesamiento, ni atribuyendo el enlentecimiento sólo a la lentificación de la velocidad de los procesos decisionales.

Ante todo, se ha reportado enlentecimiento de los componentes centrales en condiciones de altas demandas de procesamiento pero ejecutada sin límites de tiempo (Verhaeghen & Cerella, 2002), es decir, las diferencias de velocidad, entre adultos mayores y jóvenes, han emergido por la sola presencia de demandas de control. Un resultado como éste sugiere que, aún cuando el déficit de velocidad asociado a la edad es un factor suficiente para explicar el EC de los adultos mayores en tareas de TR, no es una condición necesaria ni única para ello y, en ese sentido, inducen la idea, ya formulada, por otra parte, desde una perspectiva diferente (Band et al., 2002), de que el EC en la tercera edad puede ser modulado por más de un factor.

De hecho, y sobre la base de que el enlentecimiento que se observa en condiciones donde no interviene el factor de velocidad, parece asociado, principalmente, al aumento de las demandas de procesamiento, un segundo factor candidato a modulador del EC en la tercera edad ha sido la existencia, en este grupo, de limitaciones en los mecanismos de control atencional encargados de

garantizar la activación y coordinación de las operaciones computacionales invocadas para la ejecución de las tareas (Verhaeghen et al., 2005).

Existen, por otra parte, diversos estudios que han encontrado que el efecto central de enlentecimiento no siempre es el único ni el más importante en el EC asociado a la tercera edad. Son numerosos los trabajos que reportan diferencias entre adultos mayores y jóvenes en tareas de TRS, donde la participación de los componentes centrales de procesamiento (discriminación, toma de decisión, selección de respuesta) es mínima (Bashore, 1990; Bashore & Ridderinkhof, 2002). Tal lentificación implicaría entonces un déficit específico en las operaciones de preparación motora (activación de respuesta) y/o de codificación sensorial.

Asimismo, y en un contexto diferente, existen condiciones en las que, ni se imponen límites de tiempo a la ejecución ni la tarea contiene demandas de procesamiento, y sin embargo se observa, también, enlentecimiento de la velocidad de procesamiento en los adultos mayores. Tal es el caso de la llamada tarea de tapping libre o espontáneo donde el sujeto debe ejecutar una acción motora única y repetitiva pero a la frecuencia o ritmo preferido (Baudouin et al., 2004), es decir, que la influencia de la velocidad no sólo se manifiesta en el componente motor del TR, probablemente como un déficit específico de activación de respuesta, sino que inclusive puede afectar ese componente motor durante una tarea de procesamiento automático donde la única condición para la ejecución de la respuesta es su activación.

Ambos tipos de resultados sugieren, entonces, un modelo de EC menos simple que el propuesto en la hipótesis del factor general de velocidad que contemple, no solo, la intervención de un segundo factor de enlentecimiento, cuya naturaleza lo relacionaría con limitaciones en los mecanismos de control, sino inclusive, la posibilidad de su acción independiente bajo condiciones donde las demandas de procesamiento y el efecto de la velocidad puedan ser disociadas.

Por otra parte, existe al menos un estudio donde el registro de la velocidad de procesamiento de los componentes centrales y periféricos ha sido obtenido en forma independiente y donde las demandas de respuesta motora se mantuvieron constantes a través de varias tareas de TRD y en el que, junto al efecto, de lentificación multiplicativa del componente decisional esperado, se observó un efecto aditivo de la edad sobre el componente motor (Bunce, 2001), es decir, una

lentificación constante del componente motor independiente de la dificultad de la tarea. Un resultado como éste apunta hacia una disociación entre el enlentecimiento de los procesos de discriminación y decisión (multiplicativo) con respecto a los componentes de activación de respuesta (aditivo o constante).

Otro grupo de trabajos que han empleado indicadores psicofisiológicos para estimar la duración de los componentes centrales y periféricos del TR en tareas de dificultad creciente (latencia de P300 como indicador de velocidad de los procesos centrales y TR-P300, como indicador de velocidad de los procesos periféricos) y, también, demandas de respuesta constantes, han reportado enlentecimiento multiplicativo del componente de ejecución de respuesta y ausencia de déficit en las operaciones de evaluación del estímulo (latencia de P300), es decir, la mayor fuente de lentificación en los componentes motores o del final del procesamiento. Este hecho ha sido interpretado como debido a la intervención de factores no neurales (cambios en la estrategia de procesamiento en los adultos mayores) y/o a un enlentecimiento específico de los componentes de selección y preparación de respuesta, independiente de cualquier déficit en los procesos decisionales previos involucrados directamente con el procesamiento de la complejidad de la tarea. (Bashore, 1990; Bashore & Ridderinkhof, 2002).

Desde otro punto de vista, finalmente, el mayor apoyo con que cuenta la conclusión de la preservación de los componentes periféricos en el modelo EC correspondiente a la hipótesis del factor general proviene, como se ha discutido (ver Marco Teórico), de la interpretación del intercepto de la función de regresión derivada de los Brinley Plots cuya validez ha sido objeto de reiterado cuestionamiento (Myerson et al., 2003; Perfect, 1994; Ratcliff et al., 2004).

Tomados en su conjunto, estos resultados sugieren un panorama más complejo de los mecanismos del EC en los adultos mayores, que el que ofrece la hipótesis del factor general de velocidad en, por lo menos, dos sentidos.

Por una parte, el enlentecimiento que provoca el factor de velocidad alcanza a los procesos postdecisionales (preparación motora) dando lugar a un efecto de lentificación motora el cual, junto al enlentecimiento de los componentes sensoriales que se infiere en el ya citado estudio de Bashore (1990), indican que el EC en los adultos mayores afecta, también, sensiblemente, a los componentes sensoriomotores (de Frias, Dixon, Fisher, & Camicioli, 2007; Falkenstein,

Yordanova, & Kolev, 2006; Kolev et al., 2006; Mayor, Amador, & Ramírez, 2008; Yordanova, Kolev, Hohnsbein, & Falkenstein, 2004).

Por otra parte, la dinámica de este déficit (efecto multiplicativo o aditivo) parece estar relacionada con las particularidades que inducen el nivel o modalidad de procesamiento (procesamiento controlado y automático), por tanto, si las demandas sobre las operaciones de discriminación y decisión crecen y las de respuesta se mantiene constantes, el efecto sobre las primeras es multiplicativo y, sobre las segundas, aditivo o constante. Ello pudiera ser interpretado como que el efecto multiplicativo del enlentecimiento, que se observa en los componentes decisionales, puede ser el resultado de la interacción entre el factor general de velocidad y un factor relacionado con limitaciones en los mecanismos de control atencional, que introducen, precisamente, las demandas de control, mientras que el efecto aditivo en los componentes motores como el resultado del factor de velocidad.

Sin embargo, en las condiciones en que usualmente se evalúa el EC o bajo las que se incluyen las tareas en los metanálisis mencionados, establecer esta distinción es prácticamente imposible dado que, por un lado, en ellos sólo se examina la latencia del TR total (un agregado de los componentes centrales y periféricos) y, por otro, no se emplea una condición de control que permita evaluar la dinámica de los mismos componentes involucrados en las tareas pero sin la presencia de demandas de control.

Un enfoque apropiado para abordar estas dos cuestiones es la de la fragmentación conductual de TR en sus componentes centrales y periféricos durante la ejecución de tareas que impongan demandas de procesamiento creciente a las operaciones decisionales (discriminación y toma de decisión entre señales) pero mantengan constantes las demandas de preparación y ejecución motora (selección de respuesta) de tal manera que la única urgencia que actúe sobre la ejecución de respuesta sea la de su activación.

Técnicas de este tipo cuentan con cierta tradición en el estudio de la velocidad de procesamiento de información (Jensen, 1982; Klimkeit, Mattingley, Sheppard, Lee, & Bradshaw, 2005), y se han empleado en unos pocos estudios con el propósito de evaluar la dinámica del EC en sujetos con síndrome de inatención-hiperactividad, la relación entre variables de capacidad física y EC

en adultos mayores (Bunce, 2001) y la influencia de la variabilidad en la velocidad de procesamiento de este grupo (Bunce et al., 2004)

Con todo, dado que cualquier tarea de TRD no se completa hasta que el sujeto culmina la respuesta a cada ensayo, es decir, hasta que ejecuta la respuesta motora (“sea tan rápido y preciso como pueda”), el registro independiente de los componentes centrales y motores no excluye que la influencia de los mecanismos de control atencional se extiendan a las operaciones de preparación motora (selección y activación de respuesta) con lo que no se puede descartar que el acto motor no represente verdaderamente una acción automática, aun cuando sus demandas sean constantes a través de las tareas.

Varios factores de control pueden modificar el acto motor bajo estas condiciones experimentales. Ante todo, y, particularmente, en los adultos mayores, un modo de afrontar el incremento de demandas crecientes de procesamiento para garantizar una adecuada precisión, es la adopción de estrategias conservadoras de respuesta (“negociar” velocidad por precisión) y está suficientemente documentado que el tiempo de respuesta es mucho más sensible a la adopción de este tipo de estrategias que la evaluación del estímulo y su discriminación (Bashore, 1990).

Por otra parte, se dispone de reportes que revelan que el desempeño en tareas que exigen discriminación entre estímulos y selección entre respuestas están sujetas a un control del error no sólo entre ensayos sino, también, dentro de ensayos (Allain, Carbonnell, Burle, Hasbroucq, & Vidal, 2004). El control dentro de ensayos tiene lugar a través del intento de inhibición en línea de la activación de cierto número de respuestas incorrectas que son detectadas antes de su ejecución, las cuales, si no han rebasado el llamado “punto de no retorno” pueden ser, de ese modo, corregidas a tiempo. Tal corrección implica un gravamen adicional sobre la duración de la respuesta motora. El proceso ha sido corroborado por la ocurrencia de activación electromiográfica de los músculos agonistas de la respuesta incorrecta en ensayos donde se logra ejecutar la respuesta correcta. En estos ensayos, se ha comprobado que la duración del acto motor ha sido más prolongada que en otros donde la respuesta resultó, también, correcta (respuestas puramente correctas) y, al mismo tiempo, que esa prolongación de la latencia no ha estado relacionada con la comisión de error en el ensayo previo, condición que ofrecería una explicación del incremento del tiempo motor sobre la base del control del error entre ensayos.

Entonces, una alternativa para obtener un estimado del componente motor, en estas condiciones, sería introducir, dentro del mismo contexto de la tarea, que impone demandas crecientes de procesamiento central pero que mantiene constantes las de respuesta motora (selección y activación de respuesta), una tarea cuyo contenido cognitivo sea, solamente, un acto motor idéntico al de la tarea experimental pero donde las demandas de procesamiento queden completamente excluidas y tampoco requiera de procesamiento de codificación sensorial, es decir, una tarea motora de tipo automático. Ello permitiría comparar la duración de un mismo componente, el actor motor, en condiciones de procesamiento controlado y automático y evaluar así, si el efecto general de reducción de velocidad se extiende al componente motor y si este efecto tiene un carácter aditivo o constante.

Adicionalmente, la introducción de una tarea de TRS con, exactamente, el mismo tipo de requerimiento de codificación perceptual permitiría evaluar el efecto de la velocidad sobre los componentes sensoriomotores. Una tarea como ésta, ofrecería, la posibilidad de computar un estimado del tiempo decisional para evaluar directamente la influencia del control atencional a través de niveles crecientes de demandas de discriminación y decisión. Finalmente, el acto motor de esa tarea brindaría, un criterio independiente de la velocidad del componente motor en condiciones de urgencia de velocidad (similar a la tarea experimental) pero con demandas mínimas de procesamiento central (similar al del tiempo motor espontáneo).

De acuerdo con estos presupuestos, el presente experimento tiene como objetivos: primero, diseñar un procedimiento automatizado de evaluación cognitiva que permita, no sólo la fragmentación conductual del TR en sus componentes centrales y periféricos sino también, ejecutar dentro del mismo contexto de una tarea de TRD, una tarea de tapping libre que reproduzca exactamente las características del acto motor de la tarea de TRD, y segundo, describir los patrones de cambio temporal de EC en los adultos mayores en los componentes centrales y periféricos durante la ejecución de una tarea de procesamiento controlado con demandas crecientes de dificultad decisional y exactamente las mismas demandas de respuesta motora y, durante la ejecución de una tarea de procesamiento automático.

En consonancia con las evidencias acerca de la modulación por dos factores del EC que se observa en los adultos mayores, se formulan las siguientes hipótesis: primero, bajo condiciones de procesamiento controlado, el efecto del enlentecimiento de los componentes centrales tendrá

un carácter multiplicativo que puede extenderse a los componentes postdecisionales y, segundo, bajo condiciones de procesamiento automático los componentes periféricos mostrarán un enlentecimiento asociado a una reducción generalizada de la velocidad de procesamiento de una magnitud probablemente uniforme.

## 2.2 Técnicas y procedimientos

### 2.2.1 Diseño y administración de las tareas

Se emplearon tres tareas de TRD de tipo odd-ball<sup>1</sup> 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.

Adicionalmente, con el estímulo frecuente como “diana”, los sujetos ejecutaron una tarea de TRS.

La figura 1 presenta las tres parejas de estímulos.

---

<sup>1</sup> Paradigma cognitivo que consiste en suministrar a un sujeto una serie de estímulos frecuentes u homogéneos intercalando entre ellos de modo totalmente azaroso estímulos desviantes o infrecuentes, los cuales debe detectar ejecutando una actividad mental (contar) o motora (presionar una tecla).

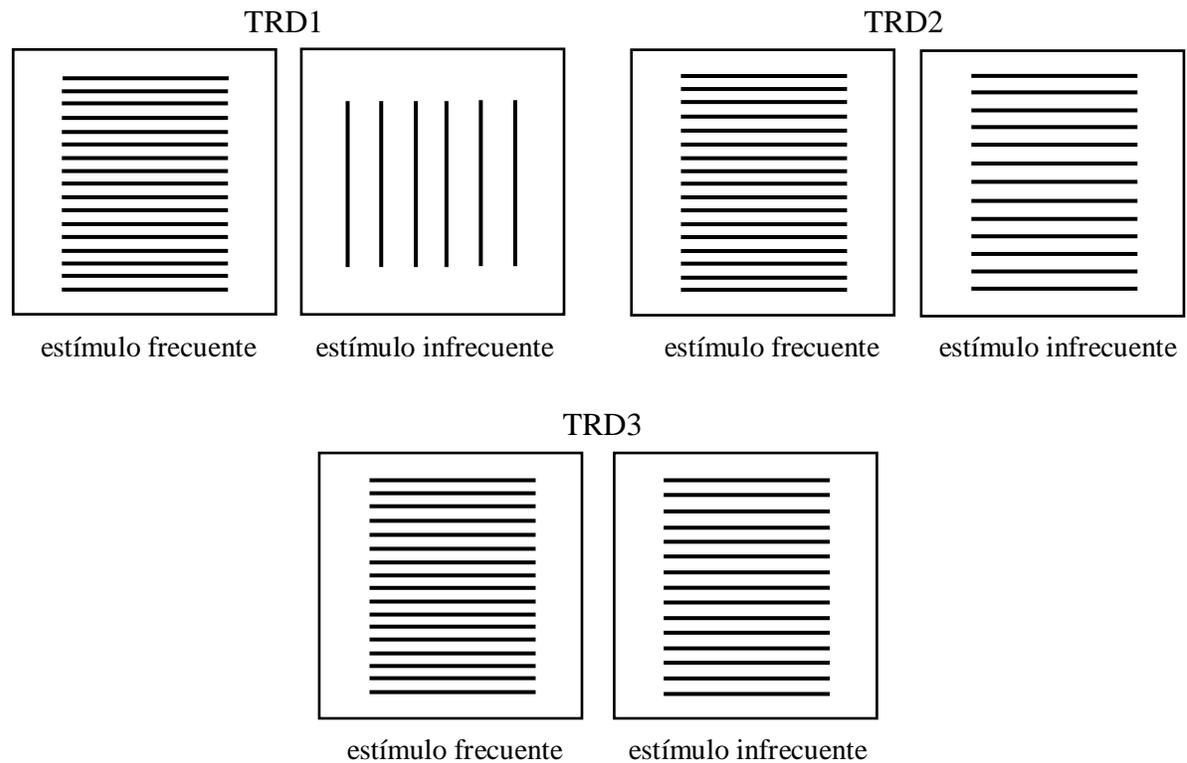


Figura 1. Estímulos utilizados en las tareas de TRD. El estímulo frecuente fue utilizado en la tarea de TRS.

Los estímulos fueron presentados en el centro de un vídeo 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, la probabilidad 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. 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.

#### 2.2.1.1 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 computarizado. 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).

Finalmente, dado que, los sujetos para iniciar cada ensayo debían retornar al botón de inicio, el tiempo que transcurría desde que se liberaba el botón de respuesta hasta que se presionaba nuevamente el botón de inicio fue registrado como tapping o medida del **tiempo motor espontáneo** (TME).

Los sujetos fueron instruidos para que respondieran tan rápido y preciso como les fuera posible. No se ofreció ninguna instrucción acerca de la velocidad con que el sujeto debía regresar al botón de inicio una vez efectuada cada respuesta. Solo se indicó de modo general el procedimiento necesario para dar inicio a cada ensayo.

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** (ErrCom), respuestas incorrectas, también, fueron computados en todos los casos.

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, negra (botón de inicio) y blancas (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. La figura 2 muestra este dispositivo.

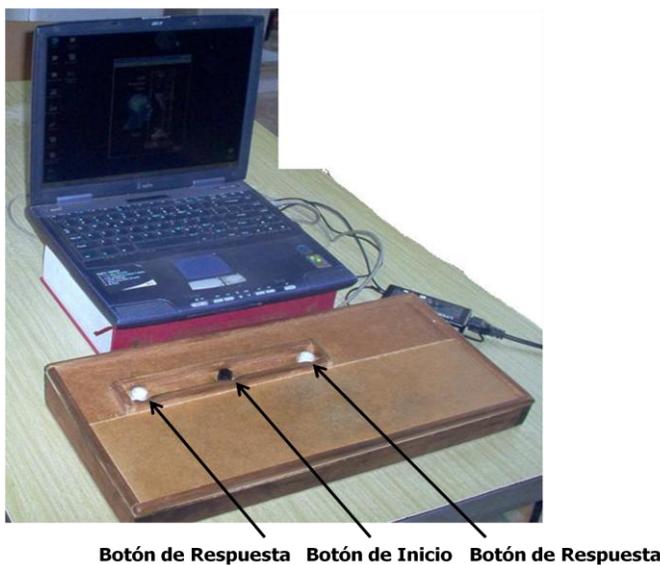


Figura 2. Teclado convencional de computadora adaptado.

Dado que una de las limitaciones metodológicas señaladas a muchos de los estudios que emplean tareas de este tipo es que, usualmente, no se ofrecen suficientes ensayos de práctica a los sujetos (Salthouse & Hedden, 2002) y debido a que en el diseño empleado aquí, el acto motor (recorrer una trayectoria estrictamente determinada entre dos puntos) sea, probablemente, más complejo que la simple acción de apretar un botón exigida en la mayoría de los experimentos de este tipo, 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. Esto 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.

#### 2.2.1.1.1 El Sistema: Split Reaction Time Test

Para implementar el procedimiento descrito anteriormente, se diseñó un programa automatizado ad hoc (Split Reaction Time Test). El algoritmo, desarrollado en Borland Delphi, opera mediante la implementación de tres contadores que trabajan sincrónicamente a partir de la manipulación de las teclas por parte del sujeto. Con la aparición del estímulo, el primer contador comienza el registro del TC que concluye con la liberación del botón de inicio. En sincronía con la liberación de este botón, un segundo contador comienza a registrar el TMO que culmina con la opresión del botón de respuesta. Por último, un tercer contador se activa cuando el sujeto libera el botón de respuesta y regresa a presionar el botón de inicio para dar comienzo al próximo ensayo, registrándose el TME. Una descripción más detallada del algoritmo se brinda en el anexo 1 del presente experimento<sup>2</sup>.

El Split Reaction Time Test ofrece un procedimiento sencillo y directo para fragmentar el TR en los componentes básicos del procesamiento cognitivo: el tiempo central y el tiempo motor, además, permite evaluar el tiempo motor espontáneo mediante una tarea de procesamiento automático. De este modo, el programa brinda un estimado independiente de la contribución respectiva de cada uno de estos componentes a la velocidad de procesamiento de información cuya utilidad es extensible al estudio de diversas condiciones patológicas del sistema nervioso y de su funcionamiento normal.

El Split Reaction Time Test emplea tareas convencionales de TR (tiempo de reacción simple, tiempo de reacción discriminativo, tiempo de reacción preparatorio, entre otras) con una gran variedad de posibles demandas de procesamiento (memoria, atención, percepción, etc.), a las cuales el sujeto se enfrenta con facilidad e, inclusive, a la manera de un pasatiempo. Puede ser utilizado tanto para el diagnóstico del grado de enlentecimiento de estas funciones como para el entrenamiento y la rehabilitación.

El sistema permite utilizar en secuencia o en forma independiente hasta 5 tareas diferentes empleando entre uno y tres estímulos. El tipo de tarea, el grado de dificultad y la forma en que será administrada es seleccionado por el evaluador. Para el registro de las respuestas, como ya se explicó, emplea un teclado convencional de computadora, con una sencilla adaptación.

---

<sup>2</sup> La numeración de los anexos se reinicia en cada experimento.

El sistema ofrece como salida, el acceso visual directo a todos y cada uno de los ensayos de cada tarea con identificación de los tiempos de reacción de cada componente y los tipos de errores. Para cada tarea empleada brinda un sumario con los estadígrafos habituales de cada indicador, los cuales pueden ser comparados con grupos de referencia o con ejecuciones previas del mismo sujeto. Asimismo, los datos de desempeño de cada tarea son fácilmente exportables a hojas Excel desde donde pueden ser importadas por diversos paquetes estadísticos o utilizados para reportes o informes. La siguiente figura muestra la ventana principal y un ejemplo del reporte de datos.

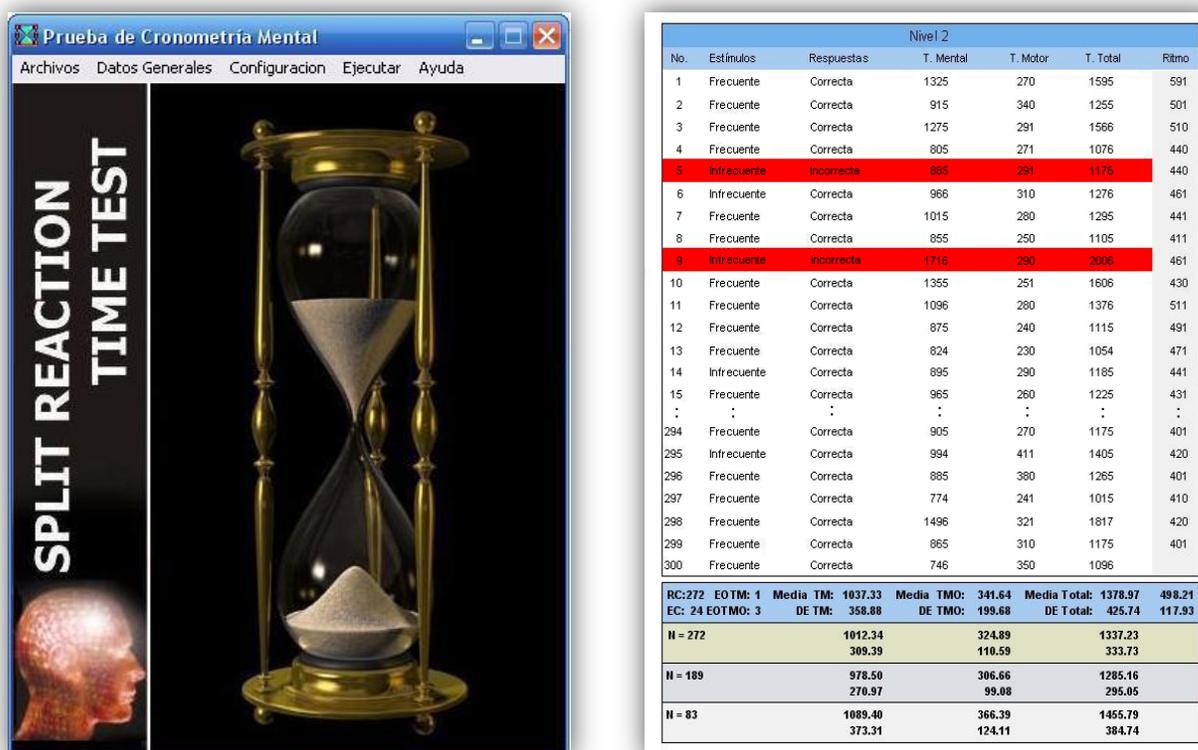


Figura 3. Ventana principal y ejemplo del reporte de datos que brinda el programa

### 2.2.2 Muestra

115 sujetos masculinos sanos, 35 adultos mayores y 80 controles jóvenes, reclutados en los municipios de La Lisa, Arroyo Naranjo y Boyeros participaron en este estudio.

Los mismos fueron seleccionados a partir de los siguientes criterios de inclusión: edad entre 25 y 35 los jóvenes y 65 o más los adultos mayores; puntuaciones normales en la Escala Autoaplicada de Depresión de Zung (Zung, 1965) – administrada a los jóvenes – y la Escala de

Depresión Geriátrica de Yesavage (Yesavage, Brink, Rose, & Lum, 1983) – administrada a los adultos mayores –; puntuaciones normales en la Escala de Cattell para la determinación de la ansiedad (González, 2007); puntuaciones normales en los subtests de vocabulario y diseño de bloques de la Escala de Inteligencia para Adultos de Wechsler (Wechsler, 1981), así como en el Coeficiente de Inteligencia (CI) estimado a partir de estos subtests; puntuaciones normales en la versión al español de la prueba de Acentuación de Palabras (PAP), (Moltó, Igual, Pastor, González-Aniorte, Asensio, 1997).

Los años de escolaridad vencidos fueron recogidos adicionalmente.

Asimismo, mediante una entrevista previa que empleó los ítems básicos del Mini Mental State Examination (Folstein, Folstein, & McHugh, 1975) y una evaluación sobre la historia de salud, se descartó la presencia de antecedentes o signos actuales de trastornos neurológicos, psiquiátricos, consumo de alcohol, drogas o psicofármacos (anexo 2).

Todos los sujetos poseían visión normal o corregida; participaron de forma voluntaria después de expresar por escrito su consentimiento informado (anexo 3). Como resultado del proceso de selección, siete adultos mayores fueron descartados por presentar limitaciones motoras en los miembros superiores lo que les dificultaba la ejecución prolongada de la tarea. La tabla 1 ofrece la descripción y comparación de los grupos, el anexo 4 la operacionalización de las variables.

Tabla 1. Descripción de la muestra

<b>Variables</b>	<b>Adultos Mayores (n=35)</b>	<b>Controles (n=80)</b>	<b>t</b>	<b>gl</b>	<b>p</b>
Edad	72.49 (4.65) <sup>a</sup>	28.91 (4.72)	—	—	—
Años de escolaridad	10.06 (4.25)	12.64 (2.81)	1.59	113	0.12
Ansiedad	5.60 (0.69)	5.68 (0.59)	0.59	113	0.55
Depresión	1.49 (1.12)	26.41(1.52)	—	—	—
PAP	24.34 (3.56)	22.74 (3.32)	-2.33	113	0.021
Vocabulario	13.31 (2.13)	13.60 (1.15)	0.75	43.03	0.46
Cubos	10.63 (3.02)	10.71 (1.69)	0.15	43.55	0.88
Total	23.94 (4.82)	24.31 (2.24)	0.43	40.59	0.67
CI	110.97 (13.52)	112.31 (6.36)	0.56	40.72	0.58

Nota: <sup>a</sup>DE entre paréntesis.

### 2.2.3 Análisis de los datos

La comparación de los grupos en las variables generales se efectuó mediante pruebas t para muestras independientes. Excepto en la prueba de Acentuación de Palabras ( $p=0.021$ ), donde los adultos mayores resultaron superiores a los controles, en las restantes variables no se observaron diferencias significativas entre ellos ( $p>0.12$ ). Ningún adulto mayor mostró puntuaciones por encima del límite superior de normalidad en la depresión; la comparación en esta variable no se ofrece en razón de que se emplearon escalas diferentes. La edad no fue analizada.

#### 2.2.3.1 Tratamiento de las respuestas atípicas

Dado que no existe ningún procedimiento estandarizado para el tratamiento de las respuestas atípicas espurias, respuestas extremadamente rápidas o lentas provocadas por la intervención de variables ajenas al experimento se asumió como criterio de recorte, sobre la base de la revisión de la literatura (Perea & Algarabel, 1999), suprimir todas aquellas respuestas que excedieran en 3 desviaciones estándar el valor de la media individual del promedio del TR en las tres tareas, criterio de hecho bastante restrictivo.

Adicionalmente, con vistas a eliminar las respuestas provocadas por adivinaciones y anticipaciones, toda respuesta que resultara inferior a 250 ms fue eliminada de las series de datos correspondientes al TC y al TME en las tareas de TRD. Para el TMO se empleó un punto de corte a 150 ms en todas las tareas.

#### 2.2.3.2 Entrenamiento

Con la intención de evaluar si los dos grupos adquirieron la misma habilidad en el uso del dispositivo de ejecución de la tarea, se procedió a comparar las curvas de desempeño entre ellos, en la tarea de entrenamiento. Una vez excluidas las respuestas incorrectas, se calculó la media del TMO y del TME de cada sujeto en cada uno de los 200 ensayos de la tarea. Las series así obtenidas fueron divididas en cuatro bloques de 50 ensayos cada uno y sometidas a ANOVAS de medidas repetidas, con el Grupo (controles y adultos mayores) como factor entre sujetos y Bloque (4 bloques) como factor dentro de los sujetos.

### 2.2.3.3 Efecto del tiempo sobre la tarea (fatiga)

Aunque el balanceo de las tareas a través de los tres órdenes posibles de presentación de las mismas protege contra cualquier combinación del efecto de la dificultad con el orden, la influencia del tiempo sobre la tarea (fatiga) sobre el orden final de ejecución no queda excluida con este procedimiento. Por ello, para evaluar esta posibilidad, la media del TC, del TMO y del TME, de los sujetos en cada grupo, fue sometida a un ANOVA de medidas repetidas, donde el Grupo (controles y adultos mayores) fue empleado como factor entre sujetos, y el Orden (uno, dos y tres) como factor dentro de los grupos. La significación del factor de medidas repetidas fue ajustada con la corrección de Greenhouse–Geisser.

### 2.2.3.4 Comparación entre los grupos en las tareas de tiempo de reacción simple, tiempo de reacción discriminativo, tiempo decisional, tiempo motor espontaneo y errores

Las medias del TC, del TMO y del TME de la tarea de TRS, fueron comparadas a través de ANOVAS de un factor (Grupo). Las medias del TC, del TMO y del TME de las tareas de TRD, fueron comparadas mediante ANOVAS de medidas repetidas, con el Grupo y las Tareas como factores. Al TC de cada una de las tres tareas de TRD, le fue sustraído el TC de la tarea de TRS, para obtener un estimado del TD,  $[TD_{(1,2,3)} = TRD_{(1,2,3)} - TRS]$ . Estos valores fueron sometidos, igualmente, a un ANOVA similar a los anteriores. El mismo procedimiento fue utilizado en el análisis de los ErrCom, los EOTC y los EOTMO.

El nivel de significación del factor de medidas fue ajustado con la corrección de Greenhouse–Geisser. En los casos de apreciables violaciones de la esfericidad ( $\epsilon < 0.70$ ), los efectos fueron analizados con el test multivariado de Wilks. El nivel de significación de las comparaciones múltiples se ajustó, en todos los análisis, con el test de Tukey para muestras desiguales (Spjotvoll & Stoline, 1973). Los diferentes tipos de errores fueron sometidos a análisis similares.

## 2.3 Resultados

### 2.3.1 Tratamiento de respuestas atípicas

El porcentaje de respuestas atípicas eliminadas fue equivalente entre los grupos ( $t_{96} = 1.54$ ,  $p = 0.13$ ), controles: 1.91(1.08), adultos mayores: 1.71(0.25). Tomando en cuenta que en la tarea de tapping los sujetos podían establecer libremente el ritmo de ejecución y ello conducir a un

gran número de respuestas extremas que redujera severamente la cantidad de los datos y la conceptualización misma de la tarea, el número de respuestas atípicas eliminadas en cada grupo se ofrece a continuación: controles, tarea1=2.13(1.12), tarea2=2.15(0.97), tarea3=2.07(0.98); adultos mayores, tarea1=1.71(0.61), tarea2=1.74(0.82), tarea3=1.79(1.05).

### 2.3.2 Entrenamiento

La comparación del TMo entre bloques en la tarea de entrenamiento reveló un efecto principal de bloque ( $F_{3,96}=20.63$ ,  $p<0.0001$ ). Las comparaciones entre bloques revelaron que ese efecto es provocado por la diferencia entre el bloque uno y los restantes. A partir del bloque dos no existen diferencias entre ellos en ninguno de los grupos ( $p>0.99$ ). La tabla 2 presenta los resultados de las comparaciones múltiples entre los bloques. A su vez, la comparación del TME entre bloques en esa tarea reveló, también, un efecto de bloque ( $F_{3,96}=48.70$ ,  $p<0.0001$ ). Las comparaciones mostraron que el mismo es provocado, igualmente, por la diferencia entre el bloque uno y los restantes. A partir del bloque dos no existen diferencias entre ellos en ninguno de los grupos ( $p>0.31$ ). En ningún caso tuvo lugar interacción entre grupo y bloque. La tabla 2 presenta los resultados de las comparaciones múltiples entre los bloques en la tarea de entrenamiento. Este resultado queda ilustrado igualmente en la figura 4.

Tabla 2. Comparaciones de TMo y TME entre bloques en la tarea de entrenamiento

Grupo	Comparaciones	TMo	TME
		gl=390	gl=391
Controles	bloque 1 vs bloque 2	0.0001 <sup>a</sup>	0.0001
	bloque 2 vs bloque 3	0.99	0.99
	bloque 3 vs bloque 4	0.99	0.99
Adultos Mayores	bloque 1 vs bloque 2	0.0001	0.0001
	bloque 2 vs bloque 3	0.99	0.31
	bloque 3 vs bloque 4	0.99	0.99

Nota: <sup>a</sup> Las comparaciones múltiples se ajustaron con el test de Bonferroni.

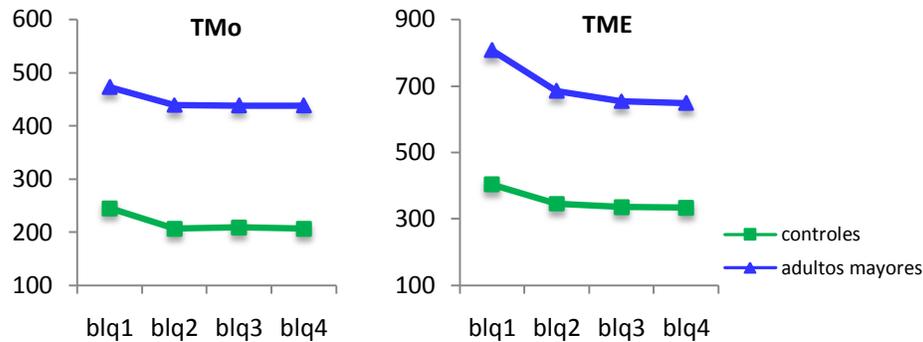


Figura 4. Distribución del TMO y el TME, en cada bloque, durante el entrenamiento.

### 2.3.3 Efecto del tiempo sobre la tarea (fatiga)

No se observó efecto de orden ni interacción de grupo por orden en ninguno de los componentes del TRD ni en la tarea de TME, [TC, orden ( $F_{1,8,72}=0.63$ ,  $p=0.52$ ,  $\epsilon=0.90$ ), grupo por orden ( $F_{1,8,72}=0.08$ ,  $p=0.90$ ,  $\epsilon=0.90$ ); TMO, orden ( $F_{1,5,59}=0.79$ ,  $p=0.43$ ,  $\epsilon=0.75$ ), grupo por orden ( $F_{1,5,59}=1.78$ ,  $p=0.18$ ,  $\epsilon=0.75$ ); TME, orden ( $F_{1,7,68}=0.49$ ,  $p=0.58$ ,  $\epsilon=0.85$ ), grupo por orden ( $F_{1,7,68}=0.80$ ,  $p=0.43$ ,  $\epsilon=0.85$ )]. La figura 1 del anexo 5, ilustra estos resultados.

### 2.3.4 Tiempo de reacción simple: componentes centrales y motores

Se observó un efecto de grupo tanto en el componente central de la tarea como en el motor, TC ( $F_{1,113}=7.63$ ,  $p<0.007$ ), TMO ( $F_{1,113}=292.13$ ,  $p<0.0001$ ). En ambos casos, los adultos mayores se mostraron más lentos que los controles. La tabla 3 presenta los valores medios de cada uno de estos componentes en cada grupo.

Tabla 3. Valores medios de los componentes del TR en la tarea de TRS

Tarea	Grupo	Tiempo Central		Tiempo Motor	
		Media	DE	Media	DE
TRS	Controles	345	47	194	36
	Adultos Mayores	374	60	402	95

### 2.3.5 Tiempo de reacción discriminativo: componentes centrales y motores

La comparación del TC de los grupos reveló un efecto principal de grupo ( $F_{1,113}=59.18$ ,  $p<0.0001$ ), un efecto de tarea ( $F_{1,7,188.7}=324.48$ ,  $p<0.0001$ ,  $\epsilon=0.84$ ), y una interacción de grupo y

tarea ( $F_{1.7,188.7}=36.06$ ,  $p<0.0001$ ,  $\epsilon=0.84$ ). Las comparaciones múltiples revelaron que los adultos mayores fueron más lentos que los controles en las tareas dos y tres [ $p_{(tarea1)}=0.30$ ;  $p_{(tarea2)}<0.005$ ;  $p_{(tarea3)}<0.0001$ ,  $gl=167$ ]. Dentro de cada grupo se observó un aumento progresivo del TR ( $p<0.0001$  en todos los casos).

A su vez, el análisis del TD reflejó un comportamiento similar al del TC, a saber, diferencias entre los grupos ( $F_{1,113}=30.92$ ,  $p<0.0001$ ), efecto de tarea ( $F_{1.7,188.7}=324.5$ ,  $p<0.0001$ ,  $\epsilon=0.84$ ) e interacción de grupo por tarea ( $F_{1.7,188.7}=36$ ,  $p<0.00001$ ,  $\epsilon=0.84$ ). Las comparaciones entre los grupos mostraron diferencias entre ellos en la tarea tres [ $p_{(tarea1)}=0.86$ ;  $p_{(tarea2)}=0.09$ ;  $p_{(tarea3)}<0.0004$ ,  $gl=160$ ]. Dentro de cada grupo se observó, en todos los casos, un aumento progresivo del TD por tareas ( $p<0.0001$ ).

El ANOVA de las medias del TMO, por su parte, mostró igualmente efecto de grupo ( $F_{1,113}=246.43$ ,  $p<0.0001$ ), de tarea ( $F_{1.9,217.9}=10.28$ ,  $p<0.0001$ ,  $\epsilon=0.96$ ) e interacción de grupo por tarea ( $F_{1.9,217.9}=4.94$ ,  $p<0.01$ ,  $\epsilon=0.96$ ). Los adultos mayores resultaron más lentos que los controles en las tres tareas ( $p<0.0001$ ,  $gl=139.3$ ). Dentro del grupo de control el TMO no se modificó a lo largo de las tareas ( $p>0.80$ ). En cambio, en los adultos mayores se observó un incremento de la tarea tres con respecto a la tarea uno [ $p_{(tarea1-2)}=0.28$ ;  $p_{(tarea2-3)}=0.13$ ;  $p_{(tarea1-3)}<0.0001$ ,  $gl=139.3$ ]. Esta diferencia es la que da cuenta de la interacción que se observa entre grupo y tarea. La tabla 4 y figura 5 ilustran todos estos efectos.

Tabla 4. Valores medios de los componentes centrales, decisionales y motores del TR

Tarea	Grupo	Tiempo Central		Tiempo Decisional		Tiempo Motor	
		Media	DE	Media	DE	Media	DE
TRD1	Controles	529	60	184	42	198	36
	Adultos Mayores	599	108	225	134	395	104
TRD2	Controles	577	65	231	49	200	31
	Adultos Mayores	699	109	325	139	408	120
TRD3	Controles	645	80	299	62	203	39
	Adultos Mayores	830	152	456	182	425	118

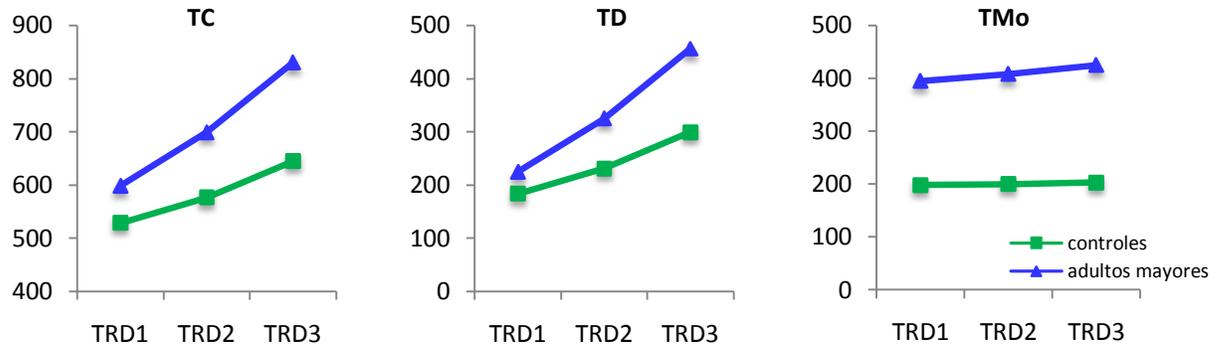


Figura 5. Distribución del TC, el TD y el TMO en cada tarea por grupos.

### 2.3.6 Errores

La cantidad total de errores cometidos en las tareas de TRS por cada grupo fue muy baja (controles: EOTC=0.01, EOTMO=1.06, adultos mayores EOTC=0.26, EOTMO=0.57), por lo que no fueron analizados.

En cuanto a la comparación entre los errores, en las tareas de TRD, el análisis de los ErrCom reveló diferencias entre los grupos ( $F_{1,113}=46.6$ ,  $p<0.0001$ ), entre las tareas ( $F_{2,112}=86.72$ ,  $p<0.0001$ ) e interacción entre grupo y tarea ( $F_{2,112}=23.17$ ,  $p<0.0001$ ). Los adultos mayores sólo cometieron más errores con respecto a los controles en la tarea tres [ $p_{(tarea1)}=0.99$ ;  $p_{(tarea2)}=0.73$ ;  $p_{(tarea3)}<0.0001$ ,  $gl=167$ ]. Las comparaciones dentro de los grupos revelaron que los controles cometieron más errores en las tareas dos y tres que en la uno [ $p_{(tarea1-2)}=0.99$ ;  $p_{(tarea2-3)}<0.0001$ ;  $p_{(tarea1-3)}<0.0001$ ,  $gl=167$ ]. Los adultos mayores, por su parte, mostraron un patrón similar [ $p_{(tarea1-2)}=0.33$ ;  $p_{(tarea2-3)}<0.0001$ ;  $p_{(tarea1-3)}<0.0001$ ,  $gl=167$ ].

Los EOTC también mostraron diferencias entre los grupos ( $F_{1,113}=33.25$ ,  $p<0.0001$ ), entre las tareas ( $F_{1.7,201.1}=6.26$ ,  $p<0.003$ ,  $\epsilon=0.89$ ) pero no interacción entre grupo y tarea ( $F_{1.7,201.1}=3$ ,  $p=0.06$ ,  $\epsilon=0.89$ ). Los grupos mostraron diferencias en la tarea tres [ $p<0.0006$ ,  $gl=336.6$ ]. Dentro de los grupos, los controles cometieron la misma cantidad de errores en todas las tareas ( $p>0.90$ ,  $gl=336.3$ ), en los adultos mayores, en contraste, el número de errores resultó superior en la tarea tres con respecto a la tarea uno [ $p_{(tarea1-2)}=0.94$ ;  $p_{(tarea2-3)}=0.12$ ;  $p_{(tarea1-3)}<0.007$ ,  $gl=336.6$ ].

Finalmente, los errores de omisión de tiempo motor, EOTMO, no revelaron diferencias entre los grupos ( $F_{1,113}=0.12$ ,  $p=0.72$ ), sí mostraron diferencias entre tareas ( $F_{2,112}=3.74$ ,  $p<0.03$ ) pero no

interacción entre grupo y tarea ( $F_{2,112}=1.03$ ,  $p=0.36$ ). No se observaron diferencias entre grupos en ninguna tarea ( $p>96$ ,  $gl=295.8$ ). De modo similar, dentro de los grupos, el número de EOTMo fue equivalente a lo largo de todas las tareas ( $p>0.14$ ,  $gl=295.8$ ). Este resultado confirma la equivalencia entre los grupos en la habilidad para emplear el dispositivo de respuesta.

La tabla 5 muestra la distribución de los errores en cada grupo, y la figura 6 las diferencias observadas.

Tabla 5. Valores medios de cada tipo de error en tareas de TRD

Tarea	Grupo	ErrCom		EOTC		EOTMo	
		Media	DE	Media	DE	Media	DE
TRD1	Controles	0.21	0.52	0.01	0.11	0.68	1.34
	Adultos Mayores	0.17	0.38	0.17	0.45	0.48	0.78
TRD2	Controles	0.95	1.65	0.00	0.00	0.48	0.93
	Adultos Mayores	3.74	6.52	0.25	0.61	0.51	0.81
TRD3	Controles	8.65	7.09	0.06	0.24	0.85	1.25
	Adultos Mayores	25.94	20.65	0.48	0.88	1.22	3.30

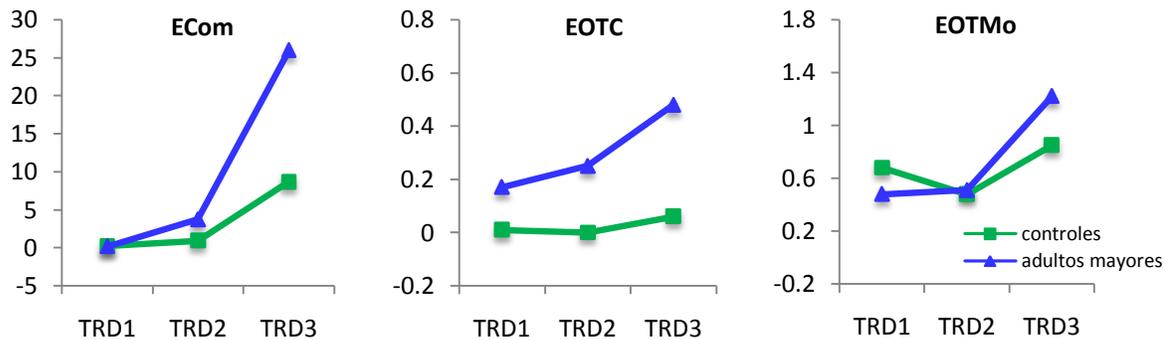


Figura 6. Distribución de cada tipo de error en las tareas de TRD.

### 2.3.7 Tapping: tiempo motor espontáneo

Tanto en la tarea de TRS ( $F_{1,113}=189.03$ ,  $p<0.0001$ ) como en las de TRD, los adultos mayores resultaron más lentos en la tarea de TME. La comparación entre grupos en las tareas de TRD mostró un efecto de grupo ( $F_{1,113}=179.32$ ,  $p<0.0001$ ) y de tarea ( $F_{1.7,191}=3.90$ ,  $p<0.03$ ,  $\epsilon=0.85$ ),

pero no interacción de grupo y tarea ( $F_{1,7,191}=1.54$ ,  $p=0.22$ ,  $\epsilon=0.85$ ). Los grupos difirieron entre si en las tres tareas ( $p<0.0001$ ,  $gl=144.4$ ). Dentro de cada grupo no hubo diferencias entre tareas ( $p>0.17$ ). La tabla 6 describe estos resultados en las cuatro tareas empleadas y la figura 7 refleja el comportamiento de los grupos en las tareas de TRD.

Tabla 6. Valores medios del tiempo motor espontáneo en cada tarea de TRD

Tarea	Grupo	TME	
		Media	DE
TRS	Controles	307	59
	Adultos Mayores	626	188
TRD1	Controles	298	58
	Adultos Mayores	627	213
TRD2	Controles	303	58
	Adultos Mayores	659	263
TRD3	Controles	309	59
	Adultos Mayores	659	212

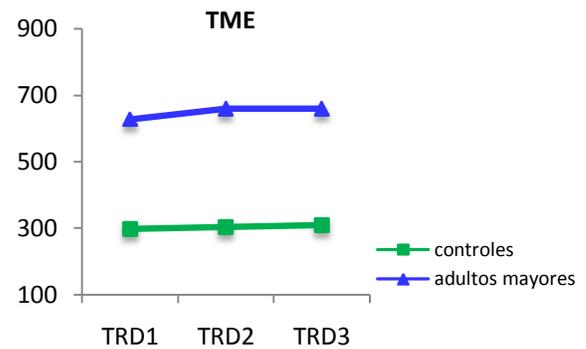


Figura 7. Distribución del TME en las tareas de TRD.

## 2.4 Discusión

El presente experimento ha examinado las características dinámicas o el patrón temporal del EC en adultos mayores bajo las condiciones típicas de los experimentos que estudian este fenómeno, a saber, tareas de TRD donde las demandas de procesamiento se incrementan progresivamente mientras se mantienen constantes los requerimientos de respuesta motora bajo el supuesto, formulado por la hipótesis del factor general, de que el EC, en este grupo, es una función de la reducción de la velocidad de procesamiento de los componentes centrales que se incrementa con la dificultad de las demandas y que los componentes periféricos del TR no se afectan por esta influencia (Cerella, 1985; Salthouse, 1991; 2009; Salthouse & Babcock, 1991).

Sin embargo, a diferencia de esos estudios, en que el único indicador del TR analizado es la latencia del TR total y donde, por tanto, el comportamiento de cada uno de los componentes de la velocidad de respuesta, componentes centrales y motores, no puede ser distinguido, en este se ha empleado un procedimiento conductual de fragmentación del TR donde los componentes

centrales (decisionales) y el componente de ejecución o motor han sido registrados en forma independiente. Adicionalmente, se ha introducido, dentro del mismo diseño experimental, un acto motor de naturaleza equivalente, en cuanto a requerimientos de ejecución, al del componente motor de las tareas de TR pero que es ejecutado como un acto automático. Finalmente, una tarea de TRS que utilizó las mismas demandas de codificación sensorial que la tarea de TRD pero donde se fragmentó igualmente el registro de los dos componentes del TR, permitió obtener un estimado del tiempo sensorial y del TD.

Además, y también a diferencia de otros estudios y del criterio de dificultad o complejidad con que se incluyen las tareas de TR en los metanálisis examinados, en el presente, las demandas o grado de complejidad de la tarea han sido manipuladas sobre la base de la variación exclusiva de la dimensión cuantitativa de los estímulos de tal modo, que se puede asumir, con razonable certeza, que la arquitectura funcional del sistema de operaciones que interviene en cada nivel de dificultad de la tarea no se modifica y que cualquier cambio en la velocidad del TR observado sea atribuible, exclusivamente, a cambios en la velocidad de las mismas operaciones cognitivas.

El resultado observado en este contexto ha puesto de manifiesto un patrón temporal de EC en los adultos mayores que no coincide completamente con el predicho por la hipótesis del factor general.

Ante todo, la comparación entre los grupos, ha mostrado un enlentecimiento multiplicativo del componente central del TR en los adultos mayores, que reproduce el señalado por la hipótesis del factor general a partir del análisis de la latencia del TR total (Cerella, 1985; Salthouse y Babcock, 1991).

En contraste, y a diferencia de la expectativa que se deriva de la hipótesis del factor general pero, en consonancia con la mayor parte de la literatura (Bashore, 1990; Bashore & Ridderinkhof, 2002; Fisk et al., 1992; Verhaeghen & Cerella, 2002), diferencias entre los grupos que favorecen a los controles fueron observadas en el componente central de la tarea de TRS, lo que revela un enlentecimiento específico de los componentes sensoriales de codificación.

En segundo lugar, se ha observado enlentecimiento del componente motor del TR. Pero, a diferencia del encontrado por Bunce (2001), donde tuvo lugar un enlentecimiento aditivo de ese componente, el ocurrido aquí mostró un crecimiento multiplicativo.

Un efecto similar a éste, en una porción del TR relativamente comparable al segmento definido aquí como TMo, (TR-P300), ha sido reiteradamente reportado en metanálisis que han comparado adultos mayores y jóvenes a través de una amplia variedad de tareas de TRD (Bashore, 1990; Bashore & Ridderinkhof, 2002). En estos estudios, tal lentificación ha sido atribuida a la intervención de factores no neurales, esto es, a la adopción de estrategias de respuesta conservadoras por parte de los adultos mayores y, también, a una lentificación específica de las operaciones de preparación motora posteriores a las de discriminación y evaluación de los estímulos, limitaciones en las operaciones del final del procesamiento del estímulo (selección y activación de respuesta).

Con independencia de que el segmento temporal considerado en esos estudios, el intervalo post-P300 (TR-P300), incluye operaciones de decisión, hecho que por si mismo podría dar cuenta del efecto multiplicativo observado allí, la interpretación en términos de intervención de estrategias puede ser razonablemente excluida en este experimento. Aunque un examen completo de la función de precisión-velocidad no fue llevado a cabo, un análisis post hoc de correlación entre el TMo y la comisión de errores en cada tarea, dentro de cada grupo, mostró, en todos los casos, correlaciones nulas o positivas entre estas variables, lo que indica que el aumento del TMo de los adultos mayores no tiene relación con la tendencia general en la comisión de errores<sup>3</sup>.

Por su parte, sin embargo, el mantener constantes las demandas de respuesta (selección de respuesta) excluiría, en principio, la intervención de mecanismos de control atencional sobre ese componente y reduciría a un déficit de activación de respuesta la lentificación observada en cuyo caso la lentificación esperada debería ser aditiva o constante a través de las tareas, tal y como tuvo lugar en el estudio de Bunce et al. (2004).

No obstante, vale la pena notar aquí, por las implicaciones que tiene para el análisis que sigue, que, en el citado estudio, se consideró, como componente motor, el intervalo que transcurrió desde que el sujeto liberaba el botón de respuesta hasta que oprimía el botón de inicio para dar comienzo a un nuevo ensayo, es decir, justamente, el definido aquí como TME. En este experimento, en cambio, el acto que constituía la respuesta a cada ensayo (TMo), quedó asociado

---

<sup>3</sup> (controles,  $r_{(TMo1-ErrCom1)}=0.05$ ,  $p=0.63$ ;  $r_{(TMo2-ErrCom2)}=0.07$ ,  $p=0.55$ ;  $r_{(TMo3-ErrCom3)}=0.38$ ,  $p<0.01$ ; adultos mayores,  $r_{(TMo1-ErrCom1)}=0.02$ ,  $p=0.90$ ;  $r_{(TMo2-ErrCom2)}=-0.08$ ,  $p=0.65$ ;  $r_{(TMo3-ErrCom3)}=0.10$ ,  $p=0.56$ ).

al componente central<sup>4</sup> (la selección de respuesta) y, por tanto, no puede ser directamente comparado con el componente motor de ese estudio.

Por ello, para comprender la naturaleza del enlentecimiento del componente motor observado aquí (efecto de grupo e interacción entre grupo y tarea), es necesaria una inspección detallada del carácter del enlentecimiento tanto del componente central como del motor que ha tenido lugar en este experimento. La misma descubre algunas diferencias entre sus características dinámicas que deben ser tenidas en cuenta para comprender sus diferencias con los experimentos de Bunce y Bashore.

Respecto al componente central, tanto en adultos mayores como en los controles, el TR se lentifica progresivamente a lo largo de las tareas, es decir, que el efecto de dificultad se manifiesta en ambos. Al comparar la magnitud de este efecto entre los grupos se constata que el mismo es superior en los adultos mayores que en los jóvenes en las tres tareas: por cada nivel de dificultad añadido, el TC de los adultos mayores se enlentece significativamente más que el de los jóvenes. Sin embargo, aunque el TC de los grupos es diferente en las tres tareas, las diferencias alcanzan significación estadística sólo a partir de la segunda (TRD1,  $p=0.30$ ; TRD2,  $p<0.005$ ; TRD3,  $p<0.0001$ ). Este patrón indica que, aunque los adultos mayores tienden a ser más lentos en el componente central, bajo cualquier nivel de dificultad de la tarea, sus diferencias con los jóvenes se hacen patentes sólo después de superar un cierto umbral de complejidad de demandas. Más aún, el análisis del TD, que elimina la influencia de los componentes sensoriales del TC muestra, más claramente, esta tendencia: el TD de ambos grupos tiende a crecer a lo largo de las tareas pero, un incremento sensible del mismo en los adultos mayores con respecto a los jóvenes, tiene lugar, únicamente, en la tarea tres, es decir, ante elevadas demandas de control.

Para ambos grupos, entonces, el incremento de las demandas de procesamiento impone el mismo patrón de cambio en la duración de la actividad de los componentes centrales: a mayores

---

<sup>4</sup> Esta modificación del procedimiento se justifica a partir del supuesto de que, ante demandas idénticas de respuesta, la velocidad de ese componente no varíe a lo largo de las tareas y, entonces, sólo se modifique por un factor constante la velocidad del componente central. Dado que los propósitos de ese estudio eran estudiar el efecto de la combinación de la fatiga (tiempo sobre la tarea) con el grado de dificultad de procesamiento en los adultos mayores, ello permitió que la urgencia de velocidad se mantuviera entre los ensayos, pues los sujetos no podían tomarse breves descansos entre el final y el inicio de cada ensayo ya que la consigna incluía “regresar al botón de inicio tan rápido como pueda”.

demandas mayor TR; las diferencias entre los grupos dependen, en primera instancia, de la sensibilidad de esas operaciones al efecto de la complejidad. El patrón dinámico de enlentecimiento es común para ambos, su diferencia es de grado, no de clase.

Respecto al componente motor, el panorama es diferente. Primero, las diferencias existen entre los grupos en las tres tareas ( $p > 0.0001$ ). Los adultos mayores son siempre significativamente más lentos que los jóvenes. Segundo, como cabría esperar en condiciones en que los requerimientos de respuesta se mantienen constantes, en los controles, el TMo es, prácticamente, idéntico a través de las tres tareas ( $p > 0.80$ ), es decir, su velocidad no muestra ninguna relación con la variación en el nivel de las demandas de procesamiento. Tercero, y en contraste con esto último, en los adultos mayores, la velocidad de este componente muestra una tendencia a incrementarse entre las tareas: es estadísticamente equivalente entre las tareas inmediatas ( $TMo1 = TMo2$ ,  $TMo2 = TMo3$ ) pero llega a ser estadísticamente diferente entre las tareas uno y tres ( $TMo1 < TMo3$ ), entre las condiciones de menores y mayores demandas. De hecho, el incremento entre esas dos tareas es el que da cuenta de la interacción que tiene lugar entre grupo y tarea.

Tal comportamiento del TMo sugiere que, su duración puede estar reflejando, simultáneamente, un déficit en el componente de preparación motora (efecto aditivo), y, como en el caso del componente decisional, un déficit inducido por la complejidad o demandas de la tarea. Este último, sin embargo, parece mostrar un mayor umbral de complejidad.

Dos argumentos pueden ser invocados para apoyar esta conclusión. Primero, si existe un efecto de lentificación del TMo en los adultos mayores, independiente de la magnitud de las demandas y asociado a un déficit específico de velocidad de las operaciones de preparación motora, las diferencias en TMo, entre los grupos, en la tarea de TRS y en las dos primeras condiciones de la tarea de TRD deben ser equivalente. Un ANOVA realizado posteriormente y que incluyó como variables dependientes el TMo de la tarea de TRS y el de las dos primeras condiciones de la tarea de TRD, reveló efecto de grupo ( $p < 0.0001$ ) pero no efecto de tarea ( $p = 0.25$ ), ni interacción entre

grupo y tarea ( $p=0.38$ ). Dentro de ambos grupos el TMO fue equivalente entre tareas (controles,  $p>0.88$ ; adultos mayores,  $p>0.55$ )<sup>5</sup>.

Segundo, si este déficit existe y traduce una reducción generalizada de la velocidad de procesamiento, una lentificación aditiva o constante debería ser observada en el acto motor de la tarea de TME que reproduce el acto motor de la tarea experimental en ausencia de demanda de control. El análisis del TME mostró, precisamente ese efecto.

El precedente análisis conduce así a considerar que el aumento de duración del componente motor de este experimento refleja una doble modulación. Por una parte, revela la influencia de un factor de lentificación constante (tareas uno y dos), probablemente, relacionado con un déficit en las operaciones de activación de respuesta y que sería responsable, también, de la lentificación observada en el TME y en el componente motor de la tarea de TRS, es decir, de un factor general de lentificación. Por otra, una influencia relacionada con la complejidad o dificultad de la tarea de una naturaleza similar a la que muestra el componente decisional (tarea tres). Aparentemente, el déficit de control que lentifica las operaciones discriminación y decisión binaria se extiende a las de selección de respuesta amplificando el déficit específico de activación motora, ante elevadas demandas de control atencional.

Esta interpretación es consistente con el efecto multiplicativo del intervalo post-P300 reportado por Bashore (1990) y puede ser, también, interpretado como un déficit en los componentes del llamado final del procesamiento con independencia de cualquier influencia adicional de la adopción de estrategias conservadoras de respuesta por parte de los adultos mayores.

El examen de la distribución de los errores registrados brinda un apoyo adicional a esta conclusión. La distribución de los errores de omisión de TC mostró que ellos tienden a aumentar, también, en los adultos mayores con el aumento de la dificultad, aunque de una forma más escalonada que los errores de comisión. Mientras que en los controles el número de errores de este tipo no varía a lo largo de las tareas, en los adultos mayores, la proporción se triplica de la tarea uno a la tarea tres pero no varió entre tareas sucesivas.

---

<sup>5</sup> Grupo:  $F_{1,113}=294.6$ ,  $p<0.0001$ ; Tarea:  $F_{1.6,182.6}=1.40$ ,  $p=0.25$ ,  $\epsilon=0.81$ ; Grupo por Tarea:  $F_{1.6,182.6}=0.93$ ,  $p=0.38$ ,  $\epsilon=0.81$

Por su parte, las diferencias en los errores de comisión, coinciden, claramente, con el patrón general del TD: a mayor dificultad de la tarea, el número de errores de cada grupo se incrementa pero el de los adultos mayores lo hace en mayor proporción. Las diferencias entre los grupos se hicieron patentes a partir de la tarea dos.

Sí, los errores de comisión revelan la proporción de decisiones o selecciones erróneas entre respuestas, los de omisión de TC, indican, o bien que la decisión o la selección entre respuestas no fue tomada a tiempo, o bien, que el nivel de la activación de las respuestas no fue suficiente para completar la respuesta en el período apropiado.

De este modo, tanto el análisis del componente central como del componente motor de este experimento, dan apoyo a la idea de una doble modulación del EC en los adultos mayores, en la que intervienen, tanto un factor general de velocidad como un factor dependiente de la necesidad de control atencional sobre las operaciones computacionales necesarias para completar la tarea ya sean estas las decisionales o las relacionadas con la preparación de respuesta. El hecho, de que en el estudio de Bunce (2001) no se haya observado lentificación multiplicativa en el componente motor puede ser comprendido sobre la base de que el componente motor en ese estudio, aunque fue ejecutado bajo la urgencia de velocidad (“regrese al botón de inicio tan rápido como pueda”), no formaba parte, en rigor, de las operaciones necesarias para completar cada ensayo de la tarea, es decir, estaba sujeto, solamente a una demanda de activación de respuesta, comparable, en todo caso con el de la tarea de TRS del presente experimento.

El análisis del TME, es decir, del mismo acto motor pero ejecutado en ausencia de demandas de control atencional y donde la velocidad de ejecución es establecida espontáneamente por el sujeto, en otras palabras, bajo condiciones de procesamiento automático, ha revelado, claramente que los adultos mayores exhiben un déficit de velocidad en el componente motor. Junto con ello, la presencia de un déficit similar en el componente de codificación sensorial en la tarea de TRS pone de manifiesto que esa reducción de velocidad de procesamiento alcanza en los adultos mayores a todos los componentes de procesamiento. La magnitud de ese efecto, sin embargo, depende de la modalidad de procesamiento en el que es activado: controlado o automático. Existe, efectivamente, un déficit general de velocidad de procesamiento asociado a la edad que alcanza a todas las operaciones computacionales (codificación, discriminación, decisión,

selección y activación de respuesta) pero, ante la necesidad de aplicar control atencional, la influencia de ese déficit se “amplifica”.

Se disponen de evidencias que demuestran que los adultos mayores no son capaces de mantener o aplicar el control sobre el procesamiento durante el mismo tiempo (De Jong, 2001; West et al., 2002) que los jóvenes cuando ejecutan tareas con demandas elevadas de procesamiento.

De Jong (2001) ha proporcionado datos que indican que el costo atencional del cambio de tarea no puede ser reducido en los adultos mayores proporcionándoles tiempo adicional para prepararse y que ellos logran ejercer un control efectivo sobre una menor proporción de ensayos que los jóvenes. West et al., (2002) han sugerido que esta limitación para el ejercicio del control está relacionada específicamente con situaciones de elevadas demandas de control y que puede ser manifestación de lapsus de atención cuyas consecuencias son un aumento de la variabilidad de la velocidad de procesamiento de los componentes afectados y, por esa vía, causa de lentificación del TR. De hecho, el aumento de la variabilidad de la velocidad de procesamiento por efecto del incremento de las demandas de control atencional se observa, en una amplia gama de estados patológicos del sistema nervioso (demencias, trauma craneal, síndrome de inatención hiperactividad) e inclusive, en sujetos sanos (Bunce et al., 2004).

Trabajos recientes (Andrés et al., 2008; Fairfield & Mammarella 2009) han revelado que, en los adultos mayores sanos, aparece un déficit en las operaciones de inhibición y discriminación entre estímulos cuando estos se ven precisados a ejecutar tareas con altas demandas atencionales. Del mismo modo pero desde una perspectiva neurobiológica, Reuter-Lorenz y Cappell (2008), han apelado a la hipótesis de CRUNCH (hipótesis compensatoria relacionada con la utilización de los circuitos neurales), para dar cuenta del hecho de que en las personas de la tercera edad ocurre una sobreactivación compensatoria de los circuitos neurales ante el incremento de las demandas de la tarea, para poder hacer lo mismo que los jóvenes y hacerlo bien; esta sobreactivación es más pronunciada en las regiones prefrontales, que es donde, paradójicamente, mas evidencia de atrofia cortical existe relacionada con la edad. Ellos plantean que son las funciones ejecutivas las que sustentan esta activación, al ser reclutadas “adaptativamente” para enfrentar los cambios de la dificultad, aunque, más allá de cierto punto, la estrategia de reclutar más áreas falla (se alcanza un efecto de techo en el procesamiento de la dificultad) y, el procesamiento comienza a ser insuficiente en los adultos mayores, circunstancia que no ocurre en los jóvenes. Esta explicación

sobre los mecanismos de adaptación que emplea el cerebro para contrarrestar su propio envejecimiento, es coherente con los resultados alcanzados en este experimento y podría ser la causa subyacente que explicase, por ejemplo, la “amplificación” de los errores de comisión en la tarea de tiempo de reacción discriminativo tres, en el grupo de los adultos mayores con relación a los controles.

Sin embargo, el estudio de la influencia de la variabilidad sobre la velocidad de procesamiento comporta dificultades metodológicas relacionadas con el hecho de que, al funcionamiento de todo proceso o sistema biológico, le son inherentes fluctuaciones momento a momento (Castellanos et al., 2005) que son, en principio, indistinguibles de aquellas que pueden ser provocadas por la acción de variables experimentales o clínicas (lapsus de atención, por ejemplo). Esta circunstancia exige la utilización de modelos de distribución del TR donde tal distinción sea posible.

## 2.5 Conclusiones

El presente experimento confirma que los adultos mayores exhiben consistentemente enlentecimiento de la velocidad de procesamiento de información con respecto a controles jóvenes. Este enlentecimiento tiene un carácter general que abarca probablemente a todos los componentes del TR. La naturaleza de esta influencia parece, no obstante, ser modificable por las demandas de la tarea, en cuyo caso, adquiere una dimensión interactiva. Ello explicaría el efecto multiplicativo que se observa bajo condiciones de procesamiento controlado y el efecto aditivo que tiene lugar bajo condiciones de procesamiento automático. La disociación observada sugiere que, el EC en los adultos mayores esta modulada por el llamado factor general de enlentecimiento provocado por una reducción general de la velocidad de procesamiento y también, probablemente, por un segundo factor relacionado con los mecanismos de control atencional.

La naturaleza de este segundo factor estaría vinculada con la ocurrencia de lapsus de atención que inducen un aumento de la variabilidad en los adultos mayores y por consiguiente el incremento de respuestas extremas lentas conducentes al aumento desproporcionado del TR.

3. EXPERIMENTO 2. VARIABILIDAD Y ENLENTECIMIENTO COGNITIVO EN LOS  
ADULTOS MAYORES: LIMITACIONES DEL CONTROL ATENCIONAL

### 3. EXPERIMENTO 2. VARIABILIDAD Y ENLENTECIMIENTO COGNITIVO EN LOS ADULTOS MAYORES: LIMITACIONES DEL CONTROL ATENCIONAL

#### 3.1 Introducción

La lentificación del TR que se observa en diversas condiciones patológicas del sistema nervioso central se ha asociado con trastornos en las funciones de control atencional (Andrés et al., 2008; Fairfield & Mammarella 2009; Stuss et al., 1995; Stuss, et al., 2003; Stuss et al., 2005). Entre los efectos que provocan estas limitaciones sobre la velocidad de procesamiento de información se encuentran los llamados lapsus de atención o interrupciones transitorias en la regulación del curso eficiente de las operaciones computacionales (Bunce et al., 2004; Hervey et al., 2006; Stuss et al., 2003; West et al., 2002). La aparición de lapsus atencionales provoca, ante todo, el aumento de la variabilidad en la velocidad de respuesta y es correlativa del aumento de demandas de procesamiento, inclusive en sujetos sanos (Van der Molen, 1996). Por variabilidad de la velocidad de respuesta se entienden las fluctuaciones intermitentes de corta duración en la ejecución, no los cambios duraderos y sistemáticos debidos, al aprendizaje, la práctica, el desarrollo o la mejora o empeoramiento del estatus clínico (Stuss et al., 2003).

Debido a la sensibilidad de este indicador tanto para identificar la influencia de variables experimentales en la dinámica de la arquitectura cognitiva, como por su significación para la comprensión de muchos de los trastornos a los que se asocia, su estudio se ha convertido en un tema de gran relevancia. Particular esfuerzo se ha dedicado al estudio de la variabilidad de la velocidad de procesamiento en la investigación del síndrome de inatención-hiperactividad, considerado eminentemente como un trastorno atencional, a partir de la observación de que esos sujetos, con no poca frecuencia, se distinguen de sus controles sanos, más por la variabilidad del TR que por su velocidad misma (Castellanos et al., 2005; Hervey et al., 2006; Leth-Steensen et al., 2000). En el estudio de otras patologías del sistema nervioso, también se reporta una estrecha asociación entre lentificación del TR o de la velocidad de procesamiento en general y el incremento de la variabilidad (demencias: Christensen et al., 2005; Escandon et al., 2010; Murtha et al., 2002; enfermedad de párkinson: Burton, Strauss, Hultsch, Moll, & Hunter, 2006; epilepsia: Bruhn & Parson, 1977).

En sujetos sanos, las relaciones entre ejecución y control atencional se han estudiado, también, a partir del fenómeno de la variabilidad dentro y entre tareas (Balota & Spieler, 1999; Heitz & Engle, 2007; Hockley, 1984; Kane, Conway, Hambrick, & Eagle, 2007; Penner-Wilger, Leth-Steensen, Smith-Chant, & LeFevre, 2002; Perea, 1999; Schmiedek, Oberauer, Wilhelm, Süß, & Wittmann, 2007; Spieler & Balota, 2000; Unsworth, Redick, Lakey, & Young, 2010) debido, sobretudo, a que en ellos, el incremento de la variabilidad está limitado casi exclusivamente a tareas cuyas condiciones requieren la participación directa de los procesos de control ejecutivo.

Por otra parte, el aumento de la variabilidad del TR a lo largo de la vida resulta tan conspicuo, que el estudio de la influencia de esta variable en el enlentecimiento cognitivo que caracteriza al envejecimiento, ocupa, en la actualidad, tanto espacio en la literatura sobre este grupo, como los estudios que evalúan directamente los cambios en el TR (Bellgrove et al., 2004; Bunce et al., 2004; Escandon et al., 2010; Hulstsch & MacDonald, 2004; Luszcz, 2004; MacDonald & Hulstsch, 2003; Madden et al., 1999; MacAuley et al., 2006; Nesselroade & Salthouse, 2004; Salthouse & Berish, 2005; Shami et al., 1998; Smith, Valentine & Arruda, 2003; Stuss et al., 2003; West et al., 2002; Williams et al., 2005).

El efecto inmediato del aumento de la variabilidad, provocada por lapsus de atención, sobre la velocidad de procesamiento de información es el incremento de la frecuencia de aparición de repuestas lentas o atípicas con relación a la velocidad promedio de un sujeto en una tarea dada (Heathcote, Popiel, & Mewhort, 1991; Luce, 1986; MacAuley et al., 2006). La consecuencia de este fenómeno es el desplazamiento de la distribución de frecuencias del TR hacia la derecha de la distribución, un incremento del skew o asimetría positiva de la curva, con independencia de que la media del TR se desplace, también, en esa dirección, en razón de que esas repuestas atípicas lentas pueden coexistir con repuestas razonablemente rápidas (Hervey et al., 2006). Este efecto es diferente del que produce un déficit o limitación en la velocidad de los procesos que realizan la computación mental de la tarea ya que un déficit de este tipo produce un aumento generalizado del TR a lo largo de toda la ejecución y el consiguiente desplazamiento de la media (anexo 1).

Dado el hecho de que, primero, en toda distribución de TR se introduce, siempre, una cantidad de repuestas atípicas lentas provocadas por la intervención azarosa de variables ajenas (distracciones involuntarias, interrupciones casuales, etc.), segundo, de que no existe ningún

criterio objetivo para distinguir entre estas y las provocadas por un aumento de la variabilidad y, tercero, que tales respuestas espurias producen “ruido” que distorsiona la normal distribución del TR, el criterio usual es eliminarlas o practicar alguna transformación de los datos que normalice la distribución antes del análisis.

Sin embargo, desde la perspectiva de que la variabilidad de la velocidad de respuesta puede ser una fuente, quizá la más sensible, de información relevante acerca del estado de las funciones de control de las operaciones cognitivas, este procedimiento de normalización de la distribución de los datos equivale a suprimirla. De hecho, ha sido demostrado que la distribución característica del tiempo de respuesta en la mayoría de las tareas de velocidad, inclusive en sujetos sanos, muestra una considerable asimetría positiva lo que significa que se ajustan mal a la distribución gaussiana (Heathcote, 1996). Resulta así, que el estudio de la variabilidad del TR requiere de modelos que contemplen la forma completa de la distribución de los datos pues pueden contener información sobre la variabilidad, relevante para comprender el estado del control ejecutivo.

### 3.1.1 El análisis de la distribución probabilística del tiempo de reacción: la distribución ex-gaussiana

Aunque existen aplicaciones con diversas distribuciones teóricas (Van Zandt, 2000), la más difundida en el análisis del TR es la llamada distribución ex-gaussiana (Hervey et al., 2006; Leth-Steensen et al., 2000; Luce, 1986; Madden et al., 1999; MacAuley et al., 2006; Penner-Wilger et al., 2002). La distribución ex-gaussiana es el resultado de la convolución de dos variables aleatorias independientes, una con distribución gaussiana o normal, y otra con distribución exponencial. Esta distribución se describe con tres parámetros:  $\mu$ ,  $\sigma$  y  $\tau$ . Los parámetros  $\mu$  y  $\sigma$  describen, respectivamente, la media y la desviación estándar del componente gaussiano de la distribución y  $\tau$ , corresponde, precisamente, a la porción de la distribución donde se sitúan las respuestas atípicas extremas. De este modo  $\mu$  y  $\sigma$  reflejan la velocidad y la dispersión de la ejecución promedio mientras que  $\tau$  las respuestas extremas lentas (ver pág. 137 de los anexos).

Originalmente, el interés en la distribución ex-gaussiana estuvo estimulado por la intención de identificar cada uno de los dos componentes matemáticos de la misma (el gaussiano y el exponencial) con diversos estadios de procesamiento (codificación, decisión, motor, etc.)

(Heathcote et al., 1991; Hockley, 1984; Luce, 1986). Aunque ninguno de estos intentos resultó exitoso, el uso de esta distribución se ha extendido, en comparación con otros modelos posibles (lognormal, Gamma, Weibull, etc.), al análisis de curvas empíricas de TR y a su interpretación en términos de la dinámica del procesamiento cognitivo. En cualquier caso, aún cuando los parámetros de esta distribución puedan contribuir a comprender la dinámica de los procesos cognitivos (por ejemplo, la influencia de factores experimentales sobre el estadio de decisión; Heathcote et al., 1991), el empleo de esta distribución no puede ser interpretado en el sentido de que el TR que se estudia sea generado por algún proceso cognitivo específico que se comporta en forma ex-gaussiana. El modelo, como cualquier otro posible, es utilizado porque ofrece una vía para separar los componentes de una distribución de tiempos de reacción, en un grupo de indicadores que tienen una descripción psicológicamente significativa a la luz del paradigma experimental empleado y el modelo de procesamiento asumido (el anexo 2 ilustra la estructura de la distribución ex-gaussiana).

La aplicación del modelo ex-gaussiano al análisis de la variabilidad del TR y su interpretación en términos de limitaciones en el control ejecutivo, ha sido utilizado ya en la psicología de la tercera edad para evaluar la contribución de este factor al EC (MacAuley et al., 2006; Madden et al., 1999; Myerson, Robertson, & Hale, 2007; Rouder, Lu, Speckman, Sun, & Jiang, 2005; Spieler & Balota, 2000).

Hasta donde se conoce, este tipo de análisis distribucional del TR podría contribuir a la comprensión de las disociaciones en los patrones de cambio temporal que, entre los componentes centrales y periféricos, se observa en la dinámica de este déficit y al mismo tiempo, a la demostración de un incremento sistemático de la variabilidad en los adultos mayores, una evidencia de la intervención de influencias relacionadas con el control ejecutivo en el EC.

Correspondientemente, el presente experimento tiene como objetivo evaluar la variabilidad del TR en adultos mayores y controles sanos, empleando un modelo de distribución no gaussiano, que permite estimar la contribución de factores no aleatorios a la varianza total del TR.

A partir de este modelo, el presente experimento formula la hipótesis de que los adultos mayores, con independencia de la magnitud de los valores medios y la variabilidad del componente

gaussiano de la distribución de su TR, diferirán de controles comparables en el parámetro tau del componente exponencial de la distribución ex-gaussiana.

## 3.2 Técnicas y procedimientos

### 3.2.1 Diseño y tareas

El presente experimento utiliza los datos de TC del experimento anterior tal y como fueron derivados según se describe allí.

### 3.2.2 Muestra

La muestra corresponde a la estudiada en el experimento anterior

### 3.2.3 Análisis de los datos

#### 3.2.3.1 Análisis de la distribución del tiempo de reacción: el modelo ex-gaussiano

Considerando que dentro de la cola de la distribución ex-gaussiana, están presentes, no solo tiempos de respuestas lentos relacionados con el efecto de la variable de interés, sino también verdaderas respuestas espurias, provocadas por distracciones involuntarias, interrupciones imprevistas, etc., en el presente análisis se adoptó, como en el experimento anterior, el criterio de suprimir toda respuesta que excediera la media individual del TR en 3 DE. Aunque este punto de corte reduce, desde el principio, la magnitud del parámetro tau a estimar, protege contra la inclusión de respuestas lentas espurias, que exagerarían el valor de este parámetro conduciendo a una sobreestimación potencial de las diferencias de variabilidad entre los grupos. Además de aplicar este procedimiento, fueron eliminadas, también, todas las respuestas inferiores a 250 ms para evitar, igualmente, las anticipaciones y adivinaciones. Los errores fueron excluidos del análisis.

Las distribuciones individuales de TR fueron ajustadas a la curva ex-gaussiana utilizando el sistema RT-SYS (Heathcote, 1996). El RT-SYS emplea un método iterativo de estimación, que proporciona estimadores de máxima verosimilitud para cada uno de los parámetros de la distribución: mu, sigma y tau. La bondad de ajuste de los datos al modelo ex-gaussiano fue evaluada usando la prueba de chi-cuadrado que ofrece el sistema, además de por la inspección

visual del gráfico de la superposición de la curva ex-gaussiana sobre el histograma de la función de densidad de probabilidad estimada.

Los valores medios de los tres parámetros de la distribución ex-gaussiana, de cada sujeto en cada grupo, fueron comparados separadamente mediante ANOVAS de medidas repetidas (Grupo y Tarea), donde fue apropiado se utilizó la corrección de Greenhouse–Geisser. El nivel de significación de las comparaciones múltiples se ajustó, en todos los análisis, con el test de Tukey para muestras desiguales (Spjotvoll & Stoline, 1973).

### 3.3 Resultados

#### 3.3.1 Comparación entre los parámetros de la distribución ex-gaussiana

Después de suprimir las respuestas atípicas y los TR correspondientes a respuestas erróneas, la cantidad de tiempos de respuesta individuales disponibles para el análisis fue de no menos de 230 por tarea, cantidad que está bien por encima del mínimo de 40 datos recomendado para obtener un ajuste ex-gaussiano apropiado (Heathcote, 1996).

Las pruebas de chi cuadrado empleadas para evaluar el ajuste de las distribuciones empíricas al modelo ex-gaussiano, revelaron que el 18% de las distribuciones individuales no mostró un ajuste satisfactorio ( $p > 0.01$ ) (13% adultos mayores y 22% de controles). Aunque este valor pudiera parecer elevado no debe resultar sorprendente dada la notable sensibilidad de este test al tamaño de la muestra. Pequeñas variaciones debidas al ruido en muestras grandes son exageradas por un factor de  $n$  en la estimación de chi cuadrado y, frecuentemente, producen significativas desviaciones del modelo, aún cuando éstas no existan (Van Zandt, 2000). De hecho, ninguna de esas distribuciones se ajustó, tampoco, a la distribución normal y todas mostraron algún grado considerable de asimetría positiva. Más aún, la suma de  $\mu$  y  $\tau$  para cada una de las distribuciones produjo valores dentro del intervalo de más menos 1 ms de la media del TR tal como se espera de la relación lineal entre la media,  $\mu$  y  $\tau$  (Heathcote, 1996). Por este motivo, fueron conducidos dos análisis. Uno incluyendo sólo las curvas que se ajustaron a la distribución ex-gaussiana, y otro, incluyendo todas las distribuciones. Dado que los resultados de ambos análisis fueron idénticos, se reporta el que incluyó todas las distribuciones. La tabla 1 muestra los valores promedios de los tres parámetros ex-gaussianos por grupo y tarea.

Tabla 1 Valores medios de los componentes de la distribución ex-gaussiana

Tarea	Grupo	MU		SIGMA		TAU	
		Media	DE	Media	DE	Media	DE
TRD1	Controles	488	53	49	13	41	16
	Adultos Mayores	525	60	68	19	60	38
TRD2	Controles	528	56	51	12	50	24
	Adultos Mayores	598	108	73	35	104	50
TRD3	Controles	559	57	56	15	88	43
	Adultos Mayores	622	85	74	25	203	83

La comparación de los grupos en el parámetro  $\mu$  reveló un efecto de grupo ( $F_{1,113}=46.38$ ,  $p<0.0001$ ); las comparaciones múltiples mostraron que los adultos mayores exhiben valores superiores a los controles en las tareas dos y tres [ $p_{(tarea1)}=0.24$ ;  $p_{(tarea2)}<0.001$ ;  $p_{(tarea3)}<0.004$ ,  $gl=335$ ]. También se observó un efecto de tarea ( $F_{1,87,210,9}=43.79$ ,  $p<0.0001$ ,  $\epsilon=0.93$ ) pero no interacción de grupo por tarea ( $F_{1,87,210,9}=1.71$ ,  $p=0.19$ ,  $\epsilon=0.93$ ).

Por su parte, la comparación de los grupos en  $\sigma$  produjo un efecto de grupo ( $F_{1,113}=71.65$ ,  $p<0.0001$ ), los adultos mayores mostraron valores significativamente más altos en este parámetro que los controles [ $p_{(tarea1)}<0.001$ ;  $p_{(tarea2)}<0.0001$ ;  $p_{(tarea3)}<0.004$ ,  $gl=337$ ]. No hubo efecto de tarea ( $F_{1,85,209,6}=2.97$ ,  $p=0.06$ ,  $\epsilon=0.93$ ) ni interacción de grupo por tarea ( $F_{1,85,209,6}=0.33$ ,  $p=0.7$ ,  $\epsilon=0.93$ ).

Finalmente, el ANOVA practicado a los valores de  $\tau$  mostró un efecto principal de grupo ( $F_{1,113}=158.9$ ,  $p<0.0001$ ), de tarea ( $F_{1,58,178}=141$ ,  $p<0.0001$ ,  $\epsilon=0.79$ ) y una interacción de grupo por tarea ( $F_{1,58,178}=34.95$ ,  $p<0.0001$ ,  $\epsilon=0.79$ ). En las tareas dos y tres los adultos mayores muestran valores de  $\tau$  superiores a los controles [ $p_{(tarea1)}=0.4$ ;  $p_{(tarea2)}<0.0001$ ;  $p_{(tarea3)}<0.0001$ ,  $gl=339$ ].

La figura 1 presenta el comportamiento respectivo de cada parámetro.

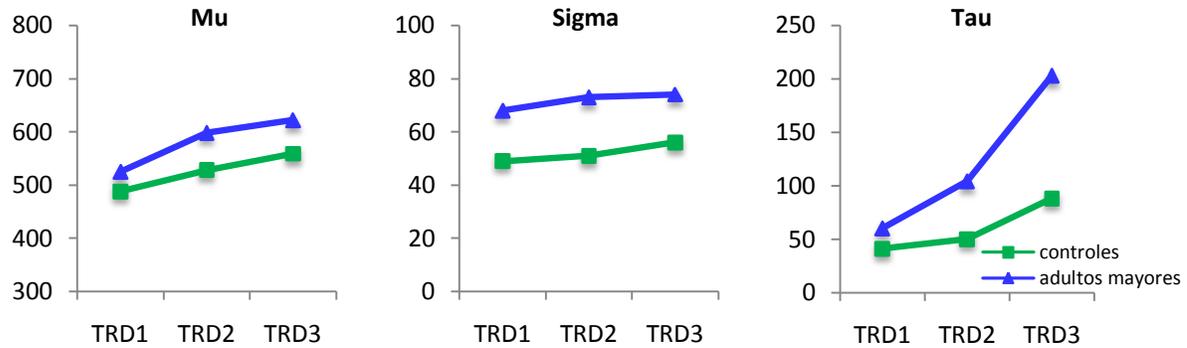


Figura 1. Distribución de los promedios de cada componente de la distribución ex-gaussiana.

### 3.4 Discusión

Conforme a la predicción formulada los adultos mayores de este estudio resultaron más variables que los controles en el componente central del TR. La descomposición de la velocidad de respuesta a través de los tres parámetros de la distribución ex-gaussiana ( $\mu$ ,  $\sigma$  y  $\tau$ ) mostró que los grupos difieren en los tres estadígrafos de esta distribución pero que tales diferencias muestran características particulares.

Primero, los grupos difieren en la media y la desviación estándar del componente gaussiano de la distribución ( $\mu$  y  $\sigma$ ) pero, en ambos casos, las diferencia es, exclusivamente, provocada por el factor edad. En ninguno de los dos se observa interacción entre la influencia de la complejidad de la tarea y la lentificación asociada a la edad. Sobre el componente  $\mu$ , se observó un efecto de tarea pero de magnitud similar para ambos grupos. Sobre el componente  $\sigma$  no tuvo lugar tal efecto.

De acuerdo con esto, existen diferencias en la velocidad media de los grupos en los componentes relacionados con la discriminación y decisión de los estímulos pero, tales diferencias son aditivas o independientes de la tarea. Tal lentificación pudiera ser considerada entonces, de una naturaleza similar a la que se observa en los componentes periféricos no relacionados con el procesamiento de las demandas en las tareas de TRS y TME, es decir, reflejarían la influencia del factor de velocidad sobre todas las operaciones de procesamiento.

Segundo, en contraste con  $\mu$  y  $\sigma$ , las diferencias entre los grupos en el parámetro  $\tau$  resultaron modificadas por la influencia de la tarea (interacción entre grupo y tarea). Dada la

relación lineal que existe en  $\mu$ ,  $\tau$  y el TR total, que en el caso que nos ocupa corresponde al TC, ( $\mu + \tau = \text{TR total}$ ) (Heathcote, 1996), ese incremento multiplicativo del parámetro  $\tau$  sería la principal fuente de lentificación del TC que se observa en estos sujetos.

Tal comportamiento revela, entonces, que los adultos mayores exhiben, por un lado, una lentificación de las operaciones computacionales independiente de la influencia de la complejidad de las demandas que se ejercen sobre ellas, el efecto general de la reducción de velocidad que se ha observado en los componentes periféricos en condiciones, inclusive, de procesamiento automático y, por otro, una lentificación provocada por la ocurrencia de tiempos de procesamiento de esas mismas operaciones extremadamente lentos, cuya frecuencia se incrementa, además, con el grado de dificultad de la tarea. Tales respuestas extremas lentas son compatibles con la ocurrencia de lapsus de atención provocados por limitaciones intermitentes del control atencional (West, 2000; West et al., 2002), en tanto, reflejan el efecto de una variabilidad independiente de la inherente a la velocidad de respuesta media ( $\sigma$ ).

Estos resultados serían consistentes con una hipótesis del EC que considerara que, en la génesis de la lentificación que caracteriza a los componentes centrales de procesamiento en la tercera edad, interviene, además de la mediación de la velocidad (diferencias en  $\mu$ ), un factor de variabilidad cuya acción provoca la “amplificación” del efecto de dicha mediación sobre el TR (diferencias en  $\tau$ ).

El comportamiento del componente  $\tau$ , aumento de la variabilidad como función de las demandas, inclusive en sujetos sanos (Unsworth et al., 2010; Van der Molen, 1996; West et al., 2002), ha sido reproducido por este experimento y su incremento desproporcionado en los adultos mayores con respecto al de los controles a lo largo de la tareas refleja, entonces, la intensificación, en ese grupo, de esa limitación del control atencional. De este modo, la apelación a un factor de control atencional en la forma de lapsus de atención en el EC asociado a la tercera, brindaría una explicación al patrón de enlentecimiento multiplicativo de los componentes centrales que revelan estos sujetos.

En la psicología de la tercera edad se dispone de algunos estudios que han empleado este modelo y que coinciden en demostrar la influencia de la variabilidad en el EC.

Así, West et al. (2002), en un experimento que administró tareas de memoria y atención a adultos mayores y jóvenes, en múltiples ocasiones, mostró que el incremento de la variabilidad asociada a la edad, estaba relacionada con la asimetría positiva de la distribución del TR y que ésta era atribuible a períodos transitorios de funcionamiento ineficiente de control ejecutivo.

MacAuley et al. (2006), evaluaron a 43 adultos jóvenes y 33 adultos mayores (entre 61 y 82 años) con una tarea de compatibilidad-incompatibilidad estímulo-respuesta, tarea cuyas demandas de control ejecutivo son consideradas de control inhibitorio. El análisis ex-gaussiano mostró diferencias grupales significativas que dieron cuenta de un 8.9 de la varianza en  $\mu$ , 30.6 de la varianza en  $\sigma$  y de un 4% de la varianza en  $\tau$ . Es decir que los adultos mayores resultaron más lentos, más variables y produjeron más respuestas extremas que los jóvenes.

En otro estudio, (Madden et al., 1999), fueron evaluados los componentes  $\mu$  y  $\tau$  de jóvenes y adultos mayores en dos condiciones de una tarea de memoria (codificación y reproducción) con relación a una línea de base y comparados con los niveles de activación de regiones cerebrales registrados como flujo sanguíneo cerebral. Los patrones de activación de los jóvenes sólo se observaron relacionados con  $\mu$ , mientras que, en los adultos mayores, tales cambios se relacionaron tanto con  $\mu$  como con  $\tau$ , y el nivel de activación general fue mayor en ellos que en los jóvenes. Estas diferencias fueron interpretadas en el sentido de que los adultos mayores experimentan mayores demandas atencionales que los jóvenes ante los mismos niveles de dificultad de las tareas y que ello los conduce al reclutamiento de sistemas neurales adicionales para ejecutarlas.

Finalmente, Spieler y Balota (2000) compararon jóvenes y adultos mayores, sanos, con la tarea de Stroop. Se observó que las diferencias entre estos grupos se modulaban principalmente por el componente  $\tau$ , aunque, sólo más allá de cierto umbral de dificultad, estas diferencias se manifestaban.

En conjunto, los resultados obtenidos aquí son consistentes con el panorama general que sugieren los estudios referidos en la tercera edad. Un modulador relevante del EC parece ser la variabilidad del TR asociada a la ocurrencia de limitaciones en el control ejecutivo.

A la luz de que el EC asociado a la infección por el VIH ha tratado de comprenderse a partir del modelo del factor general de enlentecimiento formulado en la Psicología de la tercera edad

(Cerella, 1985) y que los experimentos precedentes surgieren una perspectiva diferente de la modulación de este fenómeno, un objetivo inmediato sería proceder a evaluar en que medida el modelo esbozado aquí, es capaz de dar cuenta de las particularidades del enlentecimiento cognitivo en la infección por el VIH, mediante una comparación directa en ambos grupos. Las similitudes reportadas entre ellos en otras dimensiones de la actividad cognitiva (Sánchez y Rodríguez, 2003) justifican este propósito.

### 3.5 Conclusiones

En conformidad con la predicción formulada, el análisis distribucional del TC en tareas de dificultad cognitiva creciente, indica, primero, que los adultos mayores son más lentos y variables que controles comparables, segundo, que esa variabilidad está relacionada con la aparición de respuestas extremas lentas y, tercero, que esa variabilidad se intensifica con el aumento de las demandas de la tarea. Estos resultados son interpretables en términos de, por un lado, una reducción de la velocidad de las operaciones computacionales que procesan la información de la tarea ( $\mu$ ) y, por el otro, con la aparición de interrupciones transitorias de las operaciones que regulan y controlan a aquellas ( $\tau$ ), es decir, con lapsus atencionales.

4. EXPERIMENTO 3. ENLENTECIMIENTO COGNITIVO EN LA INFECCIÓN POR EL VIH: ¿UN SIGNO DE ENVEJECIMIENTO PREMATURO?

#### 4. EXPERIMENTO 3. ENLENTECIMIENTO COGNITIVO EN LA INFECCIÓN POR EL VIH: ¿UN SIGNO DE ENVEJECIMIENTO PREMATURO?

##### 4.1 Introducción

Diversos estudios ofrecen evidencias de identidades conductuales entre sujetos de la tercera edad y sujetos infectados por el VIH (Ances et al., 2010; Hardy & Vance, 2009; Hinkin et al., 1990; Sánchez & Rodríguez, 2003; Simone & Appelbaum, 2008; Van Gorp et al., 1989). Asimismo, en ambos grupos han sido descritos déficits en los sistemas funcionales relacionados con las regiones frontosubcorticales del cerebro (Band et al., 2002; Brew et al., 1995; Everall et al., 1991; Greenwood, 2000; Hartley & Little, 1999; Kent et al., 1994; Ludervold et al., 1994; Morris et al., 1992; Post et al., 1991; Small et al., 2008; Van der Moleen & Riderinkhof, 1998; West, 2000).

Sobre la base de estos antecedentes cabría suponer que el EC que exhiben ambos grupos, puede compartir mecanismos neuropsicológicos análogos a los descritos en los adultos mayores en los experimentos precedentes: intervención de un factor de limitación en los mecanismos de control atencional en combinación con el factor general de reducción de la velocidad de procesamiento.

El establecimiento de tales identidades ofrecería una referencia, basada en la relación entre EC y edad, para evaluar la magnitud del deterioro que la infección por el VIH provoca en la dinámica cognitiva y, probablemente, también, modelos para la validación de hipótesis acerca de su naturaleza en la tercera edad. Un estudio de este tipo, sin embargo, no ha sido realizado. Con ese propósito, el presente experimento tiene como objetivo identificar similitudes y diferencias en los patrones de cambio temporal de EC entre sujetos seropositivos asintomáticos al VIH y adultos mayores.

De acuerdo con los datos disponibles, se enuncia la siguiente hipótesis: el enlentecimiento cognitivo de los componentes del tiempo de reacción, de los adultos mayores y de los sujetos seropositivos asintomáticos al VIH, exhibirá un patrón dinámico común relacionado con el nivel o modalidad de procesamiento demandado por la tarea.

## 4.2 Técnicas y procedimientos

### 4.2.1 Diseño y tareas

Las tareas y el procedimiento de administración fueron exactamente los mismos a los descritos en los experimentos uno y dos de este estudio.

### 4.2.2 Muestra

Se añade, a la muestra de adultos mayores y controles estudiada en los experimentos uno y dos, un grupo de 48 sujetos del sexo masculino, seropositivos al VIH neurológicamente asintomáticos, comparables en edad con el grupo de control. Los seropositivos fueron reclutados de entre toda la población de los sanatorios de Santiago de Las Vegas y Menocal, lugares donde se encuentran ingresados para recibir una atención integral de salud.

Los criterios de inclusión utilizados para seleccionar la muestra de seropositivos fueron los mismos que se emplearon en el experimento uno. En cuanto a los criterios de exclusión, además de los referidos en el experimento uno, se añaden estos otros. Primero, fueron excluidos aquellos sujetos que hubieran recibido tratamiento con antirretrovirales. Segundo, dado que una variable que se ha considerado un posible confusor potencial de la velocidad de procesamiento de la información en sujetos seropositivos al VIH es el nivel de linfocitos TCD4 (Odiase et al., 2006; Ogunrin, Odiase, Ogunniyi, 2007; Salawu et al., 2008; Vitiello et al., 2007; When To Start Consortium, 2009), en las semanas precedentes al inicio del experimento se determinó el estado del sistema inmune de cada sujeto mediante el recuento de linfocitos TCD4, con vistas a excluir a aquellos con un nivel inferior a  $350 \text{ cel/mm}^3$ . Tercero, se obtuvo información sobre los años de probable contagio de cada seropositivo, de tal modo que todos tuvieran no menos de cinco años de infectados. Para más información consultar la pág. 141 de los anexos.

Todos los sujetos poseían visión normal o corregida. Participaron de forma voluntaria, después de expresar por escrito su consentimiento informado (el anexo 1, presenta el modelo de planilla de consentimiento informado firmada por los seropositivos).

La tabla 1 ofrece la descripción y comparación de los grupos.

Tabla 1. Descripción de la muestra

<b>VARIABLES</b>	<b>Adultos Mayores (n = 35)</b>	<b>Controles (n = 80)</b>	<b>Seropositivos (n=48)</b>	<b>F(2,160)</b>	<b>p</b>
Edad	72.49 (4.65) <sup>a</sup>	28.91 (4.72)	30.29 (4.46)	—	—
Años de escolaridad	11.63 (3.77)	12.64 (2.81)	11.81 (2.97)	1.78	0.17
Ansiedad	5.60 (0.69)	5.68 (0.59)	5.77 (0.56)	0.84	0.43
Depresión	1.49 (1.12)	26.41 (1.52)	26.29 (1.67)	—	—
PAP	24.34 (3.56)	22.74 (3.32)	22.94 (3.39)	2.85	0.06
Vocabulario	13.31 (2.13)	13.60 (1.15)	13.25 (1.38)	1	0.37
Cubos	10.63 (3.02)	10.71 (1.69)	10.83 (1.34)	0.12	0.89
Total	23.94 (4.82)	24.31 (2.24)	24.08 (2.40)	0.21	0.81
CI	110.97 (13.52)	112.31 (6.36)	111.48 (6.79)	0.35	0.71
TCD4			593 (188)		
Años de probable contagio			7.21 (3.13)		

Nota: <sup>a</sup> DE entre paréntesis.

#### 4.2.3 Análisis de los datos

La comparación entre los grupos en las variables generales se efectuó mediante ANOVAS de un solo factor (Grupo). Los grupos no fueron comparados ni en edad (distintos grupos etarios) ni en depresión (se emplearon escalas diferentes). Aquí, las comparaciones solo se efectuaron entre controles y seropositivos a través de pruebas t para muestras independientes, y no resultaron significativas: edad ( $t_{126}=-1.63$ ,  $p=0.10$ ), depresión ( $t_{126}=0.42$ ,  $p=0.68$ ). No se observaron diferencias significativas en las restantes variables evaluadas ( $p>0.06$ ).

Las series de datos de cada componente del TR y de la tarea de tapping del grupo de seropositivos fueron sometidas a los mismos procedimientos que las de los otros grupos en los experimentos anteriores. Como en esos experimentos, el presente reproduce los análisis efectuados allí.

En el caso de la evaluación del entrenamiento, los bloques de la tarea fueron comparados con pruebas t para muestras dependientes.

### 4.3 Resultados

A partir de aquí, se presentan en las tablas, solo los resultados relativos al desempeño de los seropositivos.

#### 4.3.1 Tratamiento de las respuestas atípicas

El porcentaje de respuestas atípicas eliminadas fue equivalente entre los grupos ( $F_{2,162}=0.83$ ,  $p=0.44$ ), seropositivos: 1.80(0.37). De igual modo, en este grupo, el número de respuestas atípicas eliminadas en la tarea de tapping se presenta a continuación: tarea1=1.96(0.85), tarea2=1.82(0.68), tarea3=1.94(0.83).

#### 4.3.2 Entrenamiento y efecto del tiempo sobre la tarea (fatiga)

La tabla 2 y figura 1 muestran los resultados del análisis de la tarea de entrenamiento. En todos los casos, los seropositivos revelaron un comportamiento relativamente similar al de los adultos mayores y controles: estabilidad de la ejecución a partir del segundo bloque de la tarea de entrenamiento y ningún efecto del tiempo sobre el desempeño (fatiga). La tabla 1 y la figura 1, del anexo 2, ofrecen los efectos del orden sobre el desempeño en dicho grupo.

Tabla 2. Comparación del TMo y del TME entre los cuatro bloques en la tarea de entrenamiento

Comparaciones	TMo		TME	
	t(49)	p	t(49)	p
bloque 1 vs bloque 2	6.21	0.0001	7.95	0.0001
bloque 2 vs bloque 3	0.79	0.43	9.65	0.0001
bloque 3 vs bloque 4	-1.26	0.22	-1.73	0.10

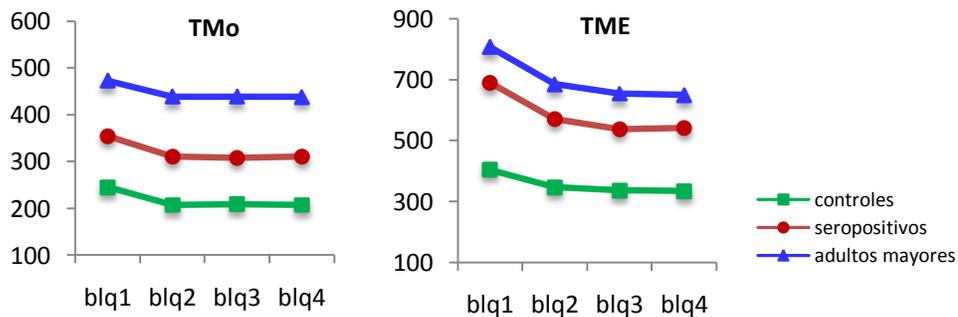


Figura 1. Distribución del TMo y el TME en cada bloque, durante el entrenamiento.

### 4.3.3 Comparación entre los componentes del tiempo de reacción

#### 4.3.3.1 Tiempo de reacción simple: componentes centrales y motores

La comparación del componente central del TRS reveló un efecto de grupo ( $F_{2,160}=12.9$ ,  $p<0.0001$ ). El grupo de seropositivos fue más lento que el grupo de control ( $p<0.0001$ ) pero no difirió con el de adultos mayores ( $p=0.26$ ). El análisis del componente motor mostró por su parte, también, un efecto grupo ( $F_{2,160}=153.55$ ,  $p<0.0001$ ). Los seropositivos resultaron más lentos que los controles ( $p<0.0001$ ) y más rápidos que los adultos mayores ( $p<0.0001$ ). La tabla 3 ofrece los valores medios de esos componentes para el grupo de seropositivos.

Tabla 3. Valores medios de los componentes del TR en la tarea de TRS

Tarea	Tiempo Central		Tiempo Motor	
	Media	DE	Media	DE
TRS	394	59	288	58

#### 4.3.3.2 Tiempo de reacción discriminativo: componentes centrales y motores

El ANOVA del TC produjo efectos de grupo ( $F_{2,160}=32.62$ ,  $p<0.0001$ ), de tarea ( $F_{1,6,255,9}=395.87$ ,  $p<0.0001$ ,  $\epsilon=0.80$ ) e interacción de grupo por tarea ( $F_{3,2,255,9}=21.41$ ,  $p<0.0001$ ,  $\epsilon=0.80$ ). Las comparaciones múltiples revelaron que los seropositivos resultaron más lentos que los controles en la tarea tres ( $p<0.0001$ ,  $gl=260.6$ ), en cambio, con los adultos mayores no difirieron en ninguna ( $p>0.97$ ,  $gl=260.6$ ). Dentro del grupo de seropositivos se observó un incremento progresivo del TC en todos los casos ( $p<0.0001$ ,  $gl=260.6$ ).

El análisis del TD indicó efecto de grupo ( $F_{2,160}=16.42$ ,  $p<0.0001$ ), de tarea ( $F_{1,6,256}=395.9$ ,  $p<0.0001$ ,  $\epsilon=0.80$ ) e interacción de grupo por tarea ( $F_{3,2,256}=21$ ,  $p<0.0001$ ,  $\epsilon=0.80$ ). Las comparaciones múltiples revelaron que no hubo diferencias entre los tres grupos en la tarea uno y dos ( $p>0.76$ ,  $gl=265.24$ ). En la tarea tres, entre seropositivos y adultos mayores, tampoco se observaron diferencias ( $p>0.97$ ,  $gl=265.24$ ), pero si entre los seropositivos y los controles ( $p<0.004$ ,  $gl=265.24$ ). Igual a como ocurrió con los otros dos grupos, en los seropositivos, entre tareas, se observó un aumento sostenido del TD ( $p<0.0001$ ,  $gl=265.24$ ).

La comparación del TMo ofreció diferencias de grupo ( $F_{2,160}=138.68$ ,  $p<0.0001$ ), de tarea ( $F_{1,97,316,4}=19.59$ ,  $p<0.0001$ ,  $\epsilon=0.98$ ) e interacción entre grupo y tarea ( $F_{3,95,316,4}=3.53$ ,  $p<0.01$ ,  $\epsilon=0.98$ ). Los seropositivos resultaron más lentos que los controles ( $p<0.002$ ,  $gl=208.3$ ) y más rápidos que los adultos mayores ( $p<0.001$ ,  $gl=208.3$ ) en todas las tareas. Dentro del grupo de seropositivos el TMo se incrementa a partir de la tarea dos [ $p_{(tarea1-2)}=0.69$ ;  $p_{(tarea2-3)}<0.04$ ;  $p_{(tarea1-3)}<0.0001$ ,  $gl=208.3$ ].

La tabla 4 presenta los valores medios del TC, el TD y el TMo del grupo de seropositivos y la figura 2 ilustra las diferencias entre los tres grupos.

Tabla 4. Valores medios de los componentes centrales, decisionales y motores del TR

Tarea	Tiempo Central		Tiempo Decisional		Tiempo Motor	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE
TRD1	572	67	178	56	287	57
TRD2	660	114	266	93	298	61
TRD3	810	165	416	151	317	72

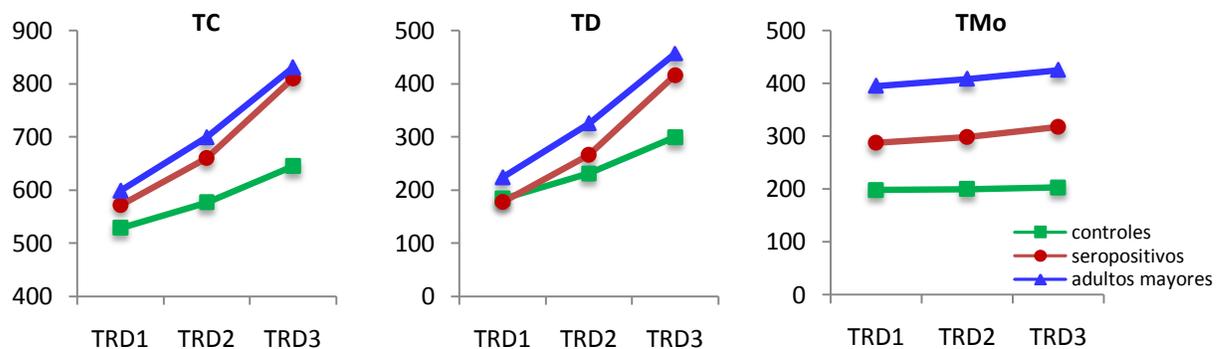


Figura 2. Distribución del TC, el TD y el TMo en las tareas de TRD.

#### 4.3.3.3 Errores

Respecto a la cantidad total de errores cometidos en las tareas de TRS por este grupo, fue también muy baja ( $EOTC=0.26$ ,  $EOTMo=0.57$ ) por lo que no fueron analizados.

En cuanto a la comparación de los errores de comisión en las tareas de TRD, el ANOVA mostró diferencias entre los grupos ( $F_{2,160}=21.50$ ,  $p<0.0001$ ), entre las tareas ( $F_{2,159}=116.09$ ,  $p<0.0001$ ) e

interacción de grupo por tarea ( $F_{4,318}=10.72$ ,  $p<0.0001$ ). Sin embargo, las diferencias solo tuvieron lugar en la tarea tres donde seropositivos y adultos mayores cometieron más errores que los controles ( $p<0.0001$ ,  $gl=469.7$ ), a su vez, entre ellos, los adultos mayores fueron los que cometieron más errores ( $p<0.01$ ,  $gl=469.7$ ). Con respecto a los errores de omisión de TC, se observó un efecto de grupo ( $F_{2,160}=8.99$ ,  $p<0.0002$ ), un efecto de tarea ( $F_{1.7,273.4}=11.10$ ,  $p<0.001$ ,  $\epsilon=0.85$ ) pero no interacción de grupo por tarea ( $F_{3.42,273.4}=2.24$ ,  $p=0.07$ ,  $\epsilon=0.85$ ). Adultos mayores y seropositivos se comportaron iguales. Finalmente, los errores de omisión de TMO no mostraron efecto de grupo ( $F_{2,160}=0.13$ ,  $p=0.88$ ) ni interacción de grupo por tarea ( $F_{2.8,223.8}=1.39$ ,  $p=0.25$ ,  $\epsilon=0.7$ ) pero si tuvo lugar un efecto de tarea ( $F_{1.4,223.8}=12.01$ ,  $p<0.001$ ,  $\epsilon=0.7$ ). La tabla 5 y la figura 3 ilustran estos efectos.

Tabla 5. Valores medios de cada tipo de error en tareas de TRD

Tarea	ErrCom		EOTC		EOTMo	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE
TRD1	0.37	0.67	0.12	0.39	0.31	0.85
TRD2	1.87	2.63	0.29	0.74	0.41	0.76
TRD3	18.33	15.8	0.47	1.12	1.14	1.83

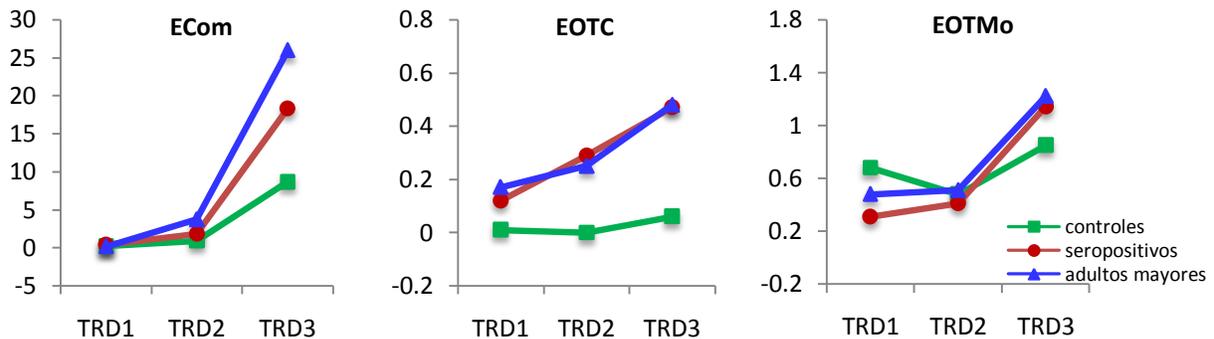


Figura 3. Distribución de cada tipo de error en las tareas de TRD.

#### 4.3.3.4 Tiempo motor espontáneo

Tanto en la tarea de TRS ( $F_{2,160}=116.9$ ,  $p<0.0001$ ) como en las de TRD ( $F_{2,160}=109.53$ ,  $p<0.0001$ ) el TME mostró diferencias entre los tres grupos, los adultos mayores resultaron los más lentos. En las tareas de TRD, se observó efecto de tarea ( $F_{1.85,296.8}=8.32$ ,  $p<0.0004$ ,  $\epsilon=93$ )

pero no interacción de grupo por tarea ( $F_{3,71,296.8}=1.23$ ,  $p=0.30$ ,  $\epsilon=0.93$ ). Como en el caso de los controles y adultos mayores, los seropositivos tampoco difirieron entre tareas ( $p>0.07$ ,  $gl=205.4$ ).

La tabla 6 y la figura 4 ofrecen estos resultados.

Tabla 6. Valores medios del tiempo motor espontaneo en cada tarea de TRD

Tarea	TME	
	Media	DE
TRS	510	100
TRD1	467	99
TRD2	484	103
TRD3	499	105

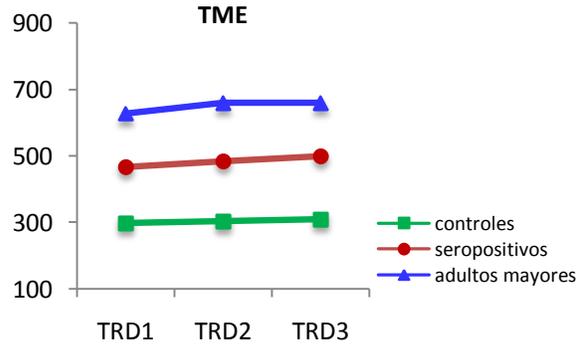


Figura 4. Distribución del TME en las tareas de TRD.

#### 4.3.4 Análisis de la distribución probabilística del tiempo central

El porcentaje de respuestas atípicas eliminadas fue de 1.6 (0.71) similar al de adultos mayores y controles. Así, después de suprimir los errores y respuestas atípicas se dispuso de no menos de 240 datos en cada serie de TR para el ajuste de las curvas. El 19% de las distribuciones de los seropositivos no se ajustó a la distribución ex-gaussiana ( $p>0.01$ ) pero, como en los casos anteriores, tampoco se ajustaron a la gaussiana y mostraron un grado notable de asimetría positiva ( $skew>0.90$ ). Por tal motivo no fueron excluidas del análisis.

El análisis del componente  $\mu$  de la distribución ex-gaussiana mostró efecto de grupo ( $F_{2,160}=31.01$ ,  $p<0.0001$ ); las comparaciones múltiples mostraron que seropositivos y adultos mayores resultaron más lentos en este componente que los controles a partir de la tarea dos, pero entre ellos no se observaron diferencias ( $p>0.9$ ,  $gl=480$ ). Se observó efecto de tarea ( $F_{1,9,301}=63.35$ ,  $p<0.0001$ ,  $\epsilon=0.94$ ) pero no interacción de grupo por tarea ( $F_{3,8,301}=2$ ,  $p=0.09$ ,  $\epsilon=0.94$ ).

El componente  $\sigma$  reveló también efecto de grupo ( $F_{2,160}=37.96$ ,  $p<0.0001$ ); las diferencias entre seropositivos y controles emergieron solo en la tarea tres ( $p<0.004$ ), entre seropositivos y

adultos mayores no se apreciaron diferencias ( $p>0.67$ ,  $gl=480$ ). Se observó efecto de tarea ( $F_{1.8,289}=5.73$ ,  $p<0.005$ ,  $\varepsilon=0.9$ ) pero, tampoco interacción de grupo por tarea ( $F_{3.6,289}=0.48$ ,  $p=0.73$ ,  $\varepsilon=0.9$ ).

Finalmente, el componente tau reveló diferencias entre los grupos ( $F_{2,160}=89$ ,  $p<0.0001$ ), entre las tareas ( $F_{1.6,253}=198.57$ ,  $p<0.0001$ ,  $\varepsilon=0.8$ ) y una fuerte interacción de grupo por tarea ( $F_{3.16,253}=18.54$ ,  $p<0.0001$ ,  $\varepsilon=0.8$ ). Como en casos anteriores, seropositivos y adultos mayores difirieron de los controles a partir de la tarea dos ( $p<0.002$ ), pero entre ellos no hubo diferencias en ninguna de las tres tareas ( $p>0.85$ ,  $gl=480$ ).

La tabla 7 y la figura 5 muestran estos resultados.

Tabla 7. Valores medios de los componentes de la distribución ex-gaussiana

Tarea	MU		SIGMA		TAU	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE
TRD1	511	60	61	16	63	35
TRD2	579	84	63	18	88	49
TRD3	632	113	73	37	186	80

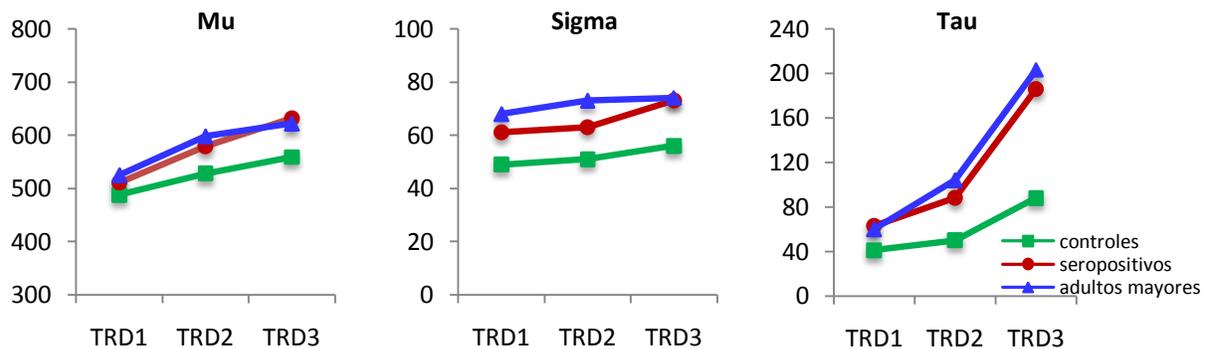


Figura 5. Distribución de los promedios de cada componente de la distribución ex-gaussiana.

Asimismo la figura 6 presenta los histogramas de las distribuciones ex-gaussianas de los tres grupos en las tres tareas.

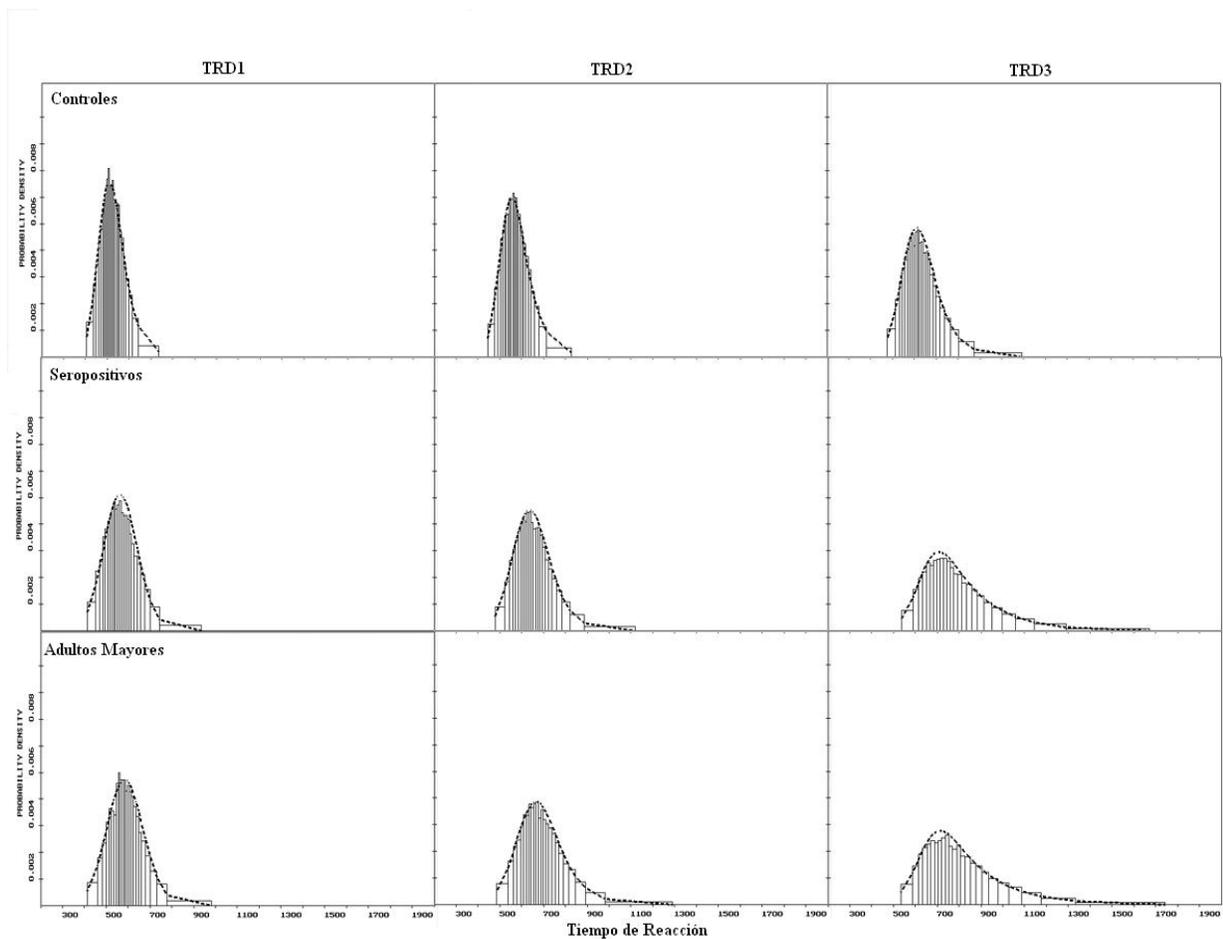


Figura 6. Histogramas de las distribuciones ex-gaussianas de cada grupo en cada tarea.

En este caso, la función de densidad de probabilidad está representada sobre histogramas construidos empleando 25 cuantiles. Para cada histograma promedio, la curva sobreimpuesta representa la función ex-gaussiana de mejor ajuste. Obsérvese, como es más prominente la asimetría positiva de la curva en los grupos de seropositivos y adultos mayores con respecto a los controles.

#### 4.4 Discusión

La comparación simultánea de un grupo de seropositivos con el mismo grupo de control con el que ha sido comparada una muestra de adultos mayores, mediante un procedimiento automatizado de fragmentación conductual del TR y un amplio rango de tareas de dificultad creciente pero la misma naturaleza cognitiva, ha puesto de manifiesto los siguientes hechos.

Primero, seropositivos y adultos mayores exhiben un patrón de EC análogo: un enlentecimiento multiplicativo de los componentes centrales que es función del aumento de las demandas de la tarea cuando estas exceden cierto umbral de complejidad y un enlentecimiento periférico que bajo condiciones de procesamiento automático tiene un carácter constante.

Segundo, la magnitud del enlentecimiento de los componentes centrales es el resultado, no solo del enlentecimiento general que afecta a las operaciones computacionales de procesamiento sino, además, de un aumento de la variabilidad en esas operaciones. Esa variabilidad está directamente relacionada con el procesamiento de la dificultad y, por tanto, puede estar determinada por limitaciones en los mecanismos de control. Ambos hechos, dan soporte a un modelo de EC que estaría determinado por la acción de dos factores: el factor general de velocidad (enunciado por: Becker & Salthouse, 1999; Cerella, 1985; Hardy & Hinkin, 2002b) y un factor relacionado con limitaciones en el control ejecutivo (Verhaeghen et al., 2005). Este segundo factor ejercería su influencia a través del aumento de la variabilidad del componente central del TR.

Tercero, como en el caso de los adultos mayores el efecto multiplicativo observado en el componente motor de la tarea de TRD no puede ser atribuido a la adopción de estrategias conservadoras de respuesta<sup>1</sup> y parece reflejar por tanto un efecto genuino de demandas de procesamiento sobre las operaciones de selección de respuestas. En cambio, el factor de velocidad en este componente en condiciones de procesamiento automático y en la tarea de TRS solo reveló un enlentecimiento constante provocado, probablemente, por un déficit de activación de respuesta.

De este modo, el EC aparece así como un déficit que, aunque general, muestra patrones particulares en relación con el nivel o modalidad de procesamiento, controlado o automático. El carácter multiplicativo del enlentecimiento aparece en los componentes comprometidos con el procesamiento de la dificultad en tareas que demandan control atencional activo, el carácter aditivo está presente en ambos niveles de procesamiento y sería, por lo tanto, general e inherente a un proceso de reducción de eficiencia en la coordinación o transmisión en las redes neurales tal y como postula la hipótesis del factor general.

---

<sup>1</sup> (seropositivos,  $r_{(TMo1-ErrCom1)}=0.19$ ,  $p=0.21$ ;  $r_{(TMo2-ErrCom2)}=0.18$ ,  $p=0.23$ ;  $r_{(TMo3-ErrCom3)}=0.30$ ,  $p<0.04$ ).

La relación entre necesidad de control atencional y enlentecimiento multiplicativo es, por su parte, consistente con las evidencias que indican que las interrupciones del control atencional provocan un aumento sistemático de la variabilidad del TR y, por esa vía, su incremento sostenido. En tal sentido, la disociación entre, enlentecimiento multiplicativo bajo condiciones de procesamiento controlado, y aditivo bajo condiciones de procesamiento automático, puede sustentarse en la intervención de un factor de naturaleza atencional (lapsus de atención) que interactúa con el factor general de velocidad en aquellos componentes de procesamiento encargados del tratamiento de la complejidad. El análisis distribucional del TR llevado a cabo en este experimento, ha permitido distinguir entre las fluctuaciones aleatorias inherentes a las operaciones computacionales ( $\sigma$ ) y las fluctuaciones sistemáticas provocadas por limitaciones en el control de esas mismas operaciones durante el tratamiento de altos niveles de dificultad. Esto confirma la hipótesis de que, la velocidad de las operaciones computacionales se enlentece, en estos grupos, de modo aditivo ( $\mu$ ), hecho compatible con la influencia de una lentificación general de todas las operaciones cognitivas, mientras que, la aparición de respuestas lentas es, en contraste, un reflejo del aumento de la dificultad ( $\tau$ ).

En conjunto, entonces, la principal implicación teórica de los experimentos realizados aquí, empleando dos grupos de sujetos en los que el EC es considerado un signo cardinal y distintivo, es la hipótesis de que este fenómeno no puede ser comprendido apelando solamente a un modelo de un solo factor de velocidad, como es el caso de la hipótesis del factor general. En ese sentido, confirma y extiende otros hallazgos reportados en la literatura (Salthouse, 1991; 2009). La introducción de un segundo factor de naturaleza, probablemente atencional o de control, puede dar cuenta de la disociación del efecto de enlentecimiento que se observa en condiciones de procesamiento controlado y automático e integrar en un modelo único las particularidades que el EC exhibe en estos grupos.

La evaluación de este modelo de EC debe ser comprobada, no obstante, no sólo en experimentos que reproduzcan estas condiciones en adultos mayores y seropositivos al VIH sino, en otros grupos de sujetos donde las limitaciones de control atencional son un signo relevante (sujetos con trauma craneal donde también el modelo del factor general ha sido ensayado: Bashore & Ridderinkhof, 2002; Shum, McFarland, & Bain, 1994).

Otra implicación relevante de este experimento se vincula con el significado y alcance que el EC tiene en los sujetos seropositivos al VIH neurológicamente asintomáticos. Si bien en la literatura se reitera, por una parte, la importancia de este trastorno como un signo precoz del trastorno cognitivo motor asociado al VIH (Clemente-Millana & Portellano, 2000; Nath et al., 2008) y hasta se ha sugerido su eventual sensibilidad como predictor de mortalidad (en seropositivos: Wilkie et al., 1998; en jóvenes y adultos mayores: Deary & Der, 2005a; 2005b; Duff, Mold, & Gidron, 2009; Roberts, Der, Deary, & Batty, 2009; Shipley, Der, Taylor, & Deary, 2008; Thorvaldsson et al., 2008) y, por la otra, la identidad de este déficit en la infección por el VIH y la tercera edad a partir de las similitudes encontradas en otras dimensiones de la actividad cognitiva (Band et al., 2002; Brew et al., 1995; Everall et al., 1991; Hardy & Vance, 2009; Hinkin et al., 1990; Kent et al., 1994; Post et al., 1991; Sánchez & Rodríguez, 2003; Simone & Appelbaum, 2008; Van Gorp et al., 1989; Woods et al., 2009), hasta el presente, ningún estudio ha intentado la descripción de su dinámica en el VIH ni establecer su importancia teórica práctica a partir de la referencia objetiva que ofrece la tercera edad sobre su magnitud.

De acuerdo con la interpretación ofrecida aquí, acerca de la naturaleza atencional del efecto multiplicativo de los componentes de procesamiento que tiene lugar en condiciones de procesamiento controlado, el déficit de control de estos sujetos puede ser equivalente al de adultos mayores sanos con una media de edad de 72 años. Considerando, que el tiempo de probable contagio del grupo estudiado aquí es de no menos de siete años, una limitación de esta cuantía en los mecanismos de control atencional, parece sustancial para evaluar la eficiencia o calidad de su desempeño en condiciones que demanden un control activo de procesamiento por períodos continuos. La magnitud de este déficit permitiría caracterizar el EC en el grupo de los seropositivos en términos de un “envejecimiento cognitivo prematuro”.

Un estudio que da soporte a esta aseveración (Ances et al., 2010), y que evaluó 26 personas infectadas con el VIH y 25 controles sanos, utilizando imágenes por resonancia magnética funcional para medir el flujo sanguíneo cerebral, encontró que los valores del flujo sanguíneo cerebral se redujeron en los seropositivos en comparación con los controles. Posteriormente, al realizar una tarea visual que usualmente provoca un incremento del flujo de sangre en determinadas zonas del cerebro, los seropositivos exhibieron los niveles más altos de flujo sanguíneo, lo que sugiere que el cerebro de estas personas tenía que trabajar más para alcanzar

los mismos resultados que el de los controles (a una conclusión similar arribaron Reuter-Lorenz y Cappell (2008), con relación a los adultos mayores; ver experimento uno pág. 59). Los investigadores, a partir del cálculo de ecuaciones de regresión, plantean, que el cerebro de las personas infectadas por el VIH pierde capacidad funcional entre 15 y 20 años antes que el de las personas sanas.

Reportes sobre limitaciones del control atencional en sujetos seropositivos sintomáticos y asintomáticos sin enfermedades neurológicas oportunistas han revelado ya la presencia de un déficit de este tipo en la infección por el VIH (Dawes et al., 2008; Hinkin et al., 1999; Hinkin et al., 2000; Hardy & Vance, 2009), pero una relación sistemática entre la incidencia de lapsus de atención y EC no ha sido previamente descrita en este grupo.

En este experimento, la comparación de seropositivos al VIH con sujetos de la tercera edad ha puesto de manifiesto, también, que en la génesis del EC en el grupo de seropositivos, la influencia del factor relacionado con limitaciones del control atencional tiene mayor significación que la atribuida a la acción del factor general de velocidad. Más aún, las limitaciones de control atencional parecen tener efectos más acentuados en los componentes del final del procesamiento (selección de respuesta) en los seropositivos que en los adultos mayores.

En contraste, los seropositivos son más rápidos que los adultos mayores cuando no requieren de control atencional sobre los procesos computacionales, es decir, que la influencia del factor general de velocidad es menos significativa en el EC de este grupo aún cuando ejerce una acción sistemática en todos los componentes.

Un resultado como éste comporta consecuencias directas en varios de los aspectos atinentes a la protección de la salud de los sujetos infectados por el VIH. Ante todo, confirma la importancia de evaluar la velocidad de procesamiento de información desde las etapas preclínicas de la infección y la necesidad de su monitoreo con independencia del nivel de inmunidad de los sujetos (Garvey et al., 2009). Segundo, ofrece soporte a la idea de la acción precoz neurotrópica del virus. Tercero, propone un criterio adicional para la adopción de tratamientos farmacológicos y rehabilitatorios. Cuarto, proporciona, también, un criterio objetivo para evaluar las posibilidades y límites del nivel de desempeño sociolaboral de estos sujetos; los déficits en el

control ejecutivo que muchos de ellos presentan están fuertemente asociados con conductas impulsivas y de riesgo (Gorman et al., 2009).

Finalmente, y dada la relevancia que la influencia del factor de control atencional parece tener en la génesis del EC de este grupo, brinda una evidencia independiente a los reportes que identifican cambios funcionales en las regiones frontosubcorticales del cerebro directamente involucrados con los mecanismos de control atencional, en el curso de la infección por el VIH (Sánchez & Rodríguez, 2003).

#### 4.5 Conclusiones

Los resultados de este experimento han revelado un patrón similar de EC entre seropositivos al VIH y adultos mayores. En ambos grupos, la modulación del EC parece debida a la intervención de, por lo menos, dos factores, un factor de lentificación general consistente con una reducción de la velocidad de procesamiento que alcanza a todas las operaciones cognitivas, y un factor relacionado con limitaciones en el control atencional provocado por la ocurrencia de lapsus de atención. La intervención de este segundo factor determina que la magnitud del enlentecimiento que se observa, adquiera un carácter multiplicativo de tal modo que la apelación a un solo factor es insuficiente para dar cuenta de la dinámica de este déficit en esos grupos. Al mismo tiempo, la comparación entre ambos grupos ha puesto de manifiesto que, mientras que la limitación de control atencional ejerce una acción similar sobre la dinámica cognitiva en ellos, el efecto general de reducción de la velocidad de procesamiento, es superior en los adultos mayores.

Un hallazgo como este, derivado de la comparación entre estos grupos, tiene implicaciones directas para la comprensión y valoración de este déficit de las funciones cognitivas en el diagnóstico, prevención, tratamiento y manejo general de los sujetos seropositivos.

El mismo sugiere, simultáneamente, que la conexión, frecuentemente, descrita en la literatura, entre infección por el VIH y deterioro de las funciones cognitivas puede tener un inicio precoz en el curso de la infección y ser similar a la que se atribuye al envejecimiento natural.

## DISCUSIÓN GENERAL

## DISCUSIÓN GENERAL

Los resultados más relevantes de este estudio, alcanzados mediante la utilización de una técnica de fragmentación conductual del TR y un modelo no tradicional de análisis de las distribuciones del TR, están relacionados con: primero, los mecanismos neuropsicológicos implicados en el patrón de EC observado en la tercera edad y, segundo, con la identidad cualitativa que existe entre ese patrón y el que exhiben los sujetos seropositivos al VIH neurológicamente asintomáticos y, las implicaciones que este hecho tiene en el campo de la salud pública.

Respecto al primero, se ha puesto de manifiesto que, cuando se analiza el tiempo de reacción total en tareas de demandas crecientes de procesamiento, el EC aparece como un déficit básicamente central que obedece, a una reducción general de la velocidad de procesamiento (Cerella, 1985; Hardy & Hinkin, 2002a; Hardy & Vance, 2009; Salthouse, 2009). Sin embargo, cuando se obtiene un registro independiente de los componentes centrales y sensoriomotores, controlando estrictamente la arquitectura funcional de las tareas, el EC aparece como un fenómeno menos simple y unitario: los componentes decisionales, en efecto, se enlentecen multiplicativamente como función de la complejidad de las demandas, una vez que se rebasa un cierto umbral de complejidad pero, al mismo tiempo, los componentes del final de procesamiento (selección y organización de la respuesta), también exhiben una sensibilidad similar a este efecto. En cambio, la evaluación del componente motor, en condiciones donde el único mecanismo necesario es su activación, muestra un enlentecimiento constante o aditivo. Una lentificación aparentemente comparable tiene lugar, también, en las operaciones de codificación sensorial.

Un enlentecimiento aditivo del componente motor atribuible a déficit de activación (Bunce, 2001; Falkenstein et al., 2006) y también un enlentecimiento multiplicativo compatible con déficit de selección y organización de la respuesta (Bashore, 1990; Bashore & Ridderinkhof, 2002; Mayor et al., 2008) han sido descritos en estudios que han empleado diferentes técnicas de fragmentación del TR.

De este modo, el EC aparece así como un déficit que, aunque general, muestra patrones particulares en relación con el nivel o modalidad de procesamiento, controlado o automático. Es decir, el carácter multiplicativo del enlentecimiento aparece en los componentes comprometidos

con el procesamiento de la dificultad en tareas que demandan control atencional activo, mientras que, el carácter aditivo está presente en niveles de procesamiento automático y sería, general e inherente a un proceso de reducción de eficiencia en la coordinación o transmisión en las redes neurales tal y como postula la hipótesis del factor general.

En conjunto, entonces, el presente estudio sugiere que el EC en la tercera edad no puede ser comprendido apelando solamente a una hipótesis de un factor único como es el caso de la llamada hipótesis del factor general. En ese sentido, confirma y extiende otros hallazgos reportados en la literatura. En su lugar, este estudio indica, la necesidad de considerar la intervención de un segundo factor relacionado específicamente con el procesamiento de la complejidad.

Evaluar la relación entre la magnitud del enlentecimiento central y el nivel de las demandas, ha servido para dar fundamento a la naturaleza de este segundo factor. Este se ha relacionado con una limitación en los mecanismos de control atencional necesarios durante el procesamiento de la complejidad, que aparece, inclusive, en sujetos sanos en la forma de lapsus de atención. Estos lapsus de atención provocan un aumento de la variabilidad del TR y, por esa vía de su velocidad. Los experimentos dos y tres del presente estudio son congruentes con esta interpretación.

El análisis distribucional del TR llevado a cabo en este estudio confirma la hipótesis de que la velocidad de las operaciones computacionales centrales también, se enlentece en este grupo, de modo aditivo ( $\mu$ ), hecho compatible con la influencia de una lentificación general de todas las operaciones cognitivas, mientras que, la aparición de respuestas lentas es, en contraste, un reflejo del aumento de la dificultad ( $\tau$ ).

Tal resultado puede ser entonces interpretado como una evidencia en apoyo a la intervención de un factor de control atencional en la génesis del EC en la tercera edad y a la plausibilidad de un modelo de dos factores en la modulación del EC de ese grupo.

Con respecto al segundo hallazgo, el EC en el VIH, la comparación de un grupo de sujetos seropositivos neurológicamente asintomáticos, con un tiempo de probable contagio de aproximadamente siete años, con el mismo grupo de adultos mayores y de controles, empleando el diseño experimental descrito, ha revelado que, ambos grupos exhiben, en efecto, el mismo patrón cualitativo de enlentecimiento y que el déficit de control atencional es cuantitativamente

comparable en ambos. Los seropositivos muestran, sin embargo, un efecto mucho menor de reducción general de velocidad en las operaciones sensoriomotoras.

Resumiendo, se puede decir por tanto que, ambos grupos comparten mecanismos neuropsicológicos comunes. En ese sentido, el efecto del virus sobre el sistema cognitivo puede ser comparado con el de la edad y, el EC en el grupo de seropositivos, considerado en términos de “envejecimiento prematuro”. Específicamente el experimento tres de este estudio apoya esta aseveración.

Si bien la literatura sobre deterioro cognitivo en la infección por el VIH ha puesto énfasis en la significación del EC tanto para el diagnóstico como para estimar las implicaciones de la evolución de la infección en términos de sus relaciones con trastornos demenciales, hasta el presente, ningún estudio ha ofrecido una descripción detallada de la dinámica de este déficit en las etapas preclínicas de la infección ni de sus posibles mecanismos moduladores. A su vez, aunque se han señalado similitudes en otras dimensiones de la actividad cognitiva entre estos sujetos y adultos mayores (Ances et al., 2010; Band et al., 2002; Brew et al., 1995; Everall et al., 1991; Hardy & Vance, 2009; Hinkin et al., 1990; Kent et al., 1994; Post et al., 1991; Sánchez & Rodríguez, 2003; Simone et al., 2008; Van Gorp et al., 1989), el presente, es el primer estudio que ha permitido establecer una relación precisa entre el efecto del virus sobre la dinámica cognitiva y el efecto de este déficit en la tercera edad.

Desde esta perspectiva, los resultados de este estudio revelan implicaciones potenciales para el diagnóstico y la protección de la salud de estos grupos. Desde el punto de vista diagnóstico, primero, ofrecería una referencia objetiva sobre la base del criterio de la edad para evaluar la magnitud del deterioro cognitivo en la infección por el VIH; segundo, las técnicas y métodos empleadas, contribuirían a la detección temprana de cambios funcionales que, en el caso de los seropositivos asintomáticos, suelen preceder a la aparición de sintomatología manifiesta; tercero, el procedimiento de fragmentación del tiempo de reacción empleado, proporciona una técnica fácil de administrar, económica y no invasiva, que puede extenderse a la evaluación de otras condiciones del sistema nervioso que comprometen a la velocidad de procesamiento.

Desde el punto de vista preventivo proporcionaría criterios para la toma de decisión con respecto a una posible ubicación o reubicación laboral más seguras tanto para seropositivos como para

adultos mayores, y al mismo tiempo, implementar programas de rehabilitación cognitiva que permitan preservar la calidad de vida de estos grupos (Charness, 2008; Christensen et al., 2009; Geda et al., 2010; Gorman et al., 2009; Lustig et al., 2009; Parsons et al., 2006; Willis, 2007).

La rehabilitación cognitiva tiene como finalidad mejorar el funcionamiento y la calidad de vida de la persona afectada al proveerla de una serie de estrategias que contribuyen a mejorar o recuperar los déficits producidos en las capacidades cognitivas. Entre las técnicas habituales empleadas en este ámbito y que pudieran ser de utilidad en el terreno de salud ocupacional se encuentran, el empleo de baterías neurocognitivas estandarizadas (permiten la evaluación de las áreas alteradas y las no alteradas, demarcan la estrategia rehabilitatoria a utilizar, permiten hacer comparaciones con grupos de referencias, ofrecen un pronóstico), técnicas de biofeedback (permiten corregir el desempeño), estimulación mediante el entrenamiento, enseñanza de estrategias para la resolución de problemas aplicables en diferentes contextos, diseño de tareas ad hoc para evaluar otras funciones, etc.

Además, las herramientas desarrolladas en este estudio podrían ser de utilidad en la evaluación precoz y subclínica de los efectos de los riesgos laborales sobre la dinámica cognitiva. Tal es el caso, por ejemplo, de la carga o el esfuerzo mental y los agentes neurotóxicos.

Un enfoque de este tipo ofrecería mayor seguridad laboral, pues favorecería la creación entornos normativos destinados a proteger la salud de estos grupos en el lugar de trabajo y abogar por promulgar normas que aseguren unos requisitos mínimos al desempeño, fortaleciendo de este modo la inspección sanitaria al promover prácticas laborales sanas. También, contribuiría a proporcionar datos probatorios para fundamentar medidas y prácticas que permitan desarrollar los sistemas de vigilancia de salud a fin de controlar exactamente los riesgos laborales y reforzar las investigaciones sobre las necesidades de salud.

La prolongación de la vida laboral activa, en el caso de los adultos mayores, sólo es posible si se envejece conservando durante el mayor tiempo posible, la capacidad de seguir siendo sujetos activos y autosuficientes. La humanidad esta obligada a garantizarse una vejez saludable para que vivir más sea sostenible en lo económico y tenga sentido éticamente.

## CONCLUSIONES GENERALES

## CONCLUSIONES GENERALES

- El procedimiento automatizado de evaluación cognitiva desarrollado para la fragmentación conductual del tiempo de reacción en sus componentes centrales y periféricos, permite caracterizar el patrón dinámico de enlentecimiento cognitivo observado en sujetos de la tercera edad y en seropositivos al VIH neurológicamente asintomáticos.
- Los adultos mayores exhiben consistentemente un patrón de enlentecimiento de la velocidad de procesamiento que es modulado por dos factores: un factor de velocidad análogo al factor general, que afecta tanto a los componentes centrales como a los periféricos del tiempo de reacción y que se observa bajo condiciones de procesamiento automático y, un segundo factor, que actúa sobre los componentes de procesamiento invocados durante el procesamiento de la complejidad “amplificando” la influencia del factor general y que, estaría relacionado con limitaciones en los mecanismos de control atencional.
- La naturaleza de este segundo factor estaría vinculada con la ocurrencia de lapsus de atención que inducen un aumento de la variabilidad en los adultos mayores y por consiguiente el incremento de respuestas extremas lentas conducentes al aumento desproporcionado del tiempo de reacción.
- Entre los sujetos seropositivos neurológicamente asintomáticos al VIH y los adultos mayores se observa un patrón dinámico común de enlentecimiento cognitivo, caracterizado por la intervención de por lo menos dos factores, uno de lentificación general aditivo consistente con una reducción de la velocidad de las operaciones cognitivas que se observa en tareas de procesamiento automático y, otro, de lentificación multiplicativa relacionado con limitaciones en el control atencional durante el procesamiento de la complejidad, que se observa en tareas de procesamiento controlado.

## RECOMENDACIONES

## RECOMENDACIONES

- Evaluar la introducción de los procedimientos y resultados de este estudio en la evaluación diagnóstica, la prevención, la rehabilitación y la reinserción laboral de estos grupos.
- Articular el procedimiento de fragmentación conductual del TR desarrollado en este estudio, con el registro de la actividad eléctrica cerebral, con vistas a obtener, estimados más refinados de los componentes de la dinámica cognitiva.
- Abordar el estudio de la eventual identidad de las bases neurales del enlentecimiento cognitivo en ambos grupos con métodos imagenológicos de alta resolución (Imagen por Resonancia Magnética Funcional, Tomografía por Emisión de Positrones, Magnetoencefalografía, Tomografía Eléctrica Cerebral).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allain, S., Carbonnell, L., Burle, B., Hasbroucq, T., & Vidal, F. (2004). On-line executive control: An electromyographic study. *Psychophysiology*, *41*, 113–116.
- Amador, F., Mayor, J., & del Castillo, N. (2006). Enlentecimiento cognitivo en sujetos seropositivos asintomáticos al virus de la inmunodeficiencia humana tipo 1. *Rev. Neurol*, *42*(3), 132-136.
- Amador, F., Pelegrina, M., & Mayor, J. (2007). Enlentecimiento cognitivo en el trastorno cognitivo-motor asociado al virus de inmunodeficiencia humana tipo 1: TR y P300. *Actas Esp Psiquiatr*, *35*(4), 221-228.
- Ances, B. M., & Ellis, R. J. (2007). Dementia and neurocognitive disorders due to HIV-1 infection. *Semin Neurol*, *27*(1), 86-92.
- Ances, B. M., Vaida, F., Yeh, M. J., Liang, C. L., Buxton, R. B., Letendre, S., McCutchan, A., Ellis, R. J., & the HIV Neurobehavioral Research Center. (2010). HIV Infection and Aging Independently Affect Brain Function as Measured by Functional Magnetic Resonance Imaging. *J Infect Dis*, *201*(3), 336-430.
- Andrés, P., Guerrini, C., Phillips, L., & Perfect, T. (2008). Differential Effects of Aging on Executive and Automatic Inhibition. *Developmental Neuropsychology*, *33*(2), 101–123.
- Antinori, A., Arendt, G., Becker, J. T., Brew, B. J., Byrd, D. A., Cherner, M., Clifford, D. B., Cinque, P., Epstein, L. G., Goodkin, K., Gisslen, M., Grant, I., Heaton, R. K., Joseph, J., Marder, K., Marra, C. M., McArthur, J. C., Nunn, M., Price, R. W., Pulliam, L., Robertson, K. R., Sacktor, N., Valcour, V., & Wojna, V. E. (2007). Updated research nosology for HIV associated neurocognitive disorders. *Neurology*, *69*(18), 1789-1799.
- Ardila-Ardila, A., Goodkin, K., Concha-Bartolini, M., Lecusay-Ruiz, R., O'Mellan-Fajardo, S., Suárez-Bustamante, P., Molina-Vásquez, R., Lee, D., Chayeb, G., & Wilkie,

F. L. (2003). HUMANS: una batería neuropsicológica para la evaluación de pacientes infectados con VIH-1. *Rev Neurol*, 36, 756-762.

- Baldewicz, T. T., Leserman, J., Silva, S. G., Petitto J. M., Golden, R. N., Perkins, D. O., Barroso, J., & Evans, D. L. (2004). Changes in neuropsychological functioning with progression of HIV-1 infection: results of an 8-year longitudinal investigation. *AIDS Behav*, 8(3), 345-355.
- Balota, D. A., & Spieler, D. H. (1999). Word frequency, repetition, and lexicality effect in word recognition tasks: Beyond measures of central tendency. *J Exper Psychol: General*, 128, 32-55.
- Band, G. H., Ridderinkhof, K. F., & Segalowitz, S. (2002). Explaining Neurocognitive Aging: Is one Factor Enough? *Brain and Cognition*, 49, 259-267.
- Banish, M. T., Milham, M. P., Atchley, R. A., Cohen, N. J., Webb, A., Wszalek, T., Kramer, A. F., Liang, Z., Barad, V., Gullett, D., Shah, Ch., & Brown, C. (2000). Prefrontal regions play a predominant role in imposing an attentional “set”: evidence from fMRI. *Cognitive Brain Reseach*, 10, 1-9.
- Barnes, D. (2004). The Relationship Between Literacy and Cognition in Well-Educated Elders. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 59(4), 390-395.
- Bashore, T. R., & Ridderinkhof, K. R. (2002). Older Age, Traumatic Brain Injury and Cognitive Slowing: Some Convergent and Divergent Findings. *Psychological Bulletin*, 128, 151-198.
- Bashore, T. R. (1990). Age-related changes in mental processing revealed by analyses of event-related brain potentials. In J. Rohrbaugh, R. Parasuraman, & R. Johnson Jr. (Eds.), *Event-related brain potentials: Basic issues and applications* (pp. 242-275). New York: Oxford University Press.

- Baudouin, A., Vanneste, S., & Isingrini, M. (2004). Age-related cognitive slowing: The role of spontaneous tempo and processing speed. *Exp. Aging Research*, *30*(3), 225-239.
- Becker, J. T., & Salthouse, T. A. (1999). Neuropsychological tests performance in the acquired immunodeficiency syndrome: independent effects of diagnostic group on functioning. *J Int Neuropsychol Soc*, *5*, 41-47.
- Bellgrove, M. A., Hester, R., & Garavan, H. (2004). The functional neuroanatomical correlates of response variability: evidence from a response inhibition task. *Neuropsychologia*, *42*, 1910–1916.
- Birren, J. E. (1970). Toward an experimental psychology of aging. *American Psychologist* *25*, 124-135.
- Bogdanova, Y., Nearing, S., & Cronin-Golomb, A. (2008). Mapping mental number line in physical space: vertical and horizontal visual number line orientation in asymptomatic individuals with HIV. *Neuropsychologia*, *46*(12), 2914-2923.
- Braver, T. S., Paxton, J. L., Locke, H. S., & Barch, D. M. (2009). Flexible neural mechanisms of the cognitive control within human prefrontal cortex. *PNAS*, *106*(18), 7351-7356.
- Brew, B., Rosenblum, M., & Price, R. W. (1995). AIDS dementia complex and HIV brain infection: clinical-virological correlations. *Ann. Neurol*, *38*, 563-570.
- Bruhn, P., & Parsons, O. A. (1977). Reaction time variability in epileptic and brain damaged patients. *Cortex* *13*(4), 373-384.
- Bunce, D. (2001). The Locus of Age × Health-Related Physical Fitness Interactions in Serial Choice Responding as a Function of Task Complexity: Central Processing or Motor Function? *Experimental Aging Research*, *27*, 103-122.
- Bunce, D., Stuart, W. S. M., & Hultsch, D. F. (2004). Inconsistency in serial choice decision and motor reaction time dissociate in younger and older adults. *Brain & Cognition*, *56*, 320-327.

- Burton, C. L., Strauss, E., Hultsch, D. F., Moll, A., & Hunter, M. A. (2006). Intraindividual variability as a marker of neurological dysfunction: a comparison of Alzheimer's disease and Parkinson's disease. *J Clin Exp Neuropsychol*, 28(1), 67-83.
- Carstensen, L. (2007). Growing old or living long: Take your pick. *Issues in Science and Technology*, Winter, 41-50.
- Casanova, P. (2006). *Sida y Sistema Nervioso*. La Habana: Editorial Ciencias Médicas.
- Castellanos, F. X., Sonuga-Barke, E. J. S., Sheres, A., Di Martino, A., Hyde, Ch. & Walters, J. (2005). Varieties of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder-Related Intra-Individual Variability. *Biol Psychiatry*, 57(11), 1416-1423.
- Castellon, S. A., Hinkin, C. H., & Myers, H. F. (2000). Neuropsychiatric disturbance is associated with executive dysfunction in HIV-1 infection. *J Int Neuropsychol Soc*, 6, 336-347.
- Cerella, J. (1985). Information processing rates in the elderly. *Psychol Bull*, 98, 67-83.
- Cerella, J. (1990). Aging and information processing rate. In J. E. Birren, & K. W. Schaie (Eds.), *Handbook of the psychology of aging* (pp. 201-221), 3 ed. San Diego, CA: Academic Press.
- Chang, L., Speck, O., Miller, E. N., Braun, J., Jovicich, J., Koch, C., Itti, L., & Ernst, T. (2001). Neural correlates of attention and working memory deficits in HIV patients. *Neurology*, 57(6), 1001-1007.
- Charness, N. (2008). Aging and Human Performance. *Human Factors*, 50(3), 548-555.
- Christensen, H., Dear, H. B., Anskey, K. J., Parslow, R. A., Sachdev, P., & Jorm, A. P. (2005). Within-occasion intraindividual variability and preclinical diagnostic status: is intraindividual variability an indicator of mild cognitive impairment. *Neuropsychology*, 19(3), 309-317.

- Christensen, K., Doblhammer, G., Rau, R., & Vaupel, J. (2009). Ageing populations: the challenges ahead. *The Lancet*, 374(9696), 1196-1208.
- Church, R. M. (1984). Properties of internal clock. In J. Gibbon, & L. Allan (Eds.), *Timing and Time Perception*, Vol. 423. (pp. 566-582). N.Y., Annals of New York Academy of Sciences.
- Clemente-Millana, L., & Portellano, J. A. (2000). Evaluación Neuropsicológica de los déficit cognitivos en la infección por el virus de la inmunodeficiencia humana tipo 1 (VIH-1). *Rev Neurol*, 31, 1192-1201.
- Cysique, L. A., & Brew, B. J. (2009). Neuropsychological functioning and antiretroviral treatment in HIV/AIDS: A review. *Neuropsychol Rev*, 19, 169-185.
- Cysique, L. A., Maruff, P., & Brew, B. J. (2006). The neuropsychological profile of symptomatic AIDS and ADC patients in the pre-HAART era: a meta-analysis. *J Int Neuropsychol Soc.*, 12(3), 368-382.
- Dawes, S., Suarez, P., Casey, C. Y., Cherner, M., Marcotte, T. D., Letendre, S., Grant, I., Heaton, R. K., & HNRC Group (2008). Variable patterns of neuropsychological performance in HIV-1 infection. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 30 (6), 613–626.
- de Frias, C. M., Dixon, R. A., Fisher, N., & Camicioli, R. (2007). Intraindividual variability in neurocognitive speed: a comparison of Parkinson's disease and normal older adults. *Neuropsychologia*, 45(11), 2499-2507.
- De Jong, R. (2001). Adult age differences in in goal activation and goal maintenance. *European J. of Cog. Psychol.*, 13, 71-90.
- Deary, I. J., & Der, G. (2005a). Reaction time explains IQ's association with death. *Psychol Sci*, 16, 64 –69.

- Deary, I. J., & Der, G. (2005b). Reaction time, age, and cognitive ability: longitudinal findings from age 16 to 63 years in representative population samples. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, *12*, 187–215.
- Dellenbach, M. & Zimprich, D. (2008). Typical Intellectual Engagement and Cognition in Old Age. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, *15*, 208–231.
- Donchin, E., & Coles, M. (1980). Is the P300 component a manifestation of context updating? *Behav Brain Sci*, *11*(3), 355-425.
- Duff, K., Mold, J. & Gidron Y. (2009). Cognitive functioning predicts survival in the elderly. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *31* (1), 90–95.
- Dunlop, O., Bjorklund, R., Abdelnoor, M., & Myrvang, B. (1993). Total reaction time: a new approach in early HIV encephalopathy? *Acta Neurol Scand*, *88*(5), 344-348.
- Ellis, R., Calero, P., & Stockin, M. (2009). HIV Infection and the Central Nervous System: A Primer. *Neuropsychol Rev*, *19*, 144–151.
- Escandon, A., Al-Hammadi, N., & Galvin, J. (2010). Effect of cognitive fluctuation on neuropsychological performance in aging and dementia. *Neurology*, *74*, 210-217.
- Everall, L. P., Luthbert, P. J., & Lantos, P. L. (1991). Neuronal loss in frontal cortex in HIV infection. *Lancet*, *337*, 1119-1121.
- Faílde, J., Lameiras, M., Rodríguez, Y., Carrera, M., & López, J. (2009). Características del rendimiento neuropsicológico de pacientes infectados por VIH. *Actas Esp Psiquiatr*, *37*(5), 252-257.
- Fairfield, B., & Mammarella, N. (2009). The Role of Cognitive Operations in Reality Monitoring: A Study With Healthy Older Adults and Alzheimer’s-Type Dementia. *The Journal of General Psychology*, *136*(1), 21–39.
- Falkenstein, M., Yordanova, J., & Kolev, V. (2006). Effects of aging on slowing of motor-response generation. *Int J Psychophysiol.*, *59*(1), 22-29.

- Fisk, A. D., Fisher, D. L. & Rogers, W. A. (1992). General slowing alone cannot explain age-related search effects: Reply to Cerella (1991). *Journal of Experimental Psychology: General*, 121, 73–78.
- Folstein, M. F., Folstein, S. E., & McHugh, P. R. (1975). Mini-Mental State. A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research*, 12, 189-198.
- Ford, J. M., Roth, W. T., Mohs, R. C., Hopkins, W. F. & Kopell, B. S. (1979). Event-related potentials recorded from young and old adults during a memory retrieval task. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 47, 450–459.
- Fozard, J. L., Vercryssen, M., Reynolds, S. L., Hancock, P. A., & Quilter, R. E. (1994). Age differences and changes in reaction time: the Baltimore Longitudinal Study of Aging. *J Gerontol*, 49(4), 179-189.
- Fraisse, P., Pichot, P., & Clairouin-Oleron, G. (1949). Les aptitudes rythmiques: Etudes comparées des oligophènes et des enfants normaux. *J. de Psychologie Normale e Pathologique*, 42, 309-330.
- Franzblau, A., Letz, R., Hershman, D., Mason, P., Wallace, JI., & Bekesi, JE. (1991). Quantitative neurological and neurobehavioral testing of person infected with human immunodeficiency virus type 1. *Archives of Neurology*, 48, 263-268.
- García-Moncó, J., Pinedo Brochado, A., & Escalza Cortina, I. (2007). Complicaciones neurológicas de la infección por el virus de la inmunodeficiencia humana. *Neurología*, 22(5), 312-319.
- Garvey, L., Yerrakalva, D., & Winston, A. (2009). *High rates of asymptomatic neurocognitive impairment (aNCI) in HIV-1 infected subjects receiving stable combination anti-retroviral therapy (CART) with undetectable plasma HIV RNA*. 5th IAS Conference on HIV Pathogenesis, Treatment and Prevention. July 19-22, Cape Town. Abstract MOPEB027.

- Geda, Y., Roberts, R., Knopman, D., Christianson, T., Pankratz, V., Ivnik, R., Boeve, B., Tangalos, E., Petersen, R., & Rocca, W. (2010). Physical Exercise, Aging, and Mild Cognitive Impairment A Population-Based Study. *Arch Neurol*, 67(1), 80-86.
- González, F. M. (2007). Instrumentos para el estudio de la ansiedad y la depresión. En, *Instrumentos de evaluación psicológica* (pp. 165-216). La Habana: Editorial Ciencias Médicas.
- González, R., Heaton, R.K., Moore, D.J., Letendre, S.E., Ellis, R.J., Wolfson, T., Marcotte, J., Cherner, M., Reppeth, J. & Grant, I. (2003). Computerized reaction time test battery vs. a traditional neuropsychological battery: detecting HIV-related impairments. *J. Int. Neuropsychol. Soc.*, 9(1), 64-71.
- Gorman, A. A., Foley, J. M., Ettenhofer, M. L., Hinkin, C.H., & Van Gorp, W. G. (2009). Functional consequences of HIV-associated neuropsychological impairment. *Neuropsychol. Rev.*, 19, 186-203.
- Greenwood, P.M. (2000). The frontal aging hypothesis evaluated. *J. Int. Neuropsychol. Soc.*, 6, 505-526.
- Hardy, D. J., & Hinkin, C. H. (2002a). Reaction Time Slowing in adults with VIH: results of a metanalysis using brinley plots. *Brain and Cognition*, 50(1), 25-34.
- Hardy, D. J., & Hinkin, C. H. (2002b). Reaction time performance in adults with VIH/AIDS. *J Clin Exper Neuropsychol*, 24(7), 912-929.
- Hardy, D. J., Hinkin, C. H., Levine, A. J., Castellon, S. A., & Lam, M. N. (2006). Risky decision making assessed with the gambling task in adults with HIV. *Neuropsychology*, 20, 355–360.
- Hardy, D., & Vance, D. (2009). The Neuropsychology of HIV/AIDS in Older Adults. *Neuropsychol Rev*, 19, 263–272.
- Hartley, A. A., & Little, D. M. (1999). Age-related differences and similarities in dual task interference. *Journal of Experimental Psychology: General*, 128, 416-449.

- Heathcote, A. (1996). RTSYS: A DOS application for the analysis of the reaction time data. *Behavior Research Methods, Instruments & Computers*, 28, 427-445.
- Heathcote, A., Popiel, S. J., & Mewhort, D. J. K. (1991). Analysis of reaction time distribution: An example using the Stroop task. *Psychological Bulletin*, 109, 340-347.
- Heitz, R. P., & Engle, R. W. (2007). Focusing the spotlight: Individual differences in visual attention control. *Journal of Experimental Psychology: General*, 136, 217–240.
- Hervey, A. S., Epstein, J. N., Curry, J. F., Toney, S., Arnold, L. G., Conners, C. K., Hinshaw, S. P., Swanson, J. M., & Hetchman, L. (2006). Reaction Time Distributional Analysis of Neuropsychological Performance in ADHD Children. *Child Neuropsychol.*, 12, 125-140.
- Hetherington, C. R., Stuss, D. T., & Finlayson, M. A. (1996). Reaction time variability 5 a 10 years after traumatic brain injury. *Brain Injury*, 10, 473-486.
- Hinkin, C. H., Castellon, S. A., Hardy, D. J., Granholm, E., & Siegle, G. (1999). Computerized and traditional Stroop task dysfunction in HIV-1 infection. *Neuropsychol*, 13(2), 306-316.
- Hinkin, C. H., Castellon, S. A., Steven, A., & Hardy, D. J. (2000). Dual task performance in HIV-1 infection. *J Clin Exper Neuropsychol*, 22(19), 16-24.
- Hinkin, C. H., Van Gorp, W. C., & Satz, P. (1995). Neuropsychological and neuropsychiatric aspects of HIV infection in adults. In H. I. Kaplan, & B. J. Saddock (Eds.), *Comprehensive textbook of psychiatry* (pp. 1669-1680). Baltimore: Williams and Wilkins.
- Hinkin, C., Cummings, J. L., Van Gorp, W. G., Satz, P., Mitrushina, M., & Freeman, D. (1990). Frontal/subcortical features of normal aging: an empirical analysis. *Canadian Journal of Aging*, 9, 104-119.
- Hockley, W.E. (1984). Analyses of response time distributions in the study of cognitive processes. *J. of Exper. Psychol: Learning, memory and cognition*, 10, 598-615.

- Holtzer, R., Stern, Y., & Rakitin, B. C. (2005). Predicting age-related dual-task effects with individual differences on neuropsychological tests. *Neuropsychology, 19*(1), 18-27.
- Hult, B., Chana, G., Masliah, E., & Everall, I. (2008). Neurobiology of HIV. *International Review of Psychiatry, 20*(1), 3–13.
- Hultsch, D. F., & MacDonald, S. W. S. (2004). Intraindividual variability in performance as a theoretical window into cognitive aging. In R. A. Dixon, L. Backman, & L. G. Nilsson (Eds.), *New Frontiers in Cognitive Aging* (pp. 65-88). Oxford, UK: Oxford University Press.
- Hultsch, D. F., MacDonald, S. W. S., & Dixon, R. A. (2002). Variability in reaction time performance of younger and older adults. *J. of Gerontology: Psychological Sciences B., 57*, 101-115.
- Iudicello, J. E., Woods, S. P., Weber, E., Dawson, M. S., Scott, J. C., Carey, C. L., Grant, I., & The HIV Neurobehavioral Research Center (HNRC) Group. (2008). Cognitive mechanisms of switching in HIV-associated category fluency deficits. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 30*, 797–804.
- Jensen, A. R. (1982). Methodological and Statistical Techniques for the Chronometric Study of Mental Abilities. In C. R. Reynolds, & V. L. Wilson (Eds.), *Methodological and Statistical Advances in the Study of Individual Differences*. Plenum Press, N.Y.
- Juengst, S. B., Aizenstein, H. J., Figurski, J., López, O. L., & Becker, J. T. (2007). Alterations in the hemodynamic response function in cognitively impaired HIV/AIDS subjects. *J Neurosci Methods., 163*(2), 208-212.
- Kane, M. J., Conway, A. R. A., Hambrick, D. Z., & Engle, R. W. (2007). Variation in working memory capacity as variation in executive attention and control. In A. R. A. Conway, C. Jarrold, M. J. Kane, A. Miyake, & J. N. Towse (Eds.), *Variation in working memory*. NY: Oxford.

- Kausler, D. H. (1991). *Experimental psychology, cognition, and human aging* (2 ed.). New York: Springer-Verlag.
- Kent, T. A., Gelman, B. B., Casper, K., Langsjoen, H. A., Levin, H. S., & Hillman, G. R. (1994). Neuroimaging in HIV infection: neuropsychological and pathological correlation. In I. Grant, & A. Martin (Eds.), *Neuropsychology of HIV infection* (pp. 260-275). Oxford University Press, N.Y.
- Klimkeit, E., Mattingley, J., Sheppard, D., Lee, P., & Bradshaw, J. (2005). Motor preparation, motor execution, attention, and executive functions in attention deficit/hyperactivity disorder (ADHD). *Child Neuropsychology*, *11*, 153–173.
- Kolev, M., Falkenstein, M., & Yordanova J. (2006). Motor-response generation as a source of aging-related behavioural slowing in choice-reaction tasks. *Neurobiology of Aging*, *27*(11), 1719-1730.
- Law, W. A., Mapou, R. L., Roller, T. L., Martin, A., Nannis, E. D., & Temoshok, L. R. (1995). Reaction time slowing in HIV-1-infected individuals: role of the preparatory interval. *J Clin Exp Neuropsychol*, *17*(1), 122-133.
- Leth-Steensen, C., Elbaz, Z. K. & Douglas, V. I. (2000) Mean Response times, variability and skew in the responding of ADHD children: A response time distributional approach. *Acta Psychologica*, *104*(2), 167-190.
- Levine, A. J., Hardy, D. J., Barclay, T. R., Reinhard, M. J., Cole, M. M., & Hinkin, C. H. (2008). Elements of attention in HIV-infected adults: evaluation of an existing model. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *30*(1), 53–62.
- Llorente, A. M., Miller, E. N., D'Elia, L. F., Selnes, O. A., Wesh, J., Becker, J., & Satz, P. (1998). Slowed information processing in HIV-1 disease. *J. Clin Exper Neuropsychol*, *20*, 60-72.
- Luce, R. D. (1986). *Response Time: Their role in inferring elementary mental organization*, New York: Oxford University Press.

- Ludervold, A. J., Karlsen, N. R., & Reivang, I. (1994). Assessment of “subcortical dementia” in patients with Huntington disease, Parkinson disease, multiple sclerosis and AIDS by a neuropsychological screening battery. *Scand. J. Psycho*, 35, 48-55.
- Lustig, C., Shah, P., Seidler, R., & Reuter-Lorenz, P. (2009). Aging, Training, and the Brain: A Review and Future Directions. *Neuropsychol Rev*, 19, 504–522.
- Luszcz, M. A. (2004). Intraindividual variability, change, and aging [Special issue]. *Gerontology*, 50 (1).
- MacAuley, T., Yap, M., Shawn, E. C., & White, D. A. (2006). Revisiting inhibitory control across the life span: Insights from the Ex-Gaussian distribution. *Develop. Neuropsychol*, 29(3), 447-458.
- MacDonald, S. W., Hultsch, D. F., & Dixon, R. A. (2003). Performance variability is related to change in cognition: evidence from the Victoria Longitudinal Study. *Psychol Aging*, 18(3), 510-523.
- Madden, D. J., Gottlob, L. W., Denny, L. I., Turkington, T. G., Provenzale, J. M., Hawk, T. C., & Coleman R. E. (1999). Aging and recognition memory: Changes in regional cerebral blood flow associated with components of reaction time distributions. *J. of Cognitive Neuroscience*, 11(5), 511-520.
- Madden, D. J., Langley, L. K., Denny, L. L., Turkington, T. G., Provenzale, J. M., Hawk, T. C., & Coleman, R. E. (2002). Adult age differences in visual word identification: functional neuroanatomic by positron emission tomography. *Brain and Cognition*, 49, 297-321
- Mani, T. M., Bedwell, J. S., & Miller S. L. (2005). Age-related decrements in performance on a brief continuous performance test. *Archives of Clin. Neurophysiology*, 20, 575-586.

- Martin, E. M., Robertson, L. C., Edelstein, H. E., Jagust, W. J., & Sorensen, D. J. (1992a). Performance of patients with early HIV-1 infection on the Stroop task. *J Clin Exper Neuropsychol*, *14*, 857-868.
- Martin, E. M., Sorensen, D. J., Edelstein, H. E., & Robertson, L. C. (1992b). Decision-making speed in HIV-1 infection: A preliminary report. *AIDS*, *6*, 109-113.
- Martínez-Selva, J., Sánchez-Navarro, J., Bechara, A., & Román, F. (2006). Mecanismos cerebrales de la toma de decisiones. *Rev. Neurol*, *42*(7), 411-418.
- Mayor, J., Amador, F., & Ramírez, I. (2008). La reserva cognitiva mejora la velocidad de procesamiento de los componentes centrales del TR en adultos mayores pero no en jóvenes. *Revista Cubana de Salud y Trabajo*, *9*(1), 7-18.
- Mayr, U., Spieler, D. H. & Kliegl, R. (2001). Ageing and executive control: Introduction to this special issue. *European J. of Cog. Psychol.*, *13*, 1-4.
- McCarthy, G., & Donchin, E. (1981). A metric for thought: A comparison of P300 latency and Reaction Time. *Science*, *211*, 77-80.
- Milham, M. P., Erickson, K. I., Banich, M. T., Kremer, A. T., Webb, A., Wszalek, T., Cohen, N. J. (2002). Attentional control in the aging brain: insights from an fMRI study of Stroop task. *Brain and Cognition*, *49*, 420-435.
- Moltó, J. M., Igual, B., Pastor, I., González-Aniorte, R., & Asensio, M. (1997) Test de acentuación de palabras de González-Montalvo en una población sana. *Rev Neurol*, *25*, 2062-2063.
- Moore, D. J., Masliah, E., Rippeth, J. D., Gonzalez, R., Carey, C. L., Cherner, M., et al. (2006). Cortical and subcortical neurodegeneration is associated with HIV neurocognitive impairment. *AIDS*, *20*, 879–887.
- Morris, R., Schaerf, F., Brandt, J., McArthur, J. & Folstein, M. (1992). AIDS and multiple sclerosis: neural and mental features. *Acta Pschiatr. Scand.*, *85*, 331-336.

- Murtha, S., Cismaru, R., Waechter, R., & Chertkow, H. (2002). Increased variability accompanies frontal lobe damage in dementia. *J. Int. Neuropsychol. Soc.*, 8(3), 360-372.
- Myerson, J., Adams, D. R., Hale, S. & Jenkins, L. (2003). Analysis of group differences in processing speed, Brinley plots, Q–Q plots, and other conspiracies. *Psychonomic Bulletin and Review*, 10, 224-237.
- Myerson, J., Robertson, S., & Hale, S. (2007). Aging and intraindividual variability in performance, analyses of response time distributions. *Journal of the experimental analysis of behaviour*, 88(3), 319-337.
- Nance, M., Pirozzolo, F., Levy, J., & Fernández, F. (1990). *Simple and choice reaction time in HIV-, HIV+ and AIDS patients*. Int Conf AIDS Jun 20-23, 6, 173 (abstract no. F.B.383).
- Nath, A., Schiess, N., Venkatesan, A., Rumbaugh, J., Sacktor, N., & McArthur, J. (2008). Evolution of HIV dementia with HIV infection. *International Review of Psychiatry*, 20(1), 25–31.
- Nesselroade, J. R., & Salthouse, T. A. (2004). Methodological and theoretical implications of intraindividual variability in perceptual-motor performance. *J Gerontol. B. Psychol. Sci. Soc. Sci.*, 59(2), 49-55.
- Norman, D. A., & Shallice T. (1986). Attention and Action: Willed and automatic control of behaviour. In R. J. Davison, G. E. Schwartz, & Shapiro (Eds.), *Consciousness and Self-Regulation: Advances in Research and Theory*, Vol. 4. (pp. 1-18). Plenum Press, N.Y.
- Odiase, F., Ogunrin, O., & Ogunniyi, A. (2006). Effect of progression of disease on cognitive performance in HIV/AIDS. *J Natl Med Assoc.*, 98(8), 1260-1262.
- Ogunrin, A. O., Odiase, F. E., & Ogunniyi, A. (2007). Reaction time in patients with HIV/AIDS and correlation with CD4 count: a case-control study. *Trans R Soc Trop Med Hyg.*, 101(5), 517-522.

- OIT (2009). *El VIH/SIDA y el mundo del trabajo: informe IV(1)*. Recuperado de <http://www.ilo.org/publns/>
- ONUSIDA (2009). *Situación de la epidemia de SIDA, diciembre de 2009*. Recuperado de <http://www.unaids.org/>
- Parkin, A. J., & Java, R. I. (1999). Deterioration of frontal lobe function in normal aging, influences of fluid intelligence versus perceptual speed. *Neuropsychology, 13*, 539-545.
- Parsons, T. D., Braaten, A. J., Hall, C. D., & Robertson, K. R. (2006). Better quality of life with neuropsychological improvement on HAART. *Health and Quality of Life Outcomes, 4*, 11. doi:10.1186/1477-7525-4-11.
- Penner-Wilger, M., Leth-Steensen, C., Smith-Chant, B. L., & LeFevre, J. (2002). Decomposing the mean in the problem-size effect: An investigation of response time distribution for a multiplication production task. Retrieved from <http://www.carleton.ca//iis/TechReports>.
- Perdices, M., & Cooper, D. A. (1989). Simple and choice reaction time in patients with human immunodeficiency virus infection. *Ann Neurol, 25*(5), 460-467.
- Perea, M., & Algarabel, S. (1999). Puntuaciones atípicas y potencia estadística con diferentes procedimientos de análisis de los tiempos de reacción: Un estudio de simulación. *Psicológica, 20*, 211-216.
- Perfect, T. J. (1994). What can Brinley plots tell us about cognitive aging? *Journal of Gerontology: Psychological Sciences, 49*, 60-64.
- Post, M. J., Berger, J. R., & Quencer, R. M. (1991). Asymptomatic and neurologically symptomatic HIV-seropositive individuals: prospective evaluation with cranial MR imaging. *Radiology, 178*, 131-139.
- Rabbitt, P. (2005). Frontal Brain Changes and Cognitive Performance in old age. *Cortex, 41*(2), 238-242.

- Ratcliff, R., Spieler, D., & McKoon, G. (2004). Analysis of group differences in processing speed: Where are the models of processing? *Psychonomic Bull Rev*, *11*(4), 755-769.
- Raz, A. (2004). Anatomy of attentional networks. *The anatomical record* (part b: New Anat.) *281b*: 21-36.
- Reitan, R. M., & Wolfson, D. (1993). *The Halstead-Reitan Neuropsychological Battery: Theory and clinical interpretation* (2 ed.). Neuropsychology Press, Tucson, Arizona.
- Reuter-Lorenz, P. A., & Cappell, K. A. (2008). Neurocognitive Aging and the Compensation Hypothesis. *Current Directions in Psychological Science*, *17*(3), 177-182.
- Roberts, B., Der, G., Deary, I., & Batty, G. (2009). Reaction time and established risk factors for total and cardiovascular disease mortality: Comparison of effect estimates in the follow-up of a large, UK-wide, general-population based survey. *Intelligence*, *37*, 561–566.
- Robertson, K. R., Smurzynski, M., Parsons, T. D., Wu, K., Bosch, R. J., Wu, J., McArthur, J. C., Collier, A. C., Evans, S. R., & Ellis, R. J. (2007). The prevalence and incidence of neurocognitive impairment in the HAART era. *AIDS*, *21*(14), 1915–1921.
- Robertson, K., Liner, J., & Heaton, R. (2009). Neuropsychological assessment of HIV-infected populations in international settings. *Neuropsychol. Rev.*, *19*, 232-249.
- Robinson-Papp, J., Byrd, D., Mindt, M. R., Oden, N. L., Simpson, D. M., Morgello, S., & Manhattan HIV Brain Bank. (2008). Motor function and human immunodeficiency virus-associated cognitive impairment in a highly active antiretroviral therapy-era cohort. *Arch Neurol.*, *65*(8), 1096-1101.
- Rodríguez, M., Faílde, J. M., & Simón, M. A. (2007). Neuropsychological impairment and the natural history of HIV-1 infection in Spanish subjects. *Funct Neurol.*, *22*(3), 165-170.

- Ross, A. J., Perminder, S. S., Wein, W., Valenzuela, M. J. & Brodaty H. (2005). Cognitive correlates of HMRS measures in the healthy elderly brain. *Brain Research Bulletin*, 66, 9-16.
- Rouder, J. N., Lu, J., Speckman, P., Sun, D., & Jiang, Y. (2005). A hierarchical model for estimating response time distributions. *Psychonomic Bulletin & Review*, 12, 195–223.
- Rypma, B., Berger, JS., Genova, HM., Rebbeci, D., & D'Esposito M. (2005). Dissociating age-related changes in cognitive strategy and neural efficiency using event-related fMRI. *Cortex*, 41(4), 582- 594.
- Salawu, F. K., Bwala, S. A., Wakil, M. A., Bani, B., Bukbuk, D. N., & Kida, I. (2008). Cognitive function in HIV-seropositive Nigerians without AIDS. *J Neurol Sci.*, 267(1-2), 142-146.
- Salthouse, T. (1985). A theory of cognitive aging. Amsterdam: North Holland.
- Salthouse, T. (1996). The processing-speed theory of adult age differences in cognition. *Psychological Review*, 103, 403–428.
- Salthouse, T. (2005). Relations between cognitive abilities and measures of executive functioning. *Neuropsychology*, 19(4), 532-545.
- Salthouse, T. (2009). When does age-related cognitive decline begin? *Neurobiology of Aging*, 30(4), 507-514.
- Salthouse, T. A. & Berish, D. E. (2005). Correlates of within-person (across-occasion) variability in reaction time. *Neuropsychology*, 19(1), 77-87.
- Salthouse, T. A. & Hedden T. (2002). Interpreting Reaction Time Measures in Between-Group Comparisons. *J. of Clin. & Exper. Neuropsychol*, 24(7), 858-872.
- Salthouse, T. A. (1991). *Theoretical perspective in cognitive aging*. Hillsdale, N.Y. Lawrence Erlbaum Associates.

- Salthouse, T. A., & Babcock R. L. (1991). Decomposing adult age differences in working memory. *Developmental Psychology*, 26, 128-136.
- Salthouse, T., Pink, J., & Tucker-Drob E. (2008). Contextual analysis of fluid intelligence. *Intelligence*, 36(5), 464–486.
- Sánchez, J. L., & Rodríguez, M. (2003). Normal aging and AIDS. *Archive Gerontological Geriatric*, 36, 57-65.
- Schmiedek, F., Oberauer, K., Wilhelm, O., Süß, H. M., & Wittmann, W. W. (2007). Individual differences in components of reaction time distributions and their relations to working memory and intelligence. *Journal of Experimental Psychology: General*, 136, 414–429.
- Shami, P., Bosman, E., & Stuss, D. (1998). Aging and variability in performance. *Development and Cognition*, 5(1), 1-13.
- Shipley, B. A., Der, G., Taylor, M. D., & Deary, I. J. (2008). Cognition and mortality from the major causes of death: the Health and Lifestyle Survey. *J Psychosom Res*, 65(2), 143-152.
- Shum, D. H. K., McFarland, K., & Bain, J. D. (1994). Effects of closedhead injury on attentional processes: Generality of Sternberg’s additive factor method. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 16, 547–555.
- Simone, M., & Appelbaum, J. (2008). HIV in older adults. *Geriatrics*, 63(12), 6-12.
- Small, G., Bookheimer, S., Thompson, P., Cole, G., Huang, S-C., Kepe, V., & Barrio, J. (2008). Current and future uses of neuroimaging for cognitively impaired patients. *The Lancet*, 7(2), 161-172.
- Smith, K. J., Valentine, D. A., & Arruda, J. E. (2003). Rhythmic oscillations in the performance of a sustained attention task. *J. Exp. Clin. Neuropsychol*, 25(4), 561-570.

- Sorensen, D. J., Martin, E. M., & Robertson, L. C. (1994). Visual attention in HIV infection. *Neuropsychology*, 8, 424-432.
- Spieler, D. H., & Balota, D. A. (2000). Levels of selective attention revealed through analyses of response time distributions. *J. Exper. Psychol.: Human Perception and Performance*, 20, 506-526.
- Spjotvoll, E., & Stoline, M. R. (1973). An extension of the T-method of multiple comparison to include the cases with unequal sample sizes. *Journal of the American Statistical Association*, 68, 976-978.
- Stenberg, S. (1969). The discovery of processing stages: Extensions of Donders' Method. *Acta Psychologica*, 30, 276-315.
- Strayer, D. L., Wickens, C. D., & Braun, R. (1987). Adult age differences in speed and capacity of information processing: II. An electrophysiological approach. *Psychology and Aging*, 2, 99-110.
- Stuss, D. T., Alexander, M. P., Floden, D., Binns, M. A., Levine, B. & McIntosh, A. R. (2002). Fractionation and localization of distinct frontal lobe processes: Evidence from focal lesions in humans. In D. T. Stuss, & R. T. Knight (Eds.), *Principles of frontal lobe function* (pp.392-407). Oxford: Oxford University Press.
- Stuss, D. T., Alexander, M. P., Shallice, T., Picton, T. W., Binns, M. A, Macdonald, R., Borowiec, A., & Katzg, D. I. (2005). Multiple frontal systems controlling response speed. *Neuropsychologia*, 43, 396-417.
- Stuss, D. T., Murphy, K. J., Binns, M. A., & Alexander, M. P. (2003). Staying on the job: The frontal lobes control individual performance variability. *Brain*, 126(11), 2363-2380.
- Stuss, D. T., Ponge, J., Buckle L. & Bondar, J. (1994). Characterization of stability of performance in patients with traumatic brain injury: Variability and consistency on reaction time tests. *Neuropsychology*, 8, 316-324.

- Stuss, D., Shallice, T., Alexander, M. P., & Picton, T. W. (1995). A Multidisciplinary Approach to Anterior Attentional Functions. In J. Grafman, J. Keith, J. Holyoak, & F. Boller (Eds.), *Structure and Functions of the Human Prefrontal Cortex*, Vol. 769. (pp. 191-211). Ann. of the N.Y. Academy of Sci., N.Y.
- Takakuwa, K. M., Calaway, E., Naylor, H., Herztig, K. E., & Llano, L. M. (1993). The effect of the human immunodeficiency virus on visual information processing. *Biol Psychol*, 34, 194-197.
- Thorvaldsson, V., Hofer, S. M., Berg, S., Skoog, I., Sacuiu, S., & Johansson, B. (2008). Onset of terminal decline in cognitive abilities in individuals without dementia. *Neurology*, 71, 882-887.
- Treisman, M. (1963). Temporal discrimination and the indifference interval: implications for a model of "internal clock". *Psychological Monographs*, 576, 1-31.
- Unsworth, N., Redick, T., Lakey, C. & Young, D. (2010). Lapses in sustained attention and their relation to executive control and fluid abilities: An individual differences investigation. *Intelligence*, 38, 111–122.
- Van der Molen M. W. (1996). Energetics and the reaction process: URNG threads through experimental psychology. In O. Neuman, & A. F. Sanders (Eds.), *Handbook of perception and action*, Vol. III. (pp. 229-275). London, Academy Press.
- Van der Molen, M. W., & Ridderinkhof, K. R. (1998). The growing and aging brain: life-span changes in brain and cognitive functions. In A. Demetriou, W. Doise, & C. F. M. van Lieshout (Eds.), *Life-span developmental psychology* (pp. 35-99). Chicester, U.K.: Wiley.
- Van Gorp, W. G., Mitrushina, M., Cummnings, J. L., Satz, P., & Modesitt, J. (1989). Normal aging and the subcortical encephatology of AIDS: A Neuropsychological Comparison. *Cognitive and Behavioral Neurology*, 2(1), 5-20.

- Van Zandt, T. (2000). How to fit a response time distribution? *Psychonomic Bulletin & Review*, 3, 424-465.
- Vandenberghe, R., & Tournoy, J. (2005). Cognitive aging and Alzheimer's disease. *Postgrad. Med. J.*, 81, 343-352.
- Vanneste, S., Pouthas, V., & Wearden, J. H. (2001). Temporal control and rhythmic performance: A comparison between young and old adults. *Experimental Aging Research*, 27, 83-102.
- Verhaeghen, P., & Cerella, J. (2002). Aging, executive control, and attention: A review of meta-analyses. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 26, 849-857.
- Verhaeghen, P., & Salthouse, T. A. (1997). Meta-analyses of age cognition relations in adulthood: Estimates of linear and nonlinear age effects and structural models. *Psychological Bulletin*, 122, 231-249.
- Verhaeghen, P., Cerella, J., Kara, L. B., & Chandramallika, B. (2005). Aging and Varieties of Cognitive Control: A Review of Meta-Analyses on Resistance to Interference, Coordination, and Task Switching, and an Experimental Exploration of Age-Sensitivity in the Newly Identified Process of Focus Switching. Chapter to appear in Randall W. Engle, Grzegorz Sedek, Ulrich von Hecker, & Daniel N. McIntosh (Eds.), *Cognitive Limitations in Aging and Psychopathology* (pp. 160-189). New York: Cambridge University Press.
- Verhaeghen, P., Kliegl, R., & Mayr, U. (1997). Sequential and coordinative complexity in time-accuracy function for mental arithmetic. *Psychology and Aging*, 12, 555-564.
- Vitiello, B., Goodkin, K., Ashtana, D., Shapshak, P., Atkinson, J. H., Heseltine, P. N., Eaton, E., Heaton, R., & Lyman, W. D. (2007). HIV-1 RNA concentration and cognitive performance in a cohort of HIV-positive people. *AIDS*, 21(11), 1415-1422.

- von Giesen, H. J., Haslinger, B. A., Rohe, S., Köller, H., & Arendt, G. (2005). HIV Dementia Scale and psychomotor slowing. The best methods in screening for neuro-AIDS. *J Neuropsychiatry Clin Neurosci.*, *17*(2), 185-191.
- Wechsler, D. (1981). WAIS-R Manual. *Wechsler Adult Intelligence Scale-Revised*. New York: Psychological Corporation.
- West, R. (2000). In defense of the frontal lobe hypothesis of cognitive aging. *J. Int. Neuropsychol. Soc.*, *6*, 727-729.
- West, R., Murphy, K. J., Armilio, M. L., Craick, F. I. M., & Stuss, D. (2002). Lapsus of intention and performance variability reveal aged-related increases in fluctuations of executive control. *Brain and Cognition*, *49*, 402-419.
- Whelihan, W. M., & Leshner, E. L. (1985). Neuropsychological changes in frontal functions with ageing. *Dev. Neuropsychol.*, *1*, 371-380.
- When To Start Consortium. (2009). Timing of initiation of antiretroviral therapy in AIDS-free HIV-1-infected patients: a collaborative analysis of 18 HIV cohort studies. *The Lancet*, *373*(9672), 1352-1363.
- Wilkie, F. L., Eisdorfer, C. E., Morgan, R., Lowenstein, D. A., & Zsapocznik, J. (1990). Cognition in early human immunodeficiency virus infection. *Arch Neurol*, *4*, 443-440.
- Wilkie, F. L., Goodkin, K., Eisdorfer, C., Feaster, D., Morgan, R., Fletcher, M. A., Blaney, N., Baum, M., & Szapocznik, J. (1998). Mild cognitive impairment and risk of mortality in HIV-1 infection. *J Neuropsychiatry Clin Neurosci.*, *10*(2), 125-132.
- Williams, B. R., Hultsch, D. F., Strauss, E. H., Hunter, M. A., & Tannock, R. (2005). Inconsistency in reaction time across life span. *Neuropsychology*, *19*(1), 88-96.
- Willis, S. (2007). Long-Term Effects of Cognitive Training on Everyday Functional Outcomes in Older Adults. *Journal of the American Medical Association*, *296*(23), 2805-2814.

- Woods, S. P., Moore, D. J., Weber, E., & Grant, I. (2009). Cognitive neuropsychology of HIV-associated neurocognitive disorders. *Neuropsychol. Rev.*, *19*, 152-168.
- Worth, J. L., Savage, C. R., Baer, L., Esty, E. K., & Navia, B. A. (1993). Computer-based neuropsychological screening for AIDS dementia complex. *AIDS*, *7*(5), 677-681.
- Wylie, S. A., Ridderinkhof, K. R., Eckerle, M. K., & Manning, C. A. (2007). Inefficient response inhibition in individuals with mild cognitive impairment. *Neuropsychologia*, *45*(7), 1408-1419.
- Yesavage, J. A., Brink, T. L., Rose, T. L., & Lum, O. (1983). Development and validation of a geriatric depression screening scale: a preliminary report. *J. Psychiatry Res.*, *17*(1), 37-49.
- Yordanova, J., Kolev, V., Hohnsbein, J., & Falkenstein, M. (2004). Sensorimotor slowing with ageing is mediated by a functional dysregulation of motor-generation processes: evidence from high-resolution event-related potentials. *Brain*, *127*(2), 351-362.
- Zung, W. W. K. (1965). A self-rating depression scale. *Arch Gen Psychiat .*, *12*, 63-70.

## ABREVIATURAS

## ABREVIATURAS

### Lista de abreviaturas más frecuentes:

TCM: Trastorno cognitivo motor asociado a la infección por el VIH.

EC: Enlentecimiento cognitivo.

TR: Tiempo de reacción.

TRS: Tiempo de reacción simple.

TD: Tiempo de decisión.

TRD: Tiempo de reacción discriminativo.

TC: Tiempo central.

TMo: Tiempo motor.

TME: Tiempo motor espontáneo.

EOTC: Error de omisión de tiempo central.

EOTMo: Error de omisión de tiempo motor.

ErrCom: Error de comisión.

ANEXOS

## ANEXOS

### EXPERIMENTO 1

#### Anexo 1

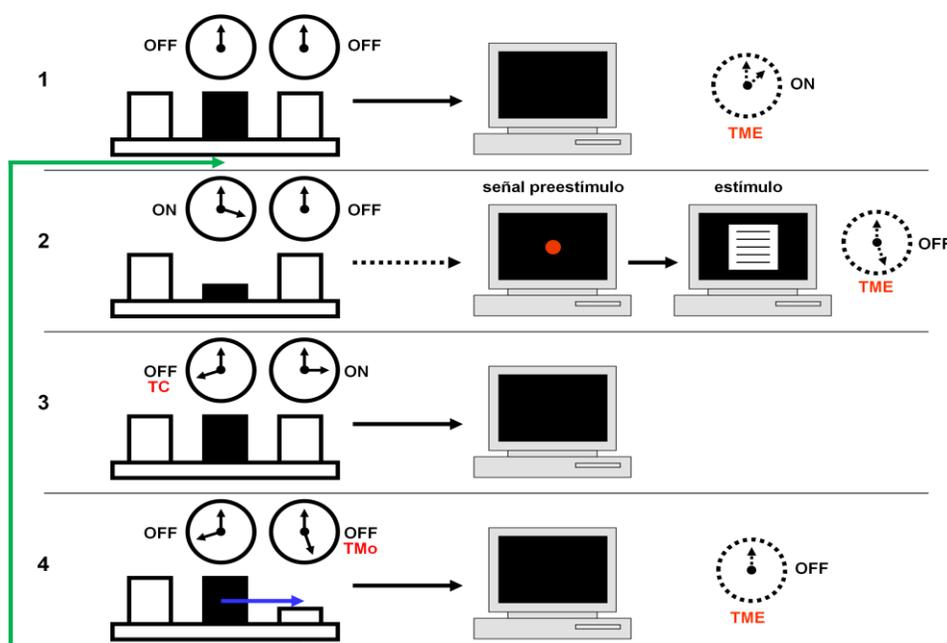


Figura 1. Diagrama de fragmentación conductual del TR en sus componentes básicos.

El programa Split Reaction Time Test (desarrollado en Borland Delphi) opera mediante la implementación de tres contadores que trabajan sincrónicamente a partir de la manipulación de las teclas por parte del sujeto. En un primer momento, cuando aún no se ha realizado ninguna acción sobre el teclado, los contadores ubicados a la izquierda del diagrama permanecen sin funcionar (fase 1). A continuación y una vez que el sujeto presiona el botón de inicio (fase 2), se desencadena la presentación de la señal pre-estímulo, y después la del estímulo; solo con la aparición del estímulo es que el primer contador comienza el registro del TC que concluye con la liberación de ese botón (fase 3), en sincronía con este acto, un segundo contador comienza a registrar el TMO que culmina con la opresión de uno de los dos botones de respuesta equidistantes del botón de inicio, la flecha azul indica una de las dos posibles direcciones del movimiento (fase 4). Por último, un tercer contador se activa (aparece dibujado en líneas discontinuas), cuando el sujeto libera el botón de respuesta y regresa a presionar el botón de inicio para dar comienzo al próximo ensayo, registrándose el TME (flecha verde).

ESCALA DE DEPRESIÓN GERIÁTRICA DE YESAVAGE

Código:

Nombre y apellidos:

Edad:

Fecha de nacimiento:

Puntuación:

Fecha de realización de la prueba:

- |  |    |    |
|--|----|----|
| 1. ¿Está básicamente satisfecho con su vida?.....                      | SI | NO |
| 2. ¿Ha abandonado muchas de sus actividades e intereses?.....          | SI | NO |
| 3. ¿Siente que su vida está vacía?.....                                | SI | NO |
| 4. ¿Se encuentra a menudo aburrido?.....                               | SI | NO |
| 5. ¿Está de buen humor la mayor parte del tiempo?.....                 | SI | NO |
| 6. ¿Tiene miedo a que le pase algo malo?.....                          | SI | NO |
| 7. ¿Se siente feliz la mayor parte del tiempo?.....                    | SI | NO |
| 8. ¿Se siente a menudo abandonado/a?.....                              | SI | NO |
| 9. ¿Prefiere quedarse en casa en lugar de salir y hacer cosas?.....    | SI | NO |
| 10. ¿Cree que tiene más problemas de memoria que la mayoría?.....      | SI | NO |
| 11. ¿Cree que es maravilloso estar vivo?.....                          | SI | NO |
| 12. ¿Piensa que no vale para nada tal como están las cosas ahora?..... | SI | NO |
| 13. ¿Piensa que su situación es desesperada?.....                      | SI | NO |
| 14. ¿Se siente lleno de energía?.....                                  | SI | NO |
| 15. ¿Cree que la mayoría de la gente está mejor que Ud.?.....          | SI | NO |

ESCALA AUTOAPLICADA DE DEPRESIÓN DE ZUNG

Código:

Nombre y apellidos:

Edad:

Fecha de nacimiento:

Puntuación:

Fecha de realización de la prueba:

A continuación se expresan varias respuestas posibles a cada uno de los 20 apartados. Detrás de cada frase marque con una cruz la casilla que mejor refleje su situación actual.

A = Muy poco tiempo, muy pocas veces, raramente.

B = Algún tiempo, algunas veces, de vez en cuando.

C = Gran parte del tiempo, muchas veces, frecuentemente.

D = Casi siempre, siempre, casi todo el tiempo.

	A	B	C	D
1. Me siento triste y deprimido.	_____	_____	_____	_____
2. Por las mañanas me siento mejor que por las tardes.	_____	_____	_____	_____
3. Frecuentemente tengo ganas de llorar y a veces lloro.	_____	_____	_____	_____
4. Me cuesta mucho dormir o duermo mal por las noches.	_____	_____	_____	_____
5. Ahora tengo tanto apetito como antes.	_____	_____	_____	_____
6. Todavía me siento atraído por el sexo.	_____	_____	_____	_____
7. Creo que estoy adelgazando.	_____	_____	_____	_____
8. Estoy estreñado.	_____	_____	_____	_____
9. Tengo palpitaciones.	_____	_____	_____	_____
10. Me canso por cualquier cosa.	_____	_____	_____	_____
11. Mi cabeza está tan despejada como antes.	_____	_____	_____	_____
12. Hago las cosas con la misma facilidad que antes.	_____	_____	_____	_____
13. Me siento agitado e intranquilo y no puedo estar quieto.	_____	_____	_____	_____
14. Tengo esperanza y confianza en el futuro.	_____	_____	_____	_____
15. Me siento más irritable que habitualmente.	_____	_____	_____	_____
16. Encuentro fácil tomar decisiones.	_____	_____	_____	_____
17. Me creo útil y necesario para la gente.	_____	_____	_____	_____
18. Encuentro agradable vivir, mi vida es plena.	_____	_____	_____	_____
19. Creo que sería mejor para los demás si me muriera.	_____	_____	_____	_____
20. Me gustan las mismas cosas que habitualmente me agradaban.	_____	_____	_____	_____

## Anexo 2c

### MODELO DE AUTOANÁLISIS (R. B. Cattell)

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_  
Sexo: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_ Escolaridad: \_\_\_\_\_ H.C.: \_\_\_\_\_  
Estado Civil: \_\_\_\_\_ Ocupación: \_\_\_\_\_  
Dirección: \_\_\_\_\_  
Teléf.: \_\_\_\_\_

En este folleto encontrará cuarenta preguntas en relación con las dificultades por las que pasan la mayoría de las personas en algún momento de la vida. Si usted marca (sí, no, etc.) con franqueza y sinceridad, ayudará a comprender cualquier problema que usted tenga.

Comience con los dos ejemplos que están debajo para practicar. Marcando con una cruz en cualquiera de las casillas de abajo, permite conocer si la pregunta está de acuerdo con su modo de ser, o no, en qué forma, etc. Lea ahora las preguntas y marque sus respuestas.

1. ¿Me agrada a mí caminar?

Sí  A veces  No

Una casilla adicional se ha puesto en el medio para cuando no pueda contestar sí o no, pero úsela lo menos posible.

2. ¿Cómo prefiero yo emplear una noche?

Hablando con las personas  Dudoso  En el cine

Casi en la mitad de las preguntas se puede hacer una selección como la del ejemplo, número 2.

Recuerde usar la casilla de “A veces” o “Dudoso” solo si no se puede decidir entre las otras dos.

Ahora:

1. Llene los datos de identidad que aparecen en la parte superior de esta página.
2. No dejes sin contestar ninguna pregunta en su orden. Sus respuestas son confidenciales.
3. No gaste tiempo en meditaciones. Conteste cada pregunta de forma inmediata, del modo como piensa en este instante. Ud. puede haberlas contestado antes, pero hágalo como lo piensa ahora. La mayoría de las personas terminan en cinco minutos, otras en diez. Cuando se le indique puede comenzar.

1. ¿Tiende a cambiar rápidamente mi interés por las personas y diversiones?  
 Sí  Dudoso  No
2. ¿Puedo mantenerme sereno aún cuando no se piense muy bien de mí?  
 Sí  Dudoso  No
3. Cuando voy a exponer mis argumentos, ¿me gusta esperar hasta estar seguro de estar en lo cierto?  
 Sí  Dudoso  No
4. ¿Permito yo a veces que los celos influyan sobre mis acciones?  
 Sí  Dudoso  No
5. Si tuviera que vivir de nuevo mi vida:  
 La planearía diferente  Dudoso  La quisiera igual
6. ¿Admiro yo la actuación de mis padres en todos los asuntos importantes?  
 Sí  Dudoso  No
7. ¿Encuentro duro que me digan que no, aún cuando yo sepa que lo que pido es imposible?  
 Sí  Dudoso  No
8. Cuando alguien se muestra conmigo más amigable de lo que se podría esperar, ¿dudo yo de su honradez?  
 Sí  Dudoso  No
9. ¿Cómo eran mis padres (o sustitutos), al exigir e imponer obediencia?  
 Siempre muy razonables  Dudoso  A menudo poco razonables
10. ¿Necesito yo a mis amigos más de lo que ellos aparentan necesitar de mí?  
 Casi nunca  A veces  A menudo
11. ¿Estoy yo seguro de poderme controlar ante una emergencia?  
 A menudo  A veces  Nunca
12. ¿Le tenía yo miedo a la oscuridad cuando era niño?  
 A menudo  A veces  Nunca
13. ¿Me dicen algunas veces que demuestro demasiado nerviosismo en la voz y en los gestos?  
 Sí  Dudoso  No
14. Cuando me han engañado, ¿he pensado que yo he tenido parte de la culpa?  
 Sí  Dudoso  No
15. El tipo de crítica personal que mucha gente hace. ¿Lejos de ayudarme me perturba?  
 A menudo  A veces  Nunca
16. ¿Me da a mí de pronto ira con la gente?  
 A menudo  A veces  Nunca
17. ¿Me siento yo intranquilo, como si quisiera algo pero no supiera qué?  
 Casi nunca  A veces  A menudo
18. Dudo yo a veces que las personas estén realmente interesadas en lo que estoy diciendo.  
 Sí  Dudoso  No
19. ¿He tenido yo sentimientos vagos de mala salud, como dolores imprecisos, malas digestiones, palpitaciones, etc.?  
 Nunca  Casi nunca  A veces
20. ¿Me enojo tanto al discutir con algunas personas que casi no me atrevo a hablar?  
 A veces  Casi nunca  Nunca



Nombre:

Calificador:

Sexo:

Edad:

Estado Civil:

H.C.:

Escolaridad:

Ocupación:

Puntaje	ANS.	Q <sub>3</sub>	C(-)	L	O	Q <sup>4</sup>	TOTAL
Bruto	Latente						
	Evidente						
	L + E						
Corrección de totales							
STENS	Latente						
	Evidente						
	L + E						

S	Q <sub>3</sub>	C(-)	L	O	Q <sup>4</sup>	T
10						
9						
8						
7						
6						
5						
4						
3						
2						
1						
0						

OBSERVACIONES:

DIAGNÓSTICO:

Anexo 2d

SUB-PRUEBA DE VOCABULARIO (Escala de inteligencia para adultos de Wechsler)

Código:

Nombre y apellidos:

Edad:

Fecha de nacimiento:

Puntuación:

Fecha de realización de la prueba:

- |               |                   |
|---------------|-------------------|
| 1. Cama       | 21. Terminar      |
| 2. Nave       | 22. Obstruir      |
| 3. Centavo    | 23. Remordimiento |
| 4. Invierno   | 24. Santuario     |
| 5. Reparación | 25. Inigualable   |
| 6. Desayuno   | 26. Renuente      |
| 7. Tela       | 27. Calamidad     |
| 8. Rebanada   | 28. Fortaleza     |
| 9. Reunir     | 29. Tranquilo     |
| 10. Ocultar   | 30. Edificio      |
| 11. Enorme    | 31. Compasión     |
| 12. Apresurar | 32. Tangible      |
| 13. Oración   | 33. Perímetro     |
| 14. Arreglar  | 34. Audaz         |
| 15. Comenzar  | 35. Ominoso       |
| 16. Ponderar  | 36. Inyectiva     |
| 17. Caverna   | 37. Sobrecargar   |
| 18. Designar  | 38. Plagiar       |
| 19. Doméstico | 39. Acribillar    |
| 20. Consumir  | 40. Parodia       |

Anexo 2e

SUB-PRUEBA DE DISEÑO DE BLOQUES (Escala de inteligencia para adultos de Wechsler)

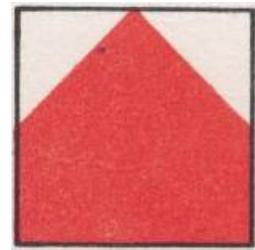
Modelos a reproducir por la persona evaluada



1



2



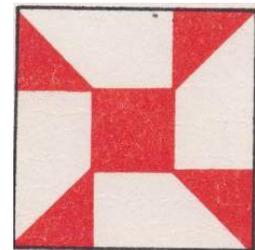
3



4



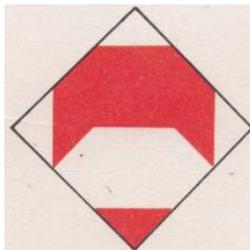
5



6



7



8



9

Anexo 2f

PRUEBA DE ACENTUACIÓN DE PALABRAS

Código:

Nombre y apellidos:

Edad:

Fecha de nacimiento:

Puntuación:

Fecha de realización de la prueba:

ACULLA

ABOGACIA

ANOMALO

CELIBE

ALELI

RABI

APATRIDA

HUSAR

ALEGORIA

MANCHU

DIAMETRO

MOARE

CONCAVO

AMBAR

PUGIL

POLIGAMO

ACME

SILICE

GRISU

ALBEDRIO

CANON

PIFANO

TACTIL

VOLATIL

DESCORTES

DISCOLO

BULGARO

BALADI

ACOLITO

CUPULA

Anexo 2g

EVALUACIÓN PSICOLÓGICA

	fecha
Nombre	Historia Clínica
Empresa	Organismo
Profesión u oficio	Antigüedad laboral
Cargo actual	Antigüedad en el cargo
Estado civil	Nivel de escolaridad

MOTIVO DE CONSULTA
--------------------

Examen psicopatológico

1 Funciones de síntesis	
1.1 Nivel de vigilia	
1.2 Atención	
1.2.1 Pasiva	
1.2.2 Activa	
1.3 Memoria	
1.3.1 T. cuantitativos	
1.3.2 T. cualitativos	
1.4 Orientación	
1.4.1 Alopsíquica	
1.4.2 Autopsíquica	
2 Funciones cognoscitivas	
2.1 Sensopercepciones	
2.1.1 T. de las sensaciones	
2.1.2 T. de las percepciones	
2.2 Pensamiento	
2.2.1 T. del origen	
2.2.2 T. del curso	
2.2.3 T. del contenido	
2.2.4 T. de la capacidad de abstracción	
2.2.5 T. de las operaciones	
3 Capacidad intelectual	
4 Funciones afectivas	
4.1 T. cuantitativos	
4.2 T. cualitativos	
4.3 Funciones conativas	
4.3.1 Fase de acción implícita	
4.3.2 Fase de acción explícita	
4.3.2.1 T. de la actividad motora	
4.3.2.2 T. de las necesidades	
4.3.2.2.1 Del sueño	
4.3.2.2.2 De alimentación	
4.3.2.2.3 De defensa	
4.3.2.2.4 Sexual	
4.3.2.2.5 De relación social	
4.3.2.3 T. de los hábitos	

4.3.2.4 T. del lenguaje	
5 Funciones de relación	
5.1 Consigo mismo	
5.2 Con los demás	
5.3 Con las cosas	

#### Antecedentes de salud

1 Personales	
1.1 Embarazo, parto, desarrollo psicomotor	
1.2 Evolución escolar	
1.3 APP de salud física	
1.3.1 Enfermedad común	
1.3.2 Enfermedad profesional	
1.4 APP de salud psíquica/neurológica	
1.4.1 Motivo	
1.4.2 Diagnóstico	
1.4.3 Tratamiento	
1.5 Hábitos tóxicos	
1.5.1 Tabaquismo	
1.5.2 Alcoholismo	
1.5.3 Psicofármacos	
1.5.4 Drogas	
2 Familiares	
2.1 APF de salud física	
2.2 APF de salud psíquica	

#### Condiciones laborales peligrosas

1 Físicas	
2 Químicas	
3 Biológicas	
4 Psicosociales	
4.1 Contenido de la tarea	
○ Sobrecarga de trabajo	
○ Alta complejidad	
○ Alto ritmo	
○ Monotonía	
○ Repetitividad	
○ Indefinición, ambigüedad, conflictos de roles	
○ Demandas emocionales	
○ Baja autonomía e iniciativa	
○ Otro	
4.2 Organización del trabajo	
○ Trabajo por turnos	
○ Pausas/descansos insuficientes o inadecuadas	
○ Jornadas extensas	
○ Trabajo nocturno	
○ Ritmo de trabajo intenso	
○ Trabajo no programado	

<input type="radio"/> Recursos humanos insuficientes o inadecuados	
<input type="radio"/> Recursos materiales insuficientes o inadecuados	
<input type="radio"/> Otro	
4.3 Relaciones humanas (dificultades en: )	
<input type="radio"/> Relaciones con jefes	
<input type="radio"/> Relaciones con subalternos	
<input type="radio"/> Relaciones con compañeros	
<input type="radio"/> Comunicación	
<input type="radio"/> Otro	
4.4 Ambiente laboral (dificultades con: )	
<input type="radio"/> Condiciones de la instalación	
<input type="radio"/> Condiciones ergonómicas del puesto de trabajo	
<input type="radio"/> Condiciones físicas del puesto de trabajo	
<input type="radio"/> Otro	
4.5 Gestión administrativa (dificultades con: )	
<input type="radio"/> Capacitación y entrenamiento	
<input type="radio"/> Tecnología utilizada	
<input type="radio"/> Salario y reconocimiento	
<input type="radio"/> Consideración de necesidades de transporte	
<input type="radio"/> Atención a trabajadores en el centro	
<input type="radio"/> Reconocimiento de necesidades extralaborales	
<input type="radio"/> Otro	

Áreas de expresión de la personalidad

A. Elementos nocivos

Familiar
De pareja
Laboral
Social
Personal

B. Elementos protectores

Familiar
----------

De pareja
Laboral
Social
Personal

Resultados de la evaluación psicométrica y psicofisiológica

--

Impresión Diagnóstica Multiaxial

Trastornos clínicos	
Trastornos de la personalidad y RM	
Enfermedades médicas	
Problemas psicosociales y ambientales	
Evaluación de la actividad global	

Valoración psicológica general

--

Evaluadores:  
Técnicos:

Psicólogo:

Anexo 2 h

MINI-MENTAL STATE EXAMINATION

1. Por favor, dígame la fecha de hoy.

Sondee el mes, el día mes, el año y el día de la semana

Anote un punto por cada respuesta correcta

Mes:  
Día mes:  
Año:  
Día semana:  
Total:

2. Ahora le voy a nombrar tres objetos. Después que se los diga, le voy a pedir que repita en voz alta los que recuerde, en cualquier orden. Recuerde los objetos porque se los voy a preguntar más adelante.

Árbol:  
Mesa:  
Avión:

Lea los nombres de los objetos lentamente y a ritmo constante, aproximadamente una palabra cada dos segundos. Si para algún objeto, la respuesta no es correcta, repita todos los objetos hasta que el entrevistado se los aprenda (máximo 5 repeticiones). Registre el número de repeticiones que debió leer

Anote un punto por cada objeto recordado en el primer intento

Total:  
Número de repeticiones:

3. Ahora voy a decirle unos números y quiero que me los repita al revés:  
1 3 5 7 9

Respuesta del evaluado

Al puntaje máximo de 5 se le reduce uno por cada número que no se mencione, o por cada número que se añada, o por cada número que se mencione fuera del orden indicado

Respuesta correcta  
9 7 5 3 1

Total:

4. Le voy a dar un papel. Tómelo con su mano derecha, dóblelo por la mitad con ambas manos y colóquelo sobre sus piernas.

Toma papel:  
Dobla:  
Coloca:  
Total:

Entréguele el papel y anote un punto por cada acción realizada correctamente

5. Hace un momento le leí una serie de 3 palabras y Ud. repitió las que recordó. Por favor, dígame ahora cuáles recuerda.

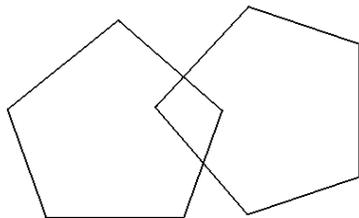
Árbol :  
Mesa:  
Avión:  
Total:

Anote un punto por cada objeto colocado

6. Por favor copie este dibujo:

Correcto:

Muestre al entrevistado el dibujo con dos pentágonos cuya intersección es un cuadrilátero. El dibujo es correcto si los pentágonos se cruzan y forman un cuadrilátero.



Anote un punto si el objeto está dibujado correctamente

Sume los puntos anotados en los totales de las preguntas del 1 al 6

Suma Total:

Anexo 3

CONSENTIMIENTO INFORMADO DE PARTICIPACION EN EL ESTUDIO

Yo, \_\_\_\_\_ por medio del presente documento manifiesto:  
**NOMBRES Y APELLIDOS**

1. Que he sido informado por \_\_\_\_\_ que el  
**PROFESIONAL A CARGO**  
Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores lleva a cabo un estudio sobre los efectos potenciales que sobre el sistema nervioso de los portadores sanos, provoca el VIH.
2. Que por ser una persona sana se ha solicitado, a través de la dirección de mi Institución, mi colaboración en el mismo a título de Evaluado.
3. Que el mencionado estudio forma parte de un proyecto más general y que tiene como uno de sus propósitos contribuir a preservar un estado de salud favorable en las personas infectadas por este virus.
4. Que se realizarán a cada uno de los participantes los siguientes exámenes:
  - a).- prueba neuropsicológica computarizada.
  - b).- cuestionarios de ansiedad y depresión.
  - c).- prueba de acentuación de palabras.
  - d).- prueba de vocabulario.
  - e).- prueba de diseño de bloques.
5. Que ninguno de los mencionados exámenes es doloroso o implica riesgo alguno para mi integridad física o mental.
6. Que seré requerido por un período de entre 2 y 3 días para la realización de los exámenes para lo cual permaneceré por ese período en las instalaciones de la Institución.
7. Que la información que se derive del estudio será útil para conservar y/o mejorar mi estado de salud.
8. Que la información sobre mi persona que se obtenga del estudio es absolutamente confidencial y que no podrá ser entregada a otra persona sin mi expreso consentimiento.
9. Que tengo pleno derecho a recibir toda la información que solicite concerniente al estudio por parte de los organizadores y ejecutores del mismo. Igualmente seré informado sobre cualquier cambio o modificación que pueda tener lugar en el estudio.
10. Que mi participación en el estudio es absolutamente voluntaria y que puedo abandonarlo, retirando este consentimiento en cualquier momento sin ningún orden de consecuencias.
11. Habiendo tomado conocimiento de todo lo anterior, consiento en participar voluntariamente en el ESTUDIO en calidad de EVALUADO, siguiendo las indicaciones que se derivan de dicha participación, a saber, asistir puntualmente a la citación, cooperar en la realización de los exámenes, y repetirlos si fuere necesario.

Para que así conste,

\_\_\_\_\_  
**NOMBRE DEL EVALUADO**

\_\_\_\_\_  
**FECHA**

\_\_\_\_\_  
**FIRMA**

\_\_\_\_\_  
**NOMBRE DEL TESTIGO**

\_\_\_\_\_  
**FECHA**

\_\_\_\_\_  
**FIRMA**

Anexo 4

Tabla 1. Operacionalización de las variables

<b>Variables dependientes</b>		<b>Definición operacional</b>
TC: Tiempo Central		Intervalo que transcurre desde el instante en que aparece el estímulo hasta el momento en que el sujeto libera el botón de inicio para emitir su respuesta.
TMO: Tiempo Motor		Intervalo que transcurre desde el momento en que el sujeto libera el botón de inicio hasta que presiona uno de los dos botones de respuesta.
TME: Tiempo Motor Espontaneo		Intervalo que transcurre desde que se libera el botón de respuesta hasta que se presiona nuevamente el botón de inicio para iniciar un nuevo ensayo.
TD: Tiempo Decisional		Diferencia que resulta de la sustracción entre el TC de cada tarea de TRD y el TC de la tarea de TRS, $[TD_{(1,2,3)} = TRD_{(1,2,3)} - TRS]$ .
ErrCom: Error de Comisión		Respuesta incorrecta.
EOTC: Error de Omisión de Tiempo Central		Culminación del intervalo de tiempo de que dispone el sujeto (tres segundos) para liberar el botón de inicio.
EOTMo: Error de Omisión de Tiempo Motor		Culminación del intervalo de tiempo de que dispone el sujeto (dos segundos) para oprimir el botón de respuesta.
Mu		Media de la distribución ex-gaussiana.
Sigma		Desviación estándar de la distribución ex-gaussiana.
Tau		Porción de la distribución ex-gaussiana donde se sitúan las respuestas extremas lentas.
<b>Variables independientes</b>		<b>Definición operacional</b>
Grupo	Adultos mayores	$\geq$ a 65 años
	Controles	25–35 años
	Seropositivos	25–35 años
Tarea	TRS: Tiempo de Reacción Simple	Emisión de la misma respuesta al mismo estímulo frecuente
	TRD1: Tiempo de Reacción Discriminativo 1	Discriminar entre dos estímulos con grado de dificultad fácil
	TRD2: Tiempo de Reacción Discriminativo 2	Discriminar entre dos estímulos con grado de dificultad medio
	TRD3: Tiempo de Reacción Discriminativo 3	Discriminar entre dos estímulos con grado de dificultad difícil
<b>Variables de control</b>		<b>Definición operacional</b>
Sexo		Todos los sujetos pertenecían al sexo masculino, así se controló la variabilidad intersexo en la emisión de los tiempos de reacción.
Edad		Edad en años cumplidos al momento de la evaluación. Se controló que no existieran diferencias entre el grupo de los seropositivos y los controles.
Años de escolaridad vencidos		Número de años escolares aprobados por el sujeto
Ansiedad		Rango o puntaje en la Escala de ansiedad de Cattell (Autoanálisis) 1–3: sub-motivados, 4–6: ansiedad normal, 7–10: ansiedad neurótica
Depresión		Rango o puntaje en la Autoescala de depresión de Zung 20–33: no depresión, 34–40: depresión leve, 41–54: depresión moderada, 55–80: depresión severa
Depresión		Rango o puntaje en la Escala de depresión geriátrica de Yesavage 0–5: no depresión, 6–10: depresión moderada, $>10$ : depresión severa
Diseño de Cubos	Coeficiente de Inteligencia	Clasificación del Coeficiente de Inteligencia según la Escala de Inteligencia para Adultos de Weschler (WAIS) $\leq$ 69: Retrasados, 70–79: Limite, 80–89: Normal bajo, 90–109: Normal, 110–119: Normal alto, 120–129: Superior, $\geq$ 130: Muy superior
Vocabulario		
PAP		Número de respuestas correctas que emite el sujeto
Años de probable contagio		Los seropositivos debían tener 5 años al menos de infectados
TCD4		Se excluyeron a aquellos seropositivos con un nivel inferior a $350 \text{ cel/mm}^3$

Anexo 5

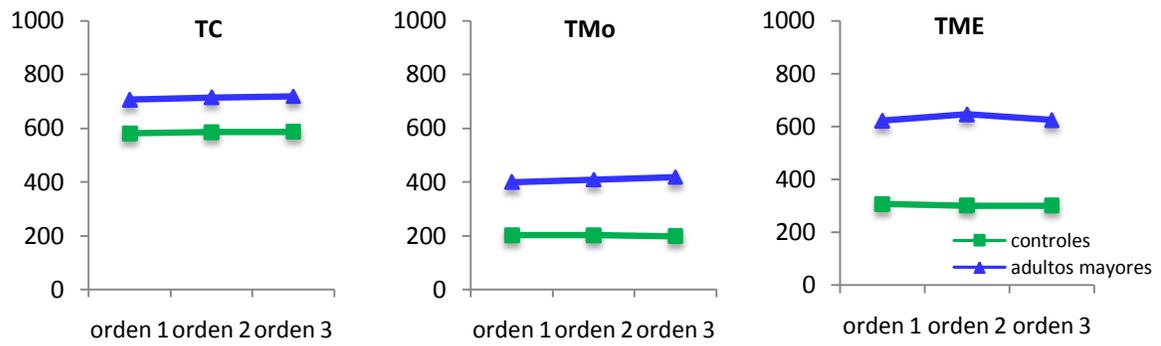


Figura 1. Distribución de los promedios del TC, TMO y TME en cada orden de administración.

## EXPERIMENTO 2

### Anexo 1

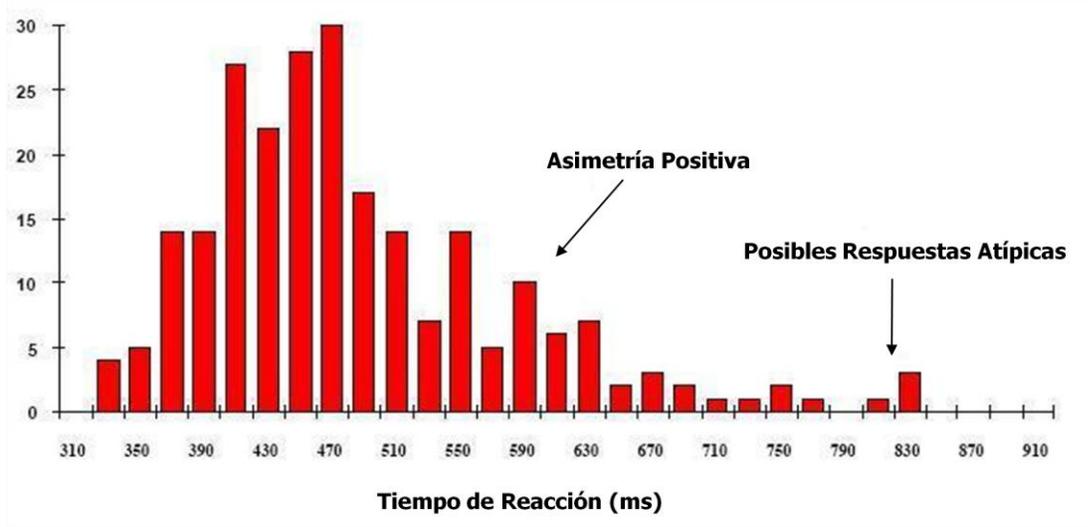


Figura 1. Histograma de una distribución de frecuencias de TR donde se observa una asimetría positiva de la curva y posibles respuestas atípicas

### Anexo 2

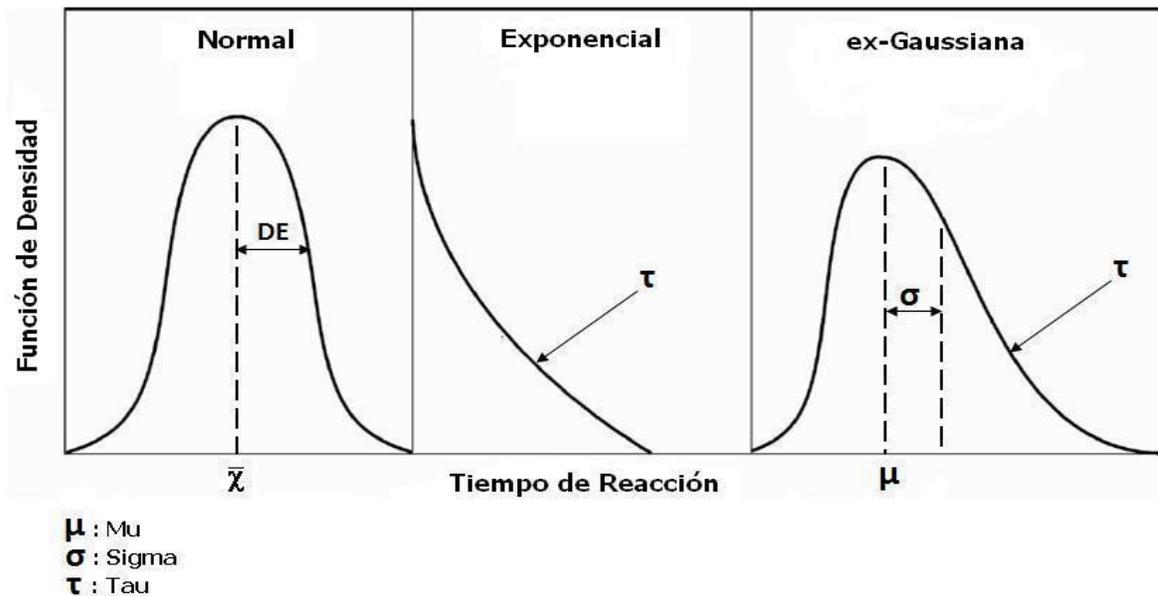


Figura 1. Función de densidad de probabilidad hipotética para una distribución normal, una exponencial y la resultante distribución ex-gaussiana

## EXPERIMENTO 3

### Anexo 1

#### CONSENTIMIENTO INFORMADO DE PARTICIPACION EN EL ESTUDIO

Yo, \_\_\_\_\_ por medio del presente documento manifiesto:

**NOMBRES Y APELLIDOS**

1. Que he sido informado por \_\_\_\_\_ que el  
**PROFESIONAL A CARGO**  
Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores lleva a cabo un estudio sobre los efectos potenciales que sobre el sistema nervioso de los portadores sanos, provoca el VIH.
2. Que por ser un portador sano infectado por el VIH se ha solicitado, a través de la dirección de mi Institución, mi colaboración en el mismo a título de Evaluado.
3. Que el mencionado estudio forma parte de un proyecto más general y que tiene como uno de sus propósitos contribuir a preservar un estado de salud favorable en las personas infectadas por este virus.
4. Que se realizarán a cada uno de los participantes los siguientes exámenes:
  - a).- prueba neuropsicológica computarizada.
  - b).- cuestionarios de ansiedad y depresión.
  - c).- prueba de acentuación de palabras.
  - d).- prueba de vocabulario.
  - e).- prueba de diseño de bloques.
5. Que ninguno de los mencionados exámenes es doloroso o implica riesgo alguno para mi integridad física o mental.
6. Que seré requerido por un período de entre 2 y 3 días para la realización de los exámenes para lo cual permaneceré por ese período en las instalaciones de la Institución.
7. Que la información que se derive del estudio será útil para conservar y/o mejorar mi estado de salud.
8. Que la información sobre mi persona que se obtenga del estudio es absolutamente confidencial y que no podrá ser entregada a otra persona sin mi expreso consentimiento.
9. Que tengo pleno derecho a recibir toda la información que solicite concerniente al estudio por parte de los organizadores y ejecutores del mismo. Igualmente seré informado sobre cualquier cambio o modificación que pueda tener lugar en el estudio.
10. Que mi participación en el estudio es absolutamente voluntaria y que puedo abandonarlo, retirando este consentimiento en cualquier momento sin ningún orden de consecuencias.
11. Habiendo tomado conocimiento de todo lo anterior, consiento en participar voluntariamente en el ESTUDIO en calidad de EVALUADO, siguiendo las indicaciones que se derivan de dicha participación, a saber, asistir puntualmente a la citación, cooperar en la realización de los exámenes, y repetirlos si fuere necesario.

Para que así conste,

\_\_\_\_\_  
**NOMBRE DEL EVALUADO**

\_\_\_\_\_  
**FECHA**

\_\_\_\_\_  
**FIRMA**

\_\_\_\_\_  
**NOMBRE DEL TESTIGO**

\_\_\_\_\_  
**FECHA**

\_\_\_\_\_  
**FIRMA**

Anexo 2

Tabla 1. Efecto del orden sobre el TC, TMO y el TME en el grupo de los seropositivos

Comparaciones	TC		TMO		TME	
	t(34)	p	t(34)	p	t(34)	p
orden 1 vs orden 2	-1.39	0.17	-0.55	0.58	0.63	0.53
orden 2 vs orden 3	0.5	0.56	0.95	0.35	0.35	0.72

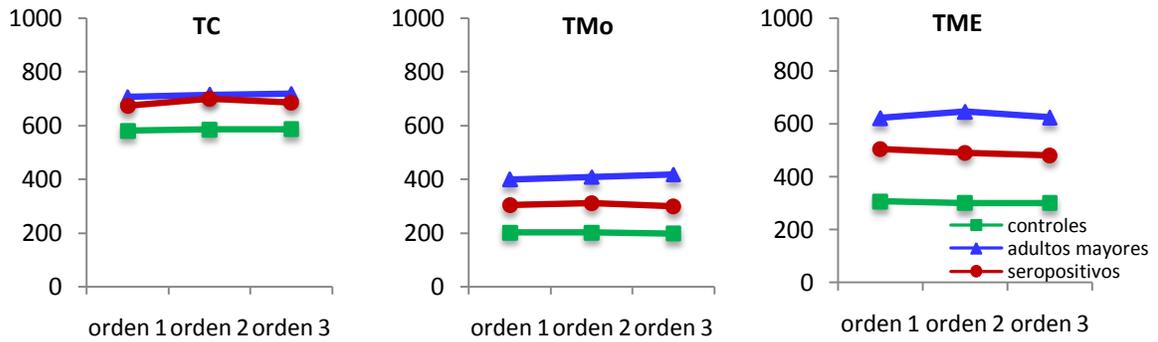


Figura 1. Distribución de los promedios del TC, TMO y TME en cada orden de administración.

PRODUCCIÓN CIENTÍFICA DEL AUTOR SOBRE EL TEMA DE LA TESIS

## PRODUCCIÓN CIENTÍFICA DEL AUTOR SOBRE EL TEMA DE LA TESIS

- Amador, F.; Loy, A.; Franchi, D. (1989). Estudio de algunas características psicosociales de un grupo de jóvenes denominados frikis infectados por el VIH. No divulgable. La Habana: Sanatorio de Santiago de las Vegas.
- Amador, F.; Franchi, D.; Loy, A. (1989). Algunas consideraciones sociofamiliares acerca de un grupo de jóvenes denominados frikis infectados por el VIH. No divulgable. La Habana: Sanatorio de Santiago de las Vegas.
- Valdés, P.; Amador, F.; Virués, T. (1997). QEEG signs of HIV infection. *Electroenceph Clin Neurophysiol*, 103(1).
- Amador, F.; Virués, T.; Valdés, P. (1997). Análisis Tomográfico Funcional de la Actividad Eléctrica Cerebral en pacientes infectados por el VIH. Estudio longitudinal. *Revista CNIC*, 28(3), 18-19.
- Amador, F.; Mayor, J. (2005). Estudio de la dinámica cognitiva en pacientes infectados por el VIH. *Revista Cubana de Salud y Trabajo*, 6(1), 42-51.
- Amador, F.; Mayor, J.; Tosar, Z. (2005). Bioética y SIDA, el ser humano y su dignidad. *Revista Cubana de Salud y Trabajo*, 6(2), 47-57.
- Amador, F.; Mayor, J.; del Castillo, N. (2006). Enlentecimiento cognitivo en sujetos seropositivos asintomáticos al virus de la inmunodeficiencia humana tipo 1. *Revista de Neurología*, 42(3), 132-136.
- Amador, F.; Pelegrina, M.; Mayor, J. (2007). Enlentecimiento cognitivo en el Trastorno Cognitivo-Motor asociado al virus de inmunodeficiencia humana tipo 1: TR y P300. *Actas Españolas de Psiquiatría*, 35(4), 221-228.
- Mayor, J.; Amador, F.; Ramírez, I. (2008). La reserva cognitiva mejora la velocidad de procesamiento de los componentes centrales del TR en adultos mayores pero no en jóvenes. *Revista Cubana de Salud y Trabajo*, 9(1), 7-18.

- Del Castillo, N.; Labarrere, N; Amador, F. (2009). Personas con VIH. Por un ambiente laboral preventivo. *Revista Cubana de Salud y Trabajo*, 10(1), 42-51.

Presentación de resultados en eventos científicos (sumario)

Ha presentado 31 ponencias en 14 eventos científicos nacionales e internacionales sobre los siguientes temas relacionados con la infección por el VIH/SIDA: variables psicológicas y de estabilidad psíquica, rendimiento intelectual, neuropsicología, psicofisiología y neuroimágenes funcionales. Ha participado como panelista en varias mesas redondas.

Asistió como delegado al II y III Congreso Internacional de Salud y Trabajo efectuados en La Habana, Cuba, en los años 2007 y 2010 respectivamente. En el primero de estos eventos presentó dos trabajos, “Enlentecimiento cognitivo en sujetos seropositivos asintomáticos al VIH. Influencia de la dificultad de la tarea” y “Variabilidad temporal y enlentecimiento cognitivo en seropositivos asintomáticos al VIH. Utilización de la distribución ex-gaussiana como modelo para estudiar la variabilidad”, en el segundo presentó tres, “Detección temprana de enlentecimiento cognitivo en la infección por el VIH: ¿un signo de envejecimiento prematuro?”, “Efecto de la jornada laboral extendida sobre la dinámica cognitiva en trabajadores de un centro de operaciones ferroviarias” y “Neurotoxicología, teoría y práctica. Propuesta de un servicio”.

Asimismo, y sobre la misma temática - la detección precoz del deterioro cognitivo en la infección por el VIH - presentó las siguientes ponencias en dos eventos efectuados en Europa: “Cognitive slowing and Reaction Time Variability in HIV-1 infection: A response time distributional approach using the ex-Gaussian model”, ponencia presentada en el VI Congreso Europeo de Psicología, Praga, 15-19 de mayo, 2007 y “Enlentecimiento cognitivo en sujetos seropositivos asintomáticos al VIH-1. Tiempo de reacción y P300”, Congreso de Metodología de Ciencias de la Salud, Barcelona, 6-9 de febrero, 2007.

## CERTIFICADOS

Ha obtenido diferentes reconocimientos por sus trabajos en este ámbito, entre ellos se encuentran:

- Caracterización psicosocial del portador VIH y enfermo SIDA cubano. Logro científico del año 1990 y logro científico del quinquenio 1986 - 1990. Academia de Ciencias de Cuba.
- Análisis Tomográfico Funcional de la actividad eléctrica cerebral en pacientes infectados por el VIH. Fórum Nacional de la Salud, resultado destacado. 1997 -1998.
- Enlentecimiento cognitivo en el VIH y en adultos mayores: El sistema Split Reaction Time Test. Primer Fórum Nacional Tecnológico Especial de Salud y Seguridad en el Trabajo, mención. Enero de 2008.

Ha recibido entrenamientos en Neurofisiología, Psicofisiología Cognitiva y Neuroimagenes (Centro de Neurociencias de Cuba y Hospital Docente Clínico Quirúrgico “Hermanos Amejeiras” 1992 - 1994), y cursado postgrados sobre lenguajes de programación.

En el año 2006, concluyó satisfactoriamente la investigación ramal dirigida por él, “Estudio de las bases neurales y la dinámica cognitiva en sujetos infectados por el VIH. Perspectivas para su reinserción laboral”, además, en los últimos años ha participado en otras dos investigaciones, “Similitudes y diferencias cognitivas, electrofisiológicas y anatomofuncionales entre pacientes de enfermedades de Alzheimer y Parkinson y trabajadores con historia de exposición a plomo inorgánico” y “Desarrollo del sistema Split Reaction Time Test para la descomposición instrumental del tiempo de reacción en sus componentes básicos: el tiempo mental o decisional y el tiempo motor o ejecutivo”. Recientemente presentó al programa ramal de Salud Ocupacional el proyecto de investigación, “Detección temprana de deterioro cognitivo en adultos mayores trabajadores”, del cual es el autor principal.

Sus tesis, de Especialista en Psicología de la Salud, (“Estudio de la dinámica cognitiva en pacientes infectados por el VIH”, 2002) y de Maestría en Salud Laboral (“Enlentecimiento cognitivo en sujetos seropositivos asintomáticos al VIH. Tiempo de reacción y P300”, 2005), abordaron la temática de la detección temprana del daño cognitivo en este grupo.