



UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
FACULTAD DE HUMANIDADES Y ARTES
DEPARTAMENTO DE ESPAÑOL

**COMPRENSIÓN DEL LENGUAJE DE ACCIÓN REAL,
MENTAL Y CONTRAFCTUAL EN ADULTOS
MAYORES: UNA APROXIMACIÓN DESDE LAS TEORÍAS
CORPÓREAS**

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR EN LINGÜÍSTICA

Candidato a Doctor: JOSÉ LUIS SALAS-HERRERA

Profesoras Guía: MABEL URRUTIA MARTÍNEZ
MÓNICA VÉLIZ DE VOS

Mayo 2019
Concepción, Chile

TABLA DE CONTENIDOS

ÍNDICE GENERAL

Índice de figuras	vii
Índice de tablas	viii
Índice de gráficos	viii
Introducción	x

PRIMERA PARTE

Capítulo 1 Lenguaje y envejecimiento cognitivo

<i>1.1 Concepto de envejecimiento cognitivo</i>	1
<i>1.2 Historia del constructo y aspectos teórico-metodológicos</i>	1
<i>1.2.1 Surgimiento y formalización de la teoría del envejecimiento cognitivo</i>	2
<i>1.2.2 Evolución de la Teoría del Envejecimiento Cognitivo</i>	4
<i>1.2.3 Problemas metodológicos</i>	11
<i>1.2.3.1 Diseños comparativos de edad versus cambio por edad</i>	10
<i>1.3 Envejecimiento cognitivo y lenguaje</i>	12
<i>1.3.1 Teorías del envejecimiento cognitivo asociadas al lenguaje</i>	13
<i>1.3.1.1 Enlentecimiento cognitivo</i>	13
<i>1.3.1.2 Déficit inhibitorio</i>	15
<i>1.3.1.3 Disminución de la capacidad de la memoria de trabajo verbal</i>	17
<i>1.3.1.4 Déficit de transmisión</i>	22
<i>1.3.1.5 Déficit sensoriperceptual o de señal degradada</i>	25
<i>1.3.1.6 Modelos de procesamiento autorregulado del lenguaje</i>	26
<i>1.4 Procesos compensatorios en el envejecimiento</i>	27
<i>1.4.1 Reserva cerebral</i>	28

1.4.1.1 <i>Correlatos de la reserva cerebral</i>	29
1.4.2 <i>Reserva cognitiva</i>	31
1.4.2.1 <i>Correlatos de la reserva cognitiva</i>	33
1.4.3 <i>Teoría del andamiaje cognitivo</i>	34
1.4.4 <i>Andamiaje y procesamiento del lenguaje en adultos mayores</i>	39
Capítulo 2 <i>Cognición corpórea</i>	
2.1 <i>Planteamiento general</i>	41
2.2 <i>Antecedentes históricos</i>	42
2.2.1 <i>Metáfora y cognición</i>	43
2.2.2 <i>Cognición enactiva</i>	44
2.2.3 <i>Fenomenología</i>	45
2.3 <i>¿Qué es la cognición corpórea?</i>	46
2.4 <i>Cognición corpórea a lo largo del ciclo vital</i>	50
2.4.1 <i>Efectos de la cognición corpórea en niños</i>	51
2.4.2 <i>Efectos de la cognición corpórea en adultos mayores</i>	52
2.4.3 <i>Efectos de la cognición corpórea en estudios evolutivos comparativos</i>	54
Capítulo 3 <i>Corporeidad y lenguaje</i>	
3.1 <i>Teorías e hipótesis corpóreas aplicadas al lenguaje</i>	56
3.1.1 <i>Hipótesis de corporeidad fuerte o de primer grado</i>	57
3.1.2 <i>Corporeidad débil</i>	58
3.1.3 <i>Corporeidad secundaria</i>	58
3.1.4 <i>Teorías descorporeizadas</i>	59
3.1.5 <i>Hipótesis indexical</i>	60
3.1.6 <i>Hipótesis de la resonancia motora</i>	62



3.1.7 <i>Teoría del lenguaje basado en acción</i>	65
3.2 <i>Características del lenguaje de acción y mental</i>	66
3.2.1 <i>Lenguaje mental</i>	67
3.2.2 <i>Lenguaje de acción</i>	68
3.3 <i>El problema de la abstracción</i>	69
3.4 <i>Teorías situadas y corpóreas de los conceptos abstractos</i>	73
3.4.1 <i>Teorías sensoriomotoras</i>	76
3.4.2 <i>Teoría de la metáfora conceptual</i>	80
3.4.3 <i>Enfoque de propiedades introspectivas y situacionales</i>	85
3.4.4 <i>Enfoque de la corporeidad afectiva</i>	89
3.4.5 <i>Teorías de representación múltiple</i>	93
3.4.6 <i>Lenguaje y simulación situada</i>	94
3.4.7 <i>Pluralismo representacional</i>	97
3.4.8 <i>Enfoque de palabras como herramientas sociales</i>	101
Capítulo 4 Lenguaje y pensamiento contrafactual	
4.1 <i>Características formales</i>	114
4.2 <i>Lenguaje contrafactual y corporeidad</i>	117
4.3 <i>Lenguaje contrafactual y envejecimiento</i>	120
Capítulo 5 Lenguaje, corporeidad y envejecimiento	
5.1 <i>Envejecimiento neurocognitivo</i>	122
5.2 <i>Representación de la acción en la vejez</i>	125
5.3 <i>Enfoque corpóreo del lenguaje y procesos de envejecimiento</i>	126



Capítulo 6. Objetivos e hipótesis

<i>6.1 Objetivo general</i>	136
<i>6.2 Objetivos específicos</i>	136
<i>6.3 Hipótesis general</i>	137
<i>6.4 Hipótesis específicas</i>	137

SEGUNDA PARTE

Capítulo 7 Marco metodológico

<i>7.1 Tipo de estudio</i>	138
<i>7.2 Proceso normativo</i>	138
<i>7.3 Diseños experimentales</i>	140
<i>7.4 Variables</i>	140
<i>7.5 EEG y sus componentes</i>	141
<i>7.5.1 Componentes relacionados con el lenguaje</i>	145



TERCERA PARTE

Capítulo 8 “Comprensión de oraciones de esfuerzo en jóvenes y adultos mayores desde una perspectiva corpórea”

<i>8.1 Resumen</i>	156
<i>8.2 Método</i>	157
<i>8.2.1 Participantes</i>	157
<i>8.2.2 Materiales</i>	157
<i>8.2.3 Procedimientos y medidas de interés</i>	158
<i>8.2.4 Diseño</i>	160
<i>8.3 Resultados</i>	160

8.3.1 Efectos corpóreos del envejecimiento en el tiempo de lectura del objeto directo	160
8.3.2 Efectos de la corporeidad en el tiempo de respuesta a la palabra de activación	162
8.3.3 Efectos generales del enlentecimiento en la respuesta a la palabra de activación	164
8.4 Discusión	165
8.4.1 Tiempos de lectura con ventana móvil y relación con estudios previos	165
8.4.2 Tiempos de respuesta a palabras de activación y Teoría LBA	166
8.5 Conclusiones	168

CUARTA PARTE

Capítulo 9. “El esfuerzo mental y los contrafactuales modulan la comprensión del lenguaje en adultos mayores: un estudio de ERP”

9.1 Resumen	170
9.2 Método	171
9.2.1 Participantes	171
9.2.2 Materiales y procedimientos	172
9.2.3 Diseño	172
9.2.4 Registro electrofisiológico	173
9.3 Resultados	175
9.4 Discusión	205
9.5 Conclusión	214
10 Referencias bibliográficas	216

Índice de figuras

Figura 1.	<i>Funciones ejecutivas y términos relacionados</i>	16
Figura 2.	<i>Representaciones semánticas, fonológicas y ortográficas correspondientes a la palabra “pilon” en lengua inglesa</i>	22
Figura 3.	<i>Representación esquemática de la hipótesis de la reserva cerebral</i>	29
Figura 4.	<i>Modelo evolutivo de la teoría del andamiaje del envejecimiento y la cognición revisada STAC-R (Reuter-Lorenz & Park, 2014)</i>	36
Figura 5.	<i>Ilustración de cómo se obtienen los ERP</i>	143
Figura 6.	<i>Secuencia temporal de un ensayo</i>	159
Figura 7	<i>Condiciones experimentales en los electrodos Fz y Cz entre 150-300 ms.</i>	177
Figura 8	<i>Condiciones experimentales en el electrodo Pz entre 150-300 ms.</i>	178
Figura 9	<i>Condiciones experimentales en los electrodos C1 y C2 entre 200-600 ms.</i>	180
Figura 10	<i>Condiciones experimentales en los electrodos C3 y C4 entre 200-600 ms.</i>	180
Figura 11	<i>Condiciones experimentales en los electrodos P1 y P2 entre 200-600 ms.</i>	181
Figura 12:	<i>Condiciones experimentales en los electrodos P3 y P4 entre 200-600 ms.</i>	181
Figura 13	<i>Condiciones experimentales en los electrodos Fz y Cz entre 200-600 ms.</i>	182
Figura 14	<i>Condiciones experimentales en el electrodo Pz entre 200-600 ms.</i>	182
Figura 15	<i>Condiciones experimentales electrodos FCz y CPz entre 200-600 ms.</i>	183
Figura 16	<i>Condiciones experimentales en el electrodo POz entre 200-600 ms.</i>	183
Figura 17	<i>Condiciones experimentales en los electrodos F1 y F2 entre 350-500 ms.</i>	186
Figura 18	<i>Condiciones experimentales en los electrodos F3 y F4 entre 350-500 ms.</i>	186
Figura 19	<i>Condiciones experimentales en los electrodos C1 y C2 entre 350-500 ms.</i>	187
Figura 20	<i>Condiciones experimentales en los electrodos C3 y C4 entre 350-500 ms.</i>	187
Figura 21	<i>Condiciones experimentales en el electrodo Cz entre 350-500 ms.</i>	188
Figura 22	<i>Condiciones experimentales en electrodos FCz y CPz entre 350-500 ms.</i>	188
Figura 23	<i>Condiciones experimentales en el electrodo Cz entre 400-600 ms.</i>	190
Figura 24	<i>Condiciones experimentales en el electrodo Pz entre 400-600 ms.</i>	191
Figura 25	<i>Condiciones experimentales en electrodos FCz y CPz entre 400-600 ms.</i>	191
Figura 26	<i>Condiciones experimentales en el electrodo POz entre 400-600 ms.</i>	192
Figura 27	<i>Condiciones experimentales en electrodos Fz y FCz entre 550-700 ms.</i>	194
Figura 28	<i>Condiciones experimentales en electrodos Cz y CPz entre 550-700 ms.</i>	195

Figura 29	<i>Condiciones experimentales en electrodos Pz y POz entre 550-700 ms.</i>	195
Figura 30	<i>Condiciones experimentales en electrodos Fz y FCz entre 550-800 ms.</i>	197
Figura 31	<i>Condiciones experimentales en electrodos Cz y CPz entre 550-800 ms.</i>	198
Figura 32	<i>Condiciones experimentales en electrodos Pz y POz entre 550-800 ms.</i>	198
Figura 33	<i>Condiciones experimentales en electrodos FC1 y FC3 entre 630-750 ms.</i>	201
Figura 34	<i>Condiciones experimentales en electrodos C1 y C3 entre 630-750 ms.</i>	201
Figura 35	<i>Condiciones experimentales en electrodos Fz y Cz entre 630-750 ms.</i>	202
Figura 36	<i>Condiciones experimentales en el electrodo Pz entre 630-750 ms.</i>	202
Figura 37	<i>Condiciones experimentales en electrodos FPz y FCz entre 630-750 ms.</i>	203
Figura 38	<i>Condiciones experimentales en electrodos CPz y POz entre 630-750 ms.</i>	203
Figura 39	<i>Condiciones experimentales en el electrodo Oz entre 630-750 ms.</i>	204

Índice de tablas

Tabla 1.	<i>Principales teorías de los conceptos abstractos</i>	56
Tabla 2.	<i>Ejemplos de estímulos en la tarea de lectura</i>	158
Tabla 3.	<i>Ejemplos de estímulos en la tarea de lectura</i>	172

Índice de gráficos

Gráfico 1.	<i>Puntajes de una prueba de significado verbal usando metodologías transversales vs. longitudinales</i>	12
Gráfico 2.	<i>Tiempos dedicados a lectura por condición experimental y grupo etario</i>	161
Gráfico 3.	<i>Tiempos de respuesta a la palabra de activación en jóvenes</i>	162
Gráfico 4.	<i>Tiempos de respuesta a la palabra de activación en mayores</i>	163
Gráfico 5.	<i>Diferencias intergrupo en tiempos de respuesta a palabra de activación</i>	164
Gráfico 6.	<i>Medias en la ROI de 150-300 ms</i>	177
Gráfico 7.	<i>Medias en la ROI de 200-600 ms.</i>	178
Gráfico 8.	<i>Medias en la ROI de 350-500 ms.</i>	180
Gráfico 9.	<i>Medias en la ROI de 400-600 ms.</i>	186

Gráfico 10	<i>Medias en la ROI de 550-700 ms.</i>	187
Gráfico 11	<i>Medias en la ROI de 550-800 ms.</i>	193
Gráfico 12	<i>Medias electrodos FC1 - FC3 - C1 - C3 en ventana 630-750 ms.</i>	195
Gráfico 13	<i>Medias de los 8 electrodos mediales en ventana de 630-750 ms.</i>	195



Introducción

El lenguaje es una de las capacidades humanas más complejas por lo que su estudio dista de ser sencillo. Su importancia es tal que, cuando se ve alterada, impacta de manera profunda la vida de las personas. Una de las fuentes naturales de afectación, de las capacidades cognitivas en general y lingüísticas en particular, son los procesos de envejecimiento, convirtiéndose con cierta frecuencia en limitaciones para la calidad de vida de estas personas.

La psicolingüística, orientada a estudiar el envejecimiento, se ha visto robustecida con investigaciones que han intentado dilucidar los efectos que tiene el envejecimiento cognitivo en la comprensión y producción del lenguaje. En este sentido, y sobre todo en el plano de la comprensión del lenguaje, se han probado con éxito modelos que hacen énfasis en la arquitectura funcional y computacional del sistema lingüístico. Han cobrado importancia nociones como memoria de trabajo, recursos atencionales y metacognición entre otras. Se ha logrado determinar que existen dimensiones del lenguaje que logran resistir el avance de la edad, tales como el procesamiento semántico, la comprensión lingüística y el vocabulario. Paralelamente, esta disciplina ha crecido y se ha ampliado hacia perspectivas teóricas distintas, nutriéndose de ideas provenientes de las neurociencias que han conseguido respaldo empírico desde paradigmas experimentales conductuales y neurocognitivos.

En la actualidad la psicolingüística se está viendo influenciada significativamente por las teorías de la corporeidad, las que plantean una forma distinta de mirar el lenguaje y su relación con el cuerpo. La idea principal es que usamos el mismo sistema neural tanto para percibir y actuar sobre el mundo externo como para adquirir, comprender y producir el lenguaje (De Vega, 2008; Fisher & Zwaan, 2008; Glenberg & Gallese, 2012; Glenberg & Kaschak, 2002). Desde estas teorías la discusión en torno a los procesos de simulación sensoriomotora que están implicados en el proceso de comprensión lingüística ha proliferado y generado una variedad de aproximaciones innovadoras al modo de concebir el lenguaje, sobre todo el de acción (Barsalou, 1999; De Vega, 2008; Fisher & Zwaan, 2008; Gallese & Lakoff, 2005; Glenberg & Gallese, 2012; Glenberg & Kaschak, 2002; Pulvermüller, 1999, 2013; Zwaan, 2004). Esto, a pesar de que el estudio se ha centrado –como es tradición– en poblaciones jóvenes, no prestando atención a lo que ocurre en la vejez como etapa del desarrollo. Además de lo anterior, los estudios se han llevado a cabo principalmente en lengua inglesa, la que presenta diferencias importantes con el español.

Por lo anterior, el propósito del presente estudio es la indagación, desde los paradigmas corpóreos, de la manera en que determinados cambios corporales que ocurren en el envejecimiento inciden (o no) en el modo de comprender el lenguaje en el nivel semántico-pragmático. La hipótesis que se plantea es que los declives cerebrales asociados al envejecimiento impactarán negativamente los procesos de simulación del lenguaje, conduciendo a que la comprensión de este lenguaje se lleve a cabo de manera más lenta y, probablemente, más imprecisa en comparación con la población de jóvenes. La relevancia de esta investigación reside fundamentalmente en la novedad de su enfoque ya que, hasta el momento, estudios de este tipo no se han llevado a cabo con adultos mayores hablantes de español. También por intentar relacionar el lenguaje con parámetros notoriamente deteriorados en el envejecimiento normal desde un enfoque que permite el contraste directo entre la comprensión lingüística que realizan jóvenes universitarios, con cuerpos sanos, ágiles, resistentes y con una capacidad adecuada para realizar esfuerzos físicos; y adultos mayores, quienes han experimentado el declive de todos estos parámetros corporales.

La factibilidad de esta investigación tiene un amplio soporte en las técnicas experimentales, las cuales permiten observar en detalle la relación cuerpo-lenguaje en el contexto del envejecimiento normal. Se denominan técnicas experimentales a las formas específicas de recolección de datos (incluyendo presentación de estímulos y registro de respuestas), es decir, los múltiples procedimientos y tareas experimentales que permiten obtener los datos que serán analizados e interpretados. Las tareas experimentales sirven de criterio para decidir si los efectos realmente han tenido lugar y en qué momento preciso ello ha ocurrido. A la vez, durante el desarrollo de una investigación psicolingüística se intentan minimizar los posibles sesgos que pudieran derivarse de las características inherentes a la técnica empleada. En lo referente a nuestra investigación, las técnicas experimentales se enmarcan en dos estudios: uno conductual y uno electrofisiológico. El estudio conductual utilizó un software llamado E-Prime 2.0 Professional (Schneider, Eschman & Zuccolotto, 2002 a,b) que permitió la presentación sistemática y aleatoria de los estímulos así como el registro de las respuestas conductuales de los participantes jóvenes y mayores al nivel de los milisegundos. El segundo estudio, el electrofisiológico, fue posible de llevar a cabo gracias al apoyo de la Dra. Mabel Urrutia Martínez quien entrenó al autor de esta tesis tanto en el registro como en el procesamiento como en el análisis de los datos del electroencefalograma realizado a población mayor en el laboratorio de electrofisiología de la Facultad de Educación de la Universidad de Educación.

PRIMERA PARTE

Capítulo 1. Lenguaje y envejecimiento cognitivo

1.1 Concepto de envejecimiento cognitivo

El envejecimiento cognitivo es un proceso evolutivo que involucra cambios graduales, continuos y altamente variables en las funciones cognitivas que ocurren a medida que las personas envejecen (Blazer, Yaffe & Karlawish, 2015). La investigación de este proceso abarca los procesos básicos de aprendizaje y memoria, así como a los complejos procesos de alto nivel de competencia intelectual, lenguaje y funcionamiento ejecutivo (Glisky, 2007; Schaie, 2004). Gran parte de la literatura en este campo se ha ocupado de explicar los mecanismos del declive cognitivo con el avance de la edad. Sin embargo, también ha habido un interés en cuestiones tales como la compensación y el papel del apoyo externo (Dumas, 2015; Schaie, 2004).

El estudio del envejecimiento cognitivo ha seguido dos tradiciones bastante distintas. La primera surgió de la psicología experimental infantil, mientras que la segunda tiene sus raíces en la psicometría desde temas como la evaluación de la competencia intelectual y el desarrollo en poblaciones normales y anormales. Algunas funciones cognitivas disminuyen de manera predecible, como la memoria y el tiempo de reacción, mientras que otras funciones se mantienen o incluso pueden aumentar, como la sabiduría y el conocimiento (Dumas, 2015; Glisky, 2007; Schaie, 2004).

1.2 Historia del constructo y aspectos teórico-metodológicos

Las observaciones relacionadas con el envejecimiento cognitivo datan de milenios atrás. Tomemos como ejemplo al poeta Solón quién escribió en el siglo VI AC que las personas entre los 63 y 70 años son capaces pero “...su lengua y experiencia han perdido parte de su fuerza...” (Baars, 2012). La prueba empírica del envejecimiento cognitivo apareció en la década de 1930, cuando Miles (1933) evaluó las capacidades perceptivas, motrices y cognitivas de 1600 personas de entre 6 y 95 años e informó disminuciones después de los 30 años en estas habilidades, incluida la capacidad de aprendizaje. La desaceleración relacionada con la edad surgió como una característica sobresaliente

en la década de 1930; el hecho de que la mayoría de las pruebas de inteligencia requirieran respuestas rápidas para ser completadas exitosamente llevó a Lorge (1940) a corregir los datos de pruebas de inteligencia para la velocidad de procesamiento descubriendo que, en realidad, la inteligencia no disminuye con la edad. Esta literatura temprana del envejecimiento cognitivo fue predominantemente descriptiva, comparando el rendimiento en una tarea particular entre grupos de edades discrepantes en diseños de corte transversal y usó las mismas pruebas de inteligencia de los estudios del desarrollo infantil. En 1955, Wechsler identificó el mantenimiento (“retención”) y el declive (“no retención”) de lo que más tarde se denominó inteligencia cristalizada y fluida, respectivamente (Cattell, 1963)¹. También se descubrió un declive en lo que ahora llamamos memoria de trabajo, gracias a la inclusión de la prueba de dígitos inversos en los tests de inteligencia (Bromley, 1958).

1.2.1 Surgimiento y formalización de la teoría del envejecimiento cognitivo

El año 1965 marcó el comienzo de un cambio radical en la teoría del envejecimiento cognitivo. Este fue el año en que Welford & Birren (1965) publicaron “Conducta, envejecimiento y sistema nervioso”, una colección de capítulos sobre enlentecimiento, atención, memoria y sus relaciones con factores biológicos y de salud que, en conjunto, proporcionan una base sólida para la *teoría del envejecimiento cognitivo*, ya como un conjunto de ideas y evidencia empírica capaz de dar sustento a una teoría y no solo como fenómenos o datos aislados y relativamente poco conectados con hipótesis de nivel explicativo. Paralelamente, Rabbitt (1964) informó sobre un estudio en el que los adultos jóvenes y mayores clasificaron tarjetas lo más rápido posible en pilas. La tarea consistió en clasificar una vez en dos pilas y una vez en ocho pilas, en función del número de estímulos relevantes por cada condición. Además, cada tarjeta contenía 0, 1, 4 u 8 estímulos irrelevantes. Los tiempos de clasificación de los adultos mayores eran más vulnerables a la creciente cantidad de información irrelevante, sobre todo cuando hubo menos estímulos relevantes. El autor concluyó que los adultos mayores tienen mayor dificultad para ignorar la información irrelevante en comparación con los jóvenes y sugirió, en base a algunos de sus trabajos anteriores (p.e. Rabbitt, 1964), que esto puede

¹ Inteligencia cristalizada es la forma de inteligencia asociada con material previamente aprendido, como el razonamiento deductivo, el vocabulario, el conocimiento general, la comprensión de lectura y la resolución de analogías. Aumenta lentamente durante la edad adulta hasta el inicio del declive físico en personas de edad avanzada y se asocia más estrechamente con el hipocampo. La inteligencia fluida, por otro lado, se vincula con el aprendizaje de material nuevo, el razonamiento inductivo, la detección de patrones, el razonamiento abstracto, el razonamiento cuantitativo y la resolución de problemas. Tiende a alcanzar su punto máximo alrededor de los 25 años y disminuye lentamente a partir de entonces. Se la asocia con las cortezas prefrontal y cingulada (Matsumoto, 2009).

deberse a una menor eficiencia de la agrupación perceptual. Aunque la forma en que se realiza y describe la investigación sobre envejecimiento cognitivo ciertamente ha cambiado desde entonces, siguen siendo temas de gran interés en la actualidad la capacidad de los adultos mayores para inhibir la información irrelevante y las consecuencias de llevar a cabo dicha operación (p.e. Biss et al., 2013; Dey, Sommers & Hasher, 2017; Weeks & Hasher, 2014).

Ese mismo año, 1965, también nos trajo la publicación de Schonfield en la revista Nature. Hasta ese momento, los investigadores del envejecimiento cognitivo se habían centrado en la adquisición y el almacenamiento a corto plazo de nueva información e informaban hallazgos equívocos. Schonfield (1965) demostró por primera vez que los puntajes relacionados con la edad en el rendimiento en tareas de recuperación de la memoria a largo plazo, a través de tareas de recuerdo libre, disminuyeron a lo largo de las décadas (de 20 a 60 años). No obstante, el rendimiento en tareas de reconocimiento, entendido como el proceso de decidir si un estímulo o elemento percibido se experimentó previamente o no, se mantuvo estable. Estas ideas tempranas se desarrollaron más tarde en las nociones de Craik del agotamiento de los *recursos atencionales* con la edad y los efectos del apoyo ambiental, en los que un entorno de tareas que respalda la codificación elaborada o la recuperación a través de claves puede compensar los recursos atencionales reducidos de los adultos mayores que procesan y recuperan menos efectivamente (Craik, 1986).

En 1966, Bromley observó que los procesos cognitivos parecen diferenciarse cada vez más a medida que avanza la edad, lo que se revierte en la etapa de la vejez. Un hallazgo temprano que contribuyó a esta observación fue el de Balinsky (1941). El autor halló una función en forma de U de las correlaciones entre varias pruebas de la Escala Wechsler-Bellevue. Las correlaciones entre las pruebas cognitivas fueron altas en niños de entre 9 y 12 años. Pero luego, dicha correlación disminuyó entre los grupos de edad hasta mediados de los 40 años, después de lo cual las correlaciones aumentaron nuevamente en el grupo de entre 50 a 59 años (incluyendo grupos de mayor edad). La reflexión de Bromley anticipa la noción de desdiferenciación (Balinsky, 1941; discutido en Anstey, Hofer & Luszcz, 2003 y Tirapu-Ustárróz, Cordero-Andrés, Luna-Lario & Hernández-Goñi, 2017) –la correlación elevada entre procesos cognitivos, perceptuales y neuronales– que se revivió en la investigación del envejecimiento cognitivo en la década de 1980 (p.e. Baltes et al., 1980) y sigue siendo un tema de interés hoy en día, particularmente en relación con la actividad dinámica del cerebro (Ferreira et al., 2016).

1.2.2 Evolución de la Teoría del Envejecimiento Cognitivo

Existen tendencias notables en la investigación acerca del envejecimiento cognitivo en los últimos 50 años que reflejan la evolución de la disciplina principal: la psicología cognitiva.

El primero de ellos es la creciente diferenciación de los componentes del rendimiento cognitivo. Autores como Salthouse (1982) o Baltes & Schaie (1976) han resaltado la importancia de comprender el envejecimiento cognitivo como un agregado de factores, variables y procesos que pueden seguir trayectorias similares o distintas. Un ejemplo del conocimiento que han aportado estos autores tiene que ver con determinar a qué edades aproximadas llegan a su cénit ciertas habilidades cognitivas.

El segundo, tiene que ver con el paso de un énfasis en las variaciones en el comportamiento y la cognición a un interés en las transformaciones a nivel cerebral que se aglutinan en las neurociencias y, más específicamente, en la neurociencia cognitiva (p.e. Raz, 2000). La neurociencia ha permitido entender la forma en que algunas funciones cognitivas se ven preservadas, dando sustento biológico a los modelos cognitivos. También ha evidenciado con medidas de neuroimagen la forma en que el bilingüismo se convierte en un factor protector frente al envejecimiento cognitivo e incluso frente a las demencias y ofrece evidencia que confirma la reorganización estructural y funcional de los lóbulos y hemisferios cerebrales para hacer frente a las demandas del envejecimiento.

Igualmente, es importante constatar que los estudios actuales tienden a tomar grandes muestras de personas mayores que participan desde internet, pidiéndoles a dichos participantes que contesten cuestionarios o resuelvan tareas en la web.

Finalmente, una tendencia importante en la investigación sobre el envejecimiento cognitivo se relaciona con el mayor nivel de sofisticación de las herramientas de análisis de datos. Esto permite buscar relaciones de dependencia en un número mucho mayor de variables recurriendo, por ejemplo, a las ecuaciones estructurales y no solo a los análisis de varianza tradicionales.

En relación al primer tópico, de los componentes del rendimiento cognitivo, algunos investigadores influyentes argumentaron que hay poca o ninguna disminución de la inteligencia con

la edad (Baltes & Schaie, 1976) y que las concepciones populares de las pérdidas intelectuales relacionadas con la edad son un mito. Sin embargo, esta posición fue matizada por otros planteamientos que señalan que la inteligencia fluida disminuye notablemente con la edad después de llegar a los 20 ó 30 años, mientras que la inteligencia cristalizada se mantiene e incluso mejora a lo largo de la vida (Cattell, 1971; Horn, 1970; Horn & Donaldson, 1976).

Por su parte, Salthouse (1982) profundizó en el análisis de los componentes de las habilidades cognitivas y demostró que las medidas de vocabulario e información general se conservan bien al menos hasta los 70, mientras que las medidas más rápidas (p.e.: la prueba de símbolos), disminuyen precipitadamente a partir de los 20-30 años. Esta disminución diferencial relacionada con la edad, supuestamente vinculada a las diferencias en la vulnerabilidad al envejecimiento de las regiones cerebrales relevantes, continúa siendo el enfoque predominante. Por ejemplo, Park et al (2002) presentaron datos convincentes que muestran que mientras que la memoria operativa y la velocidad de procesamiento disminuyen constantemente entre los 20 y 80 años, la tarea de memoria de dígitos directos muestra sólo una disminución moderada y el conocimiento verbal aumenta de los 20 a los 70 años.

Sin embargo, trabajos posteriores han demostrado que esta categorización de habilidades, en cristalizadas y fluidas, es demasiado amplia. Un reciente estudio en línea de casi 50,000 participantes mostró que la edad de máximo rendimiento en una gran muestra de pruebas de inteligencia varió desde finales de la adolescencia hasta los 50 (Hartshorne & Germine, 2015). En línea con las formulaciones anteriores, las pruebas que alcanzaron su punto máximo de manera tardía (medidas de vocabulario y comprensión lingüística) tienden a reflejar la inteligencia cristalizada, mientras que las que alcanzaron su punto máximo de modo temprano (codificación de símbolos-dígitos, secuenciación letras-números) reflejan aspectos de la inteligencia fluida, pero no hay un cambio categórico claro de un tipo a otro tipo de prueba.

Paul Baltes, un importante contribuyente al área del envejecimiento cognitivo, adoptó una visión optimista y positiva del envejecimiento, reconociendo que las capacidades cognitivas disminuyen pero que los adultos mayores poseen cierto grado de “reserva latente” que se puede activar invirtiendo tiempo y energía adicionales. Junto con Margret Baltes, argumentó que las personas mayores enfrentan una disminución en su habilidad para adaptarse al medio ambiente ya que escogen

estratégicamente tipos de comportamiento que son los más ajustados a su estilo de vida personal, restringiendo así su repertorio conductual. Llamaron a esto el proceso de “optimización selectiva” (Baltes & Baltes, 1990). Paul Baltes también dirigió un estudio a gran escala sobre el entrenamiento de la memoria en Berlín, demostrando que al implementar estrategias, los adultos mayores podrían mejorar dramáticamente su memoria para materiales específicos (Kliegl, Smith & Baltes, 1989). De acuerdo con otros resultados, sin embargo, tales ganancias tendieron a restringirse a la situación practicada, o “transferencia cercana” y no muestran una “transferencia lejana”² a otras situaciones (Baltes & Willis, 1982). Otro resultado interesante del grupo de Baltes fue el descubrimiento de un fuerte vínculo entre el funcionamiento sensorial (agudeza visual y auditiva) y varias medidas de la capacidad intelectual (Baltes & Lindenberger, 1997). Además, estas relaciones fueron mucho más fuertes en los mayores (70-103 años) que en los grupos de adultos más jóvenes (25-69 años). Los autores consideraron varias interpretaciones posibles de estos hallazgos, favoreciendo de algún modo una hipótesis de “causa común”: la noción de que los decrementos relacionados con la edad en la estructura y función cerebral están asociados con pérdidas correlacionadas en una variedad de funciones sensoriales y cognitivas. Parece posible que la mayor vinculación con la edad entre las funciones sensoriales y cognitivas podría ser otro ejemplo de desdiferenciación entre las habilidades mencionadas anteriormente.

Los cambios relacionados con la edad en la atención y la memoria han sido temas importantes en el campo del envejecimiento cognitivo durante los últimos 50 años. Un signo adicional de la creciente diferenciación de las habilidades cognitivas es la distinción entre varios tipos de sistemas de memoria (p.e. episódica, semántica, implícita, declarativa, priming, perceptual y prospectiva) y subtipos de atención (p.e. atención selectiva, sostenida, dividida, inhibición y cambio de conjunto). La evidencia reciente muestra que estos diversos aspectos de la atención y la memoria también parecen envejecer diferencialmente.

En relación a los aspectos destacados de la literatura de “atención y envejecimiento”, los primeros planteamientos teóricos sobre la naturaleza de la atención humana fueron presentados por Broadbent (1958), Treisman (1964) y Kahneman (1973), los dos primeros se centraron en la selección y el último en el *arousal* y el esfuerzo. Como se describió anteriormente, Rabbitt (1965) demostró que

² En este contexto, el concepto de transferencia consiste en trasladar un aprendizaje a otras situaciones que pueden ser muy similares lo que se conoce como transferencia cercana o muy distintas en la denominada transferencia lejana (Smith & Kosslyn, 2008).

los adultos mayores eran menos capaces de ignorar e inhibir información accesorio cuando seleccionaban objetivos, lo que implicaba procesos tanto de selección como de inhibición. Otros aspectos incluyen atención sostenida, atención dividida, conmutación de conjunto, control ejecutivo y memoria de trabajo.

Una tendencia clara en el último medio siglo ha sido el estudio de los cambios relacionados con la edad en estos tipos o componentes de la atención, en lugar de simplemente la “atención” como tal. Esta tendencia, tanto en la literatura sobre el envejecimiento como en la de adultos jóvenes, ha continuado a pesar de la clara evidencia de que estos diversos tipos de atención a menudo están bastante interrelacionados. Debido a que gran parte del trabajo sobre la atención implica mecanismos de control cognitivo basados en el sistema frontal, se podría esperar que todos los aspectos de la atención disminuyan con la edad. Esto se desprende del trabajo que muestra que los lóbulos frontales son áreas del cerebro conocidas por ser particularmente vulnerables a los efectos del envejecimiento (Raz, 2000; West, 1996). Sin embargo, la distribución de estos efectos ha sido sorprendentemente compleja, como lo muestran las siguientes reseñas.

Siguiendo el trabajo de Rabbitt (1965), investigaciones adicionales confirmaron una disminución de la atención selectiva vinculada con la edad (McLaughlin et al. 2010; Plude & Hoyer, 1985). Trabajos posteriores de Plude y su equipo sugieren que el problema radica específicamente en la fase de integración de características de percepción (Plude & Doussard-Roosevelt, 1989). Tales dificultades en la selección se combinan con ineficiencias en la inhibición (Hasher & Zacks, 1988; Kramer et al., 1994; Pires et al., 2014), conectadas con la edad. En un influyente artículo, Hasher & Zacks (1988) propusieron que los adultos mayores son menos capaces de inhibir el material no deseado o irrelevante, el que “ocupa espacio” en la memoria de trabajo, reduciendo así el almacenamiento temporal y las capacidades de procesamiento posteriores. El trabajo adicional ha sugerido, sin embargo, que la inhibición no es una construcción unitaria aun cuando puede ayudar a comprender cuándo y dónde se encuentran los decrementos relacionados con la edad (Kramer & Madden, 2008). La capacidad de manipular el control descendente de la selección, por ejemplo, seleccionando a veces según el color y algunas veces la forma, se denomina conmutación de tareas o conmutación de conjuntos, y esta literatura muestra algún acuerdo con respecto a las diferencias de edad. Los paradigmas suelen contener algunos bloques de ensayos en los que el criterio de selección es estable (p.e. selección solamente por color) y algunos bloques en los que los participantes deben

cambiar impredeciblemente de un color a otro de una prueba a otra. Las latencias más largas asociadas con bloques mixtos frente a bloques puros se conocen como costos generales de conmutación de tareas; estos costos aumentan con la edad. Las latencias más largas asociadas con las pruebas de conmutación versus no conmutación dentro de un bloque se llaman costos específicos de conmutación de tareas, y existe un buen nivel de acuerdo de que los costos generales aumentan con la edad mientras que los costos específicos permanecen relativamente estables (Kray & Lindenberger, 2000; Reimers & Maylor, 2005). El estudio de Reimers & Maylor se realizó en línea en más de 5,000 participantes con edades comprendidas entre 10 y 66 años; descubrieron que los costos generales eran más bajos para los participantes en su adolescencia y aumentaban constantemente desde los 18 hasta los 66 años.

La atención sostenida durante varios minutos es otro aspecto de la atención que se mantiene estable con la edad, al menos hasta mediados de los 40 años. Berardi, Parasuraman & Haxby (2001) y también Carriere et al (2010) informaron diferencias mínimas de edad adulta en aspectos de atención sostenida. Sin embargo, en otro gran estudio en línea, Fortenbaugh et al (2015) informaron los resultados de más de 10.000 participantes y descubrieron que el rendimiento alcanzó su punto máximo a principios de los 40 y luego disminuyó. Como siempre, el patrón preciso puede depender de la tarea exacta escogida: Fortenbaugh et al (2015) utilizaron una tarea de discriminación de la ciudad frente a la montaña; Berardi et al (2001) una tarea de discriminación de dígitos y Carriere et al (2010) una de atención sostenida a la respuesta.

Con respecto a la atención dividida, Craik (1977) afirmó “uno de los resultados más claros... es el hallazgo de que los sujetos mayores son más penalizados cuando deben dividir su atención, ya sea entre dos fuentes de entrada, entrada y sosteniendo, o aguantando y respondiendo”. Sin embargo, este planteamiento fue cuestionado en un estudio de Salthouse & Somberg (1982) que controlaba las diferencias de edad en el rendimiento de una sola tarea y no encontró diferencias de edad significativas en la capacidad de atención dividida. Un estudio posterior del laboratorio de Salthouse (Salthouse, Rogan & Prill, 1984) sí encontró una disminución relacionada con la edad en la atención dividida, sin embargo los autores sugieren que la discrepancia entre los resultados puede reflejar el hecho de que la complejidad de la tarea fue mayor en el segundo estudio. Verhaeghen & Cerella (2002) revisaron los resultados de una serie de metanálisis y concluyeron que se encuentran déficits en el desempeño de doble tarea asociados a la edad.

El tema de las diferencias relacionadas con la edad en las “funciones ejecutivas” o en el “control cognitivo” ha recibido progresivamente más atención en el transcurso de los últimos 50 años. Un trabajo importante de Hasher & Zacks (1979) estableció la distinción entre operaciones cognitivas automáticas y controladas (requirientes de esfuerzo). El procesamiento controlado exigiría una cantidad considerable de esfuerzo y que las reducciones cognitivas relacionadas con la edad se encuentran típicamente en tales tareas, en contraste con la ausencia de tales decrementos en tareas automáticas. La idea de que el procesamiento consciente y esforzado requiere un control cognitivo que a su vez se vuelve menos eficiente con la edad ahora es generalmente aceptada. Dos ejemplos breves son: a) el trabajo del laboratorio de Larry Jacoby (Jennings & Jacoby, 1993), donde los autores encontraron que los adultos mayores estaban alterados en cuanto al procesamiento de la memoria controlada conscientemente y b) la sugerencia de Todd Braver y sus colegas de que uno de los aspectos más importantes del control cognitivo consiste en mantener un contexto relacionado con la tarea en la memoria de trabajo y que los adultos mayores son menos partidarios de esta forma de procesamiento (Braver et al., 2001). El enfoque de Braver y sus colegas enfatiza el hecho de que varios aspectos de la atención, en este caso la memoria de trabajo y el control ejecutivo, están estrechamente entrelazados. De manera más general, al intentar comprender los problemas de atención relacionados con la edad, es cada vez más claro que si bien la atención no es un constructo unitario, sus componentes (inhibición, control ejecutivo, memoria de trabajo, etc.) tampoco lo son, posiblemente hasta el nivel de las tareas y medidas específicas. Este entendimiento exige un nuevo marco para la interpretación de la “atención” y sus cambios con la edad.

En cuanto a los “sistemas de memoria” y su relación con el envejecimiento es importante hacer ver que algunos de los primeros hallazgos sobre las diferencias de edad en la memoria se derivan directamente de los paradigmas de aprendizaje verbal, que dominaron el estudio de la memoria humana cuando la psicología estaba en su etapa conductista. En 1929, Willoughby documentó diferencias graduales en la memoria incidental relacionadas con la edad para los pares dígito-símbolo, de manera que el recuerdo disminuyó de los 20 a los 70 años. Además, Ruch (1934), utilizando un paradigma de aprendizaje intencional de parejas asociadas demostró que los adultos de 60 a 82 años exhibieron peor memoria que los adultos de 34-59 años, y los de 12 a 17 años mostraron el mejor desempeño. Algunos trabajos iniciales también evaluaron el uso de estrategias y señalaron que, en comparación con los adultos más jóvenes, era menos probable que los adultos mayores usaran imágenes o crearan mnemónicos verbales cuando intentan recordar pares asociados (Hulicka &

Grossman, 1967). Además, los adultos mayores tardaron más en aprender nuevos emparejamientos de pares asociados al criterio en un paradigma de aprendizaje de listas A-B A-C, indicando una mayor transferencia negativa (es decir, interferencia) para participantes mayores o una mayor transferencia positiva de presentaciones de claves repetidas en adultos más jóvenes (Arenberg, 1967).

Otro hallazgo temprano importante fue que los efectos de memoria asociados con la edad eran típicamente mayores cuando se pedía a los participantes que recordaran una lista de palabras, en comparación con simplemente reconocerlos (p.e. Schonfield, 1965; Smith, 1977). Schonfield (1965) informó que los adultos mayores tenían un rendimiento de reconocimiento equivalente a los adultos más jóvenes pero notable deterioro del recuerdo (para evidencia en contra ver Erber, 1974; Harwood & Naylor, 1969, que informaron deterioro tanto del recuerdo como del reconocimiento mayores). También fue de interés que la memoria de imágenes pareciera estar protegida de los efectos dramáticos de la edad, ya que los adultos mayores recordaban y reconocían las imágenes mejor que las palabras (Park, Puglisi & Sovacool, 1983). Quizás el hallazgo más reconocido de todos fue que prácticamente en cualquier tarea que tuviera un componente de velocidad, los participantes se volvieron más lentos con la edad (p.e. Brinley, 1965). Dados estos resultados empíricos, los científicos comenzaron a proponer teorías mecanicistas para explicar las diferencias de edad comúnmente observadas en la memoria.

Las últimas décadas han visto avances en los métodos de análisis de los datos provenientes de diferentes estudios, sobre todo los experimentales. Incuestionablemente, los componentes que logran dar cuenta de la mayor varianza son la velocidad de procesamiento y la memoria de trabajo, aunque estos factores no explican en igual medida todos los fenómenos del envejecimiento cognitivo. En ocasiones son otras las variables que asumen mayor poder predictivo en los modelamientos (como el nivel de conocimiento) de ciertos tipos de memoria (p.e. recuerdo con claves) (Park & Festini, 2017). El conjunto de modelos, teorías y componentes que han contribuido a entender la trayectoria que siguen los sistemas de memoria en la edad madura son muy similares a las teorías del envejecimiento cognitivo aplicadas al lenguaje por lo que se dedicará una sección especial para ello más adelante y no se profundizará en mayor medida en los sistemas de memoria dado que no es el propósito del presente manuscrito.

1.2.3 Problemas metodológicos

Dos cuestiones metodológicas principales en la investigación del envejecimiento cognitivo son si se deben emplear diseños comparativos por edad (entre participantes) o de cambio por edad (dentro de los participantes).

1.2.3.1 Diseños comparativos de edad versus cambio por edad

La mayor parte de los hallazgos reportados de la literatura de envejecimiento cognitivo experimental se basa en estudios comparativos por edad que generalmente contrastan un grupo de adultos jóvenes (típicamente estudiantes universitarios) con muestras por conveniencia de adultos mayores de entre 60 y 70 años que viven en la comunidad. Sin embargo, a menudo no es razonable suponer que los dos grupos de edad se puedan equiparar adecuadamente para otras variables potencialmente explicativas de cualquier diferencia de edad observada en la variable dependiente de interés.

Esta amenaza a la validez interna crea problemas particulares para identificar los mecanismos que pueden estar implicados en el declive relacionado con la edad desde la edad adulta (25 años app.) hasta la vejez (70 años app.). Los diseños comparativos por edad también son inadecuados para explicar las diferencias individuales en los cambios intraindividuales relacionados con la edad. Este último solo puede investigarse por medio de paradigmas longitudinales. La validez interna de los estudios longitudinales, por otro lado, también puede verse afectada por la falta de atención a cuestiones tales como el desgaste de los participantes, el impacto de la historia y los efectos de la reactividad o práctica (Schaie, 2004).

Los datos de estudios transversales y longitudinales tienen implicaciones bastante diferentes para guiar el diseño de dispositivos o intervenciones compensatorias. El Gráfico 1 proporciona una ilustración para el caso de las diferencias de edad y los cambios entre los 25 y 81 años de edad para una medida del significado verbal (comprensión del vocabulario) del Estudio Longitudinal de Seattle (Schaie, 2005), mostrando constantes diferencias transversales negativas desde la edad adulta hasta la vejez. Sin embargo, los datos longitudinales sugieren que el significado verbal aumenta hasta la edad

madura y muestra un descenso moderado a partir de entonces. Estos hallazgos sugieren que hay poco declive relacionado con la edad en la comprensión verbal; pero también sugieren que las personas mayores pueden beneficiarse de un lenguaje simplificado (menos especializado), por ejemplo, en los manuales de instrucciones. Los adultos mayores actuales pueden verse afectados por la obsolescencia tecnológica que puede no tener un impacto similar en futuras cohortes de adultos mayores. En otras palabras, los datos transversales se pueden usar para determinar las diferencias actuales en el nivel de rendimiento para diferentes grupos de edad, pero se requieren datos longitudinales para predecir los cambios intraindividuales con la edad.

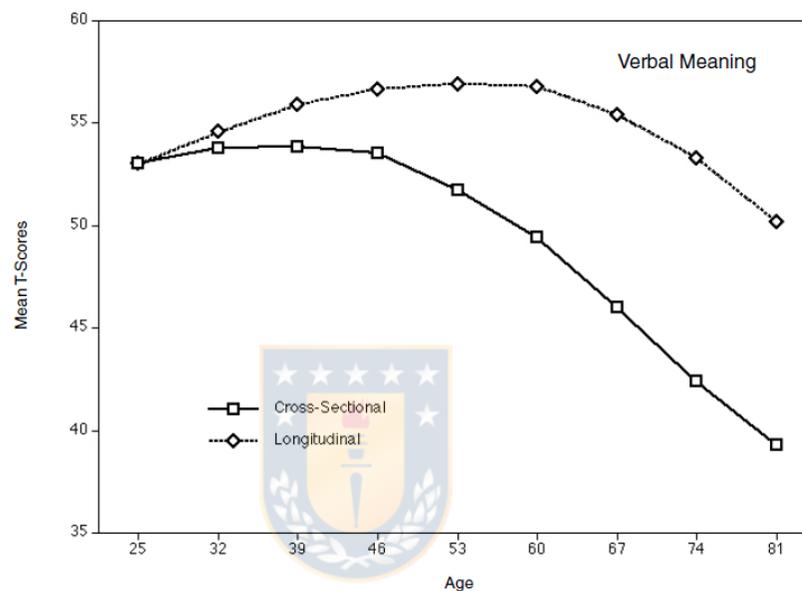


Gráfico 1. Puntajes de una prueba de significado verbal usando metodologías transversales vs. longitudinales (Schaie, 2005).

1.3 Envejecimiento cognitivo y lenguaje

El estudio del envejecimiento cognitivo y su efecto sobre los procesos de comprensión y producción del lenguaje ha constituido, en las últimas décadas, un tópico de investigación de alto interés para la psicolingüística, tanto de orientación descriptiva como experimental (Véliz, Riffo & Arancibia, 2010). Los adultos mayores muestran descensos en su velocidad de procesamiento (Salthouse, 2000), la atención dividida y sus funciones ejecutivas (Greenwood, 2000), así como en algunos aspectos de la memoria episódica, principalmente en el recuerdo libre (Danckert & Craik, 2013). En contraste, la memoria semántica y los aspectos más automáticos, como la atención sostenida

o la memoria, se preservan (Glisky, 2007). La investigación conductual ha permitido observar la existencia de un conjunto de efectos que el envejecimiento ejerce sobre algunos aspectos del lenguaje, mientras que otros aparentan estar conservados. En concreto, la comprensión lingüística estaría mantenida, en especial el procesamiento semántico y el nivel de vocabulario. En cambio, la producción del lenguaje descendería en la adultez mayor, específicamente en lo relativo a recuperación fonológica (Burke & Shafto, 2008).

Estos y otros fenómenos producidos por el envejecimiento cognitivo son revisados y explicados por perspectivas simbólicas, conexionistas e híbridas como: la teoría del enlentecimiento, del déficit de transmisión, del déficit de inhibición, del déficit sensorio-perceptivo, del declive en la memoria de trabajo verbal, déficits de recursos y en las capacidades de auto-regulación. Si bien existiría una relación de inclusión entre dichas teorías, ya que los déficits de recursos a veces se especifican como descensos en la velocidad de procesamiento, en baja eficiencia de inhibición o en afectación de la memoria de trabajo, se distinguen estos modelos, debido a que son conceptualmente distintos y varían, tanto en su relevancia para diferentes paradigmas de investigación, como para explicar la variedad de fenómenos lingüísticos producidos en la vejez (Burke & Shafto, 2004; Véliz et al., 2010).



1.3.1 Teorías del envejecimiento cognitivo asociadas al lenguaje

1.3.1.1 Enlentecimiento cognitivo

El enlentecimiento o desaceleración cognitiva asociada a los procesos de envejecimiento implica que las operaciones perceptivas que requieren un procesamiento rápido de los *inputs* serán especialmente vulnerables en la adultez mayor, impactando negativamente en los índices de eficiencia de los procesos cognitivos en una variedad de tareas (Salthouse, 2000; Wingfield, 1996). Este enlentecimiento se distribuye de modo heterogéneo a lo largo de diferentes operaciones y tareas cognitivas (Fisher, Duffy & Katsikopoulos, 2000). Por ejemplo, el enlentecimiento afectaría más a tareas que impliquen la activación de dominios espaciales que aquellas de dominio verbal (Lima, Hale & Myerson, 1991).

El habla es un buen ejemplo de ingreso rápido de información que demanda fuertemente el sistema perceptual asociado, requiriendo un veloz análisis en línea. El lenguaje hablado es un excelente ejemplo de entrada rápida que requiere un rápido análisis en línea. A pesar de que las tasas de habla en la conversación normal muestran una amplia variabilidad (Miller, Grosjean & Lomanto, 1984), en general, oscilan entre 140 a 180 palabras por minuto (ppm). En cambio, en contextos de habla más estructurados y/o menos espontáneos tales como la lectura de noticias en televisión o radio, donde existe un guión preparado, se exceden con holgura las 210 palabras por minuto (Stine, Wingfield & Myers, 1990).

Debido a la rapidez del habla, son esperables efectos de edad muy grandes en el procesamiento del habla, especialmente cuando las palabras por minuto aumentan significativamente. Esto es cierto, pero el tamaño del efecto también dependerá de los tipos de materiales de habla involucrados y de la presencia o ausencia de apoyos en el contexto lingüístico y situación comunicativa. En este sentido, las personas mayores presentan una mayor dificultad en el reconocimiento del habla rápida, lo que sería explicado por la desaceleración cognitiva que interactúa con el contexto lingüístico y otros factores como las restricciones de memoria (Wingfield, 1996).

El enlentecimiento no solo afectaría la percepción de habla rápida o comprimida experimentalmente, sino que también al reconocimiento de palabras escritas. Madden (1988) halló que los participantes mayores ven afectada la percepción de palabras perceptualmente degradadas en contextos oracionales en tareas de decisión léxica. Para lograr incrementar el reconocimiento rápido de palabras, los mayores hacen un mayor uso del contexto (p.e. semántico) como una estrategia compensatoria (Madden, 1988). En una dirección similar, el enlentecimiento afecta la utilización del contexto oracional para desambiguar homófonos, como lo demostraron Micco & Masson (1992) al encontrar que los mayores, en comparación con los jóvenes, envían señales más confusas en contextos comunicacionales ambiguos, dada su mayor lentitud en recuperar claves que se ajusten al contexto. Evidencia similar se ha encontrado en términos de que, cuando el tiempo es un factor, sus habilidades para resolver la ambigüedad, usando información contextual, resultan insuficientes (Dagerman, MacDonald & Harm, 2006).

En relación a las bases cerebrales del enlentecimiento cognitivo, la revisión que hizo Salthouse (2017) indica que la velocidad de procesamiento depende de diversas estructuras, funciones y regiones

cerebrales que están en relación a varios dominios cognitivos, medidas y propiedades. Así, se sabe que esta velocidad está relacionada directamente con la integridad de la sustancia blanca (Haász et al., 2013), la hiperintensidad de la sustancia blanca (Lockhart et al., 2014), el volumen de la sustancia blanca (Ferreira et al., 2014), el volumen de la sustancia gris (Eckert et al., 2010) y el volumen del lóbulo temporal medial (Papp et al., 2014).

1.3.1.2 Déficit inhibitorio

La inhibición, en este caso cognitiva, forma parte de un constructo más complejo y amplio de la psicología denominado funciones ejecutivas (Figura 1), las que gobiernan el comportamiento voluntario y permiten la autorregulación conductual y emocional en la vida diaria. Las funciones ejecutivas hacen posible jugar mentalmente con ideas, tomando el tiempo para pensar antes de actuar, enfrentar desafíos no previstos, resistir el comportamiento impulsivo, suprimir las representaciones predominantes así como las distracciones y mantenerse enfocado. Las funciones ejecutivas centrales son el control inhibitorio (resistir las distracciones a nivel cognitivo-conductual), memoria de trabajo (sostener y manipular representaciones de diversa modalidad) y flexibilidad cognitiva, la que incluye pensar creativamente, asumir diferentes perspectivas, así como adaptarse rápida y flexiblemente a las circunstancias siempre dinámicas y cambiantes (Diamond, 2015).

En este contexto, se ha propuesto que el envejecimiento debilita los procesos inhibitorios que regulan la atención, afectando de ese modo una amplia gama de desempeños cognitivos que incluyen la comprensión y producción del lenguaje (Hasher, Lustig & Zacks, 2007). Este déficit inhibitorio permite que se generen altos niveles de “ruido” o información defectuosa desde los procesos perceptivos a las computaciones posteriores (MacDonald & Christiansen, 2002), en lo que se conoce como las funciones de acceso, las que, al encontrarse alteradas, no logran impedir el ingreso de información irrelevante a la tarea lingüística en curso. No obstante, también se producirían alteraciones en las denominadas funciones de supresión, las que permiten remover o modificar las representaciones de modo en línea. Este déficit permite entender, por ejemplo, el efecto diferencial que tienen los estímulos distractores en el rendimiento de tareas de lectura (Connelly, Hasher & Zacks, 1991) o de escucha (Hasher et al., 2007) en personas mayores, las que en etapas anteriores de su vida no habían experimentado dichos problemas atencionales. De igual manera, el déficit en este proceso permite entender algunos rasgos típicos del modo de entablar conversaciones que tienen los adultos

mayores en términos de que su habla tiende a salirse del tópico conversacional, aumentando la verbosidad así como el habla tangencial. Su discurso tiende a volverse poco atingente o relevante al tópico de la conversación (Arbuckle, Nohara-LeClair & Pushkar, 2000).

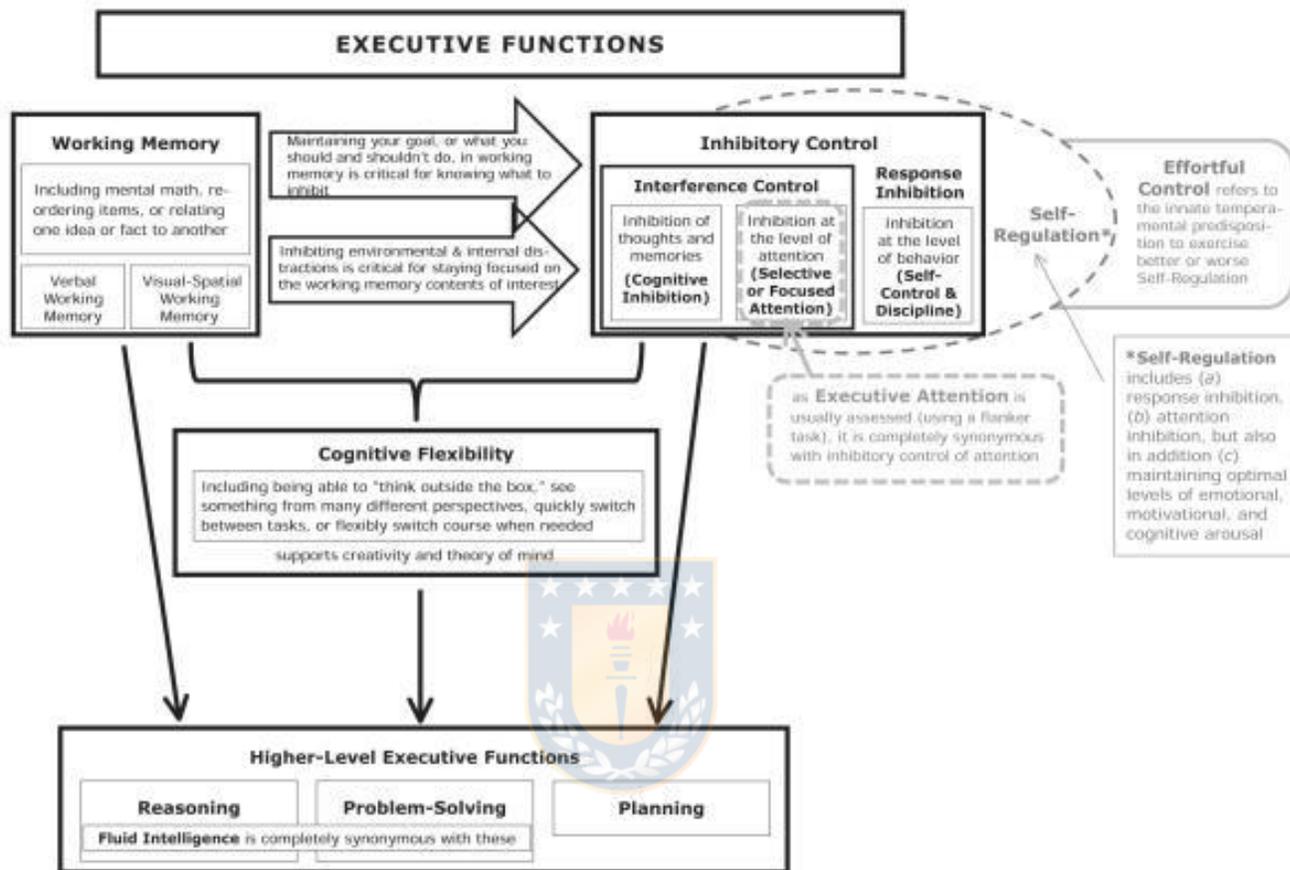


Figura 1. Funciones ejecutivas y términos relacionados (Diamond, 2013, p. 152).

La percepción del habla audiovisual (AV) es el proceso mediante el cual las señales sensoriales auditivas y visuales se integran y se usan para comprender lo que dice un hablante durante la comunicación cara a cara. Esta forma de comunicación es marcadamente superior a la percepción del habla en cualquiera de las dos modalidades sensoriales de modo independiente. Sin embargo, hay factores léxicos adicionales que se ven afectados por los cambios cognitivos relacionados con la edad que pueden contribuir a las diferencias en la percepción AV.

En su estudio, Dey & Sommers (2015), usaron un paradigma de identificación de palabras habladas audiovisualmente y examinaron los factores cognitivos que contribuyeron a las diferencias individuales y relacionadas con la edad en la percepción AV de palabras, que además variaron cuanto

a su dificultad léxica (es decir, sobre la base de competir con otros ítems léxicos). Un grupo de jóvenes y otro de adultos mayores completaron una serie de tareas de inhibición cognitiva y una tarea de identificación verbal. Las palabras se presentaron solo en condiciones auditivas, solo visuales y AV, y se dividieron en grupos de palabras léxicamente densas (palabras con muchos competidores) y léxicamente fáciles (palabras con pocos competidores). En general, los jóvenes demostraron mejores capacidades inhibitorias y un mayor rendimiento de identificación que los adultos mayores. Y si bien no se observó una relación entre las capacidades inhibitorias y el rendimiento de identificación de palabras AV en adultos jóvenes, hubo una relación significativa entre la interferencia y la identificación AV de palabras léxicamente densas en adultos mayores. Estos hallazgos respaldan la idea que la capacidad de inhibir estímulos distractores disminuye con la edad en y que esto es independiente de las alteraciones sensoriales o la ralentización general (Dey & Sommers, 2015).

La literatura inicial del déficit inhibitorio en la vejez estuvo guiada por paradigmas experimentales conductuales. En años posteriores se han realizado nuevos estudios y revisiones que han discutido en mayor medida los mecanismos neuronales subyacentes (Zanto & Gazzaley, 2017). Al respecto, Zanto & Gazzaley (2017) señalan que el sustrato biológico del déficit inhibitorio ocurre por la actividad deficitaria de la corteza prefrontal (CPF), sobre todo en presencia de distractores. Los declives tanto en la estructura como en la función de CPF dan como resultado un déficit top-down (desde procesos centrales o superiores a procesos sensorio-perceptuales) en la atención selectiva y la inhibición cognitiva, resultando en que los ancianos tuviesen mayores problemas para modular la actividad neuronal en la corteza sensorial (Gazzaley, 2012).

1.3.1.3 Disminución de la capacidad de la memoria de trabajo verbal

La memoria operativa o de trabajo es un constructo psicológico que continúa vigente a pesar de llevar una trayectoria de más de cincuenta años de investigación. Este concepto fue relevado por Miller, Galanter & Pribram (1960). Posteriormente, lo desarrollaron Atkinson & Shiffrin (1968), pero comenzó a ser exhaustivamente investigado y desarrollado, entre otros, por Alan Baddeley, quien arriba a un modelo multisistémico de la memoria humana en general, un modelo multicomponente del subsistema de memoria de trabajo en particular. La memoria de trabajo hace alusión a un sistema de memoria con funciones tanto de almacenamiento como de procesamiento que intermedia entre los

sistemas de memoria perceptual y a largo plazo para todo tipo de información (Baddeley, 1999). Uno de los componentes de dicho sistema de memoria es el bucle fonológico, subsistema que codifica el lenguaje en base a dos componentes: almacén fonológico y procesos articulatorios basados en el habla interna o sub-vocalización (Baddeley, 1999).

Ahora bien, se ha planteado que la memoria de trabajo verbal, en cuanto a su capacidad global y considerándola una entidad unitaria, se ve afectada en la tercera edad, lo que restringe los recursos que aporta para llevar a cabo las tareas de comprensión y producción de enunciados que contengan una mayor densidad proposicional y con estructuras sintácticas complejas, tales como las cláusulas de relativo objeto y sujeto (Kemper & Kemptes, 1999; Véliz, Riffo, Salas-Herrera & Roa-Ureta, 2018). Por ejemplo, se hipotetiza que las demandas computacionales de frases de sintaxis compleja, tales como aquellas de ramificación izquierda, requerirán más memoria de trabajo que aquellas con sintaxis simple como las frases con ramificación derecha. Un oyente debe conservar una cláusula inicial más larga en la frase de ramificación izquierda “La chica que dirige la escuela infantil de nuestra iglesia es muy joven” que en la oración de ramificación derecha “La chica es muy joven para dirigir la escuela infantil de nuestra iglesia” (Kemper, Thompson & Marquis, 2001). Kemper & Kemptes (1999) sostienen que la memoria de trabajo reducida es la responsable de que los mayores prefieran frases de ramificación derecha.

La posición actualmente dominante en psicolingüística plantea que lo que ocurre en el envejecimiento, en la relación lenguaje - memoria de trabajo verbal, tiene que ver con procesos de declive: a mayor edad, menor memoria de trabajo verbal y esto afecta el procesamiento del lenguaje, ya que se guardan y manipulan menor cantidad de representaciones en la memoria de trabajo verbal, perjudicando así la calidad del procesamiento (Cheung & Kemper, 1992; Just & Carpenter, 1992; Kemper, 1987; Kemper et al., 2001).

Una visión alternativa a este planteamiento surge desde críticas metodológicas que, en definitiva, derivan en una posición teórica distinta. Caplan & Waters (1999) señalaron que las medidas de memoria de trabajo verbal que se han usado para argumentar su declive no son adecuadas para poder afirmar una relación entre memoria de trabajo verbal y comprensión del lenguaje. Esto, dado que dichas medidas reflejan procesos que ocurren después del acceso léxico, la resolución de la estructura sintáctica y la comprensión del significado de la oración. Por lo tanto, estas medidas serían

reflejo de procesos *off-line* o fuera de línea, donde los recursos de memoria de trabajo verbal no están exclusivamente al servicio de la comprensión del lenguaje sino que, también, se involucran en tareas como, por ejemplo, la comprensión de las instrucciones del experimento. Es decir, son recursos de memoria que están al servicio de propósitos de carácter general como la toma de decisiones y la coordinación, a través del habla interna, de otros procesos cognitivos, no necesariamente lingüísticos. Luego de solventar estas limitaciones metodológicas y llevar a cabo una serie de estudios experimentales, de corte conductual, con poblaciones normales y clínicas, Caplan & Waters (1999) aseveran la existencia de un subsistema de memoria de trabajo verbal especializado para el procesamiento interpretativo (o en línea) de oraciones, es decir, un sistema de recursos de memoria divididos. Un resultado relevante para este marco teórico es que los procesos de envejecimiento no afectarían significativamente los recursos de memoria de trabajo verbal para procesos on-line (también llamados interpretativos), es decir, el acceso léxico, el *parsing* sintáctico y la extracción de significado se mantendrían indemnes.

MacDonald Christiansen (2002) proponen un modelo de memoria operativa que integra las perspectivas anteriores. Dicho modelo se ha propuesto como una opción que permite reinterpretar la discrepancia entre los modelos de memoria operativa verbal como recurso único o dividido. Estos investigadores, centrándose en la relación entre memoria operativa y lenguaje, han usado modelos conexionistas para evidenciar que la memoria operativa es una capacidad de procesamiento que emerge de la arquitectura cognitiva y la experiencia personal, es decir, desde la interacción entre factores biológicos y la experiencia lingüística, por lo que el nivel de experiencia con la tarea lingüística co-varía con el nivel de eficiencia en el uso de recursos mnémicos, no teniendo que ver tanto con la capacidad total de memoria. Esto implica que las diferencias individuales en la comprensión del lenguaje no se derivan de variaciones en una capacidad de memoria de trabajo que opere de modo separado o aislado. Esta afirmación representa una diferencia importante entre este enfoque y muchas otras investigaciones en la memoria de trabajo verbal, ya que el tamaño de la memoria de trabajo, no la experiencia, ha solido considerarse el principal determinante de las diferencias individuales en el ámbito de la comprensión del lenguaje (véase Ericsson & Kintsch, 1995). Una predicción que se deriva de este modelo es que las personas mayores presentarán diferencias individuales en su memoria de trabajo verbal, lo que impactará en todas las tareas lingüísticas, en relación a la dotación genética y la experiencia lingüística que hayan experimentado a lo largo de su biografía.

Con el propósito de averiguar si existe un efecto de las variables edad, memoria de trabajo verbal, complejidad sintáctica e interferencia de una carga concurrente de memoria en el procesamiento y comprensión de oraciones de sintaxis compleja Véliz et al (2018) llevaron a cabo un experimento que analizó el desempeño de un grupo de mayores comparándolo con un grupo de jóvenes en una tarea concurrente que consistió en leer oraciones ecuacionales mientras se retenían tres palabras en la memoria. El análisis estadístico multinivel reveló que tanto el procesamiento en línea de las oraciones ecuacionales como su comprensión se ven afectados significativamente por la edad de los participantes cuando opera una carga de memoria concurrente. Las variables de memoria de trabajo y complejidad sintáctica, por su parte, afectan también significativamente el desempeño de los sujetos, pero independientemente de su edad, lo que contradice lo que predicen las teorías del declive de la memoria de trabajo verbal como capacidad unitaria. Para explicar sus resultados los autores aludieron al enfoque de MacDonald & Christiansen (2002), dado que los participantes mayores presentarían un nivel educacional alto, se encontrarían inmersos en un entorno lingüística y cognitivamente enriquecido, la mayoría de ellos profesionales, y reclutados de cursos universitarios ofrecidos para la tercera edad. Un nivel educativo alto es un factor ventajoso en la medida que posibilita la adquisición de experiencias lingüísticas más ricas, mediadas por la interacción con formas discursivas especializadas del ámbito profesional u ocupacional, formas en las cuales la sintaxis oracional suele ser más compleja (Véliz et al., 2018).

Gracias al trabajo pionero de Goldman-Rakic y sus colaboradores (p.e. Goldman-Rakic, 1987) desde hace varias décadas se conoce que la corteza prefrontal dorsolateral (DLPFC, áreas de Brodmann 46/9) y las regiones de los lóbulos parietales (lóbulo parietal superior BA 7 y lóbulo parietal inferior BA 40) son centrales en la circuitería subyacente de la memoria de trabajo, aunque ahora se piensa que estos circuitos median la atención y el control de las representaciones de memoria de trabajo, en lugar de su mantenimiento (D'Esposito & Postle, 2015; Postle, 2015). Los estudios de imágenes del cerebro humano también han identificado la corteza premotora (BA 6) y la circunvolución frontal inferior (BA 44/45) como parte del circuito de memoria de trabajo verbal (Fegen, Buchsbaum & D'Esposito, 2015).

También se sabe desde hace tiempo que las regiones cerebrales envejecen a diferentes velocidades (p.e. Raz & Rodrigue, 2006; Raz et al., 2010) con subregiones de las cortezas prefrontales

entre las más vulnerables a la contracción y al adelgazamiento cortical como una función de edad. Los análisis más recientes de los efectos de la edad en la estructura cerebral corroboran estas conclusiones al aplicar métodos de análisis uniformes a los datos combinados de 6 estudios diferentes a gran escala que incluyen participantes (N = 883) que van de 18 a 94 años de edad (Fjell et al., 2009). Los efectos más fuertes de la edad fueron evidentes en las circunvoluciones frontales superior, media e inferior, que incluyen las principales regiones de PFC, las que se sabe que son importantes para la memoria de trabajo y las funciones ejecutivas. La unión temporo-parietal, que incluye partes inferiores de la corteza parietal, también fue notable por su pronunciada contracción relacionada con la edad. Las regiones del lóbulo temporal medio, incluyendo el hipocampo y la corteza entorrinal, también son conocidas por atrofiarse sustancialmente con el paso de los años, lo que es una característica pronunciada de la neuropatología que acompaña a la enfermedad de Alzheimer, pero recientemente se ha demostrado que está presente en adultos mayores con bajo riesgo de demencia (Fjell et al., 2014). Se han observado asociaciones significativas entre la integridad de la materia blanca que conecta regiones inter-hemisféricas de la PFC con regiones cerebrales posteriores que se relacionan con el rendimiento en tareas que miden memoria de trabajo (Charlton & Morris, 2015). Esto evidencia las interacciones entre múltiples regiones cerebrales que requiere la memoria de trabajo. Kennedy & Raz (2009) utilizaron imágenes de tensor de difusión para medir la integridad de la microestructura de la materia blanca en una variedad de regiones de interés, incluyendo materia blanca en cada uno de los lóbulos principales, el cuerpo caloso y las fibras de asociación extensas. Usando medidas verbales y no verbales que requerían componentes de almacenamiento y procesamiento de la memoria de trabajo, encontraron que el deterioro relacionado con la edad de la materia blanca frontal, el cuerpo caloso anterior y partes de la cápsula interna se asociaba con una peor memoria de trabajo. El conjunto de estas redes neuronales se ven afectadas con el envejecimiento (Reuter-Lorenz & Lustig, 2017), junto con reducciones en el volumen, cambios sinápticos y reducción de receptores adrenérgicos que afectan a la PFC dorsolateral (Hara, Rapp & Morrison, 2012).

Un descubrimiento importante en los últimos diez años proviene de estudios que variaron la carga de la memoria operativa para establecer que, en comparación con los adultos más jóvenes, los adultos mayores tienden a sobreactivar las regiones de la PFC con cargas más bajas de memoria de trabajo, y tienden a subactivar dichas regiones con mayores cargas de memoria; en ambas situaciones su rendimiento de memoria de trabajo disminuye (Cappell, Gmeindl & Reuter-Lorenz, 2010; Mattay et al., 2006; Nagel et al., 2009; Schneider-Garces et al., 2010). Los adultos más jóvenes muestran una

mayor actividad con una carga creciente, lo que sugiere que la sobreactivación es una respuesta típica a la demanda de la tarea, lo que presumiblemente refleja el reclutamiento de recursos computacionales adicionales y estrategias cognitivas. Los adultos mayores tienden a emplear estos recursos adicionales con niveles más bajos de demanda de tarea (p.e. Reuter-Lorenz, Stanczak & Miller, 1999), lo que se interpreta como una forma de compensación por las disminuciones relacionadas con la edad en la eficiencia neuronal (Reuter-Lorenz & Lustig, 2005). A esta idea se la conoce como la utilización relacionada con la compensación de la hipótesis de los circuitos neuronales, de sigla CRUNCH en inglés (Reuter-Lorenz & Cappell, 2008).

1.3.1.4 Déficit de transmisión

La teoría del déficit de transmisión propuesta por Burke, MacKay & James (2000) se basa en un modelo híbrido conexionista-localista, con nodos y representaciones simbólicas. Dicho modelo propone que el lenguaje está constituido por una vasta red de conexiones entre unidades organizadas entre los subsistemas fonológico, ortográfico y semántico (una ilustración de esta teoría se presenta en la Figura 2). El sistema se ve activado, progresivamente, por la transmisión de la excitación. Ciertos postulados que se derivan de esta teoría, y que aplican a los cambios cognitivos asociados al envejecimiento, argumentan el debilitamiento de las conexiones entre las representaciones del subsistema semántico con las del fonológico/ortográfico. Cuando la fuerza de dichas conexiones decae, la transmisión de la excitación (*priming*) disminuye proporcionalmente, al punto que los símbolos no consiguen ser activados, por lo que se producen fallos.

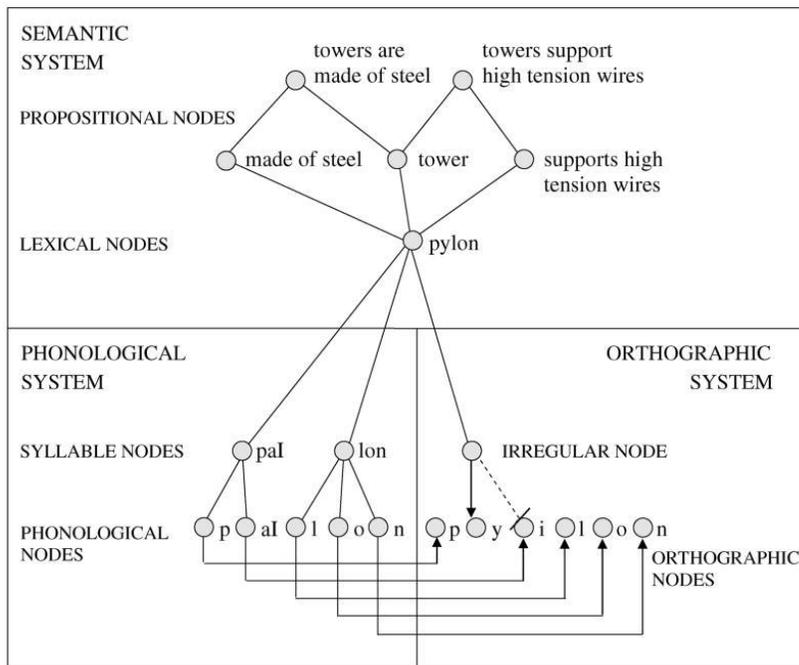


Figura 2. Representaciones semánticas, fonológicas y ortográficas correspondientes a la palabra “pílon” en lengua inglesa (Burke & Shafto, 2004, p. 22)

Las líneas continuas representan conexiones excitatorias y las discontinuas las inhibitorias. Todos los nodos fonológicos deben ser activados para la producción oral de la palabra. Las conexiones laterales entre los nodos fonológicos y ortográficos generan la producción apropiada para las palabras escritas con regularidad. Sin embargo, debido a que, en inglés, “pílon” es una palabra de deletreo irregular, las conexiones laterales conducirían a una falla ortográfica. En cambio, el nodo irregular para y, conectado al nodo léxico, debe ser activado para que la palabra se deletree correctamente (Burke & Shafto, 2004, p. 22).

MacKay (1987) especifica que las conexiones entre las unidades de representación de la red se ven reforzadas por el uso frecuente y reciente (activación). Del mismo modo, se debilitan por el envejecimiento (producto del desuso). Aunque los déficits de transmisión relacionados con la edad se distribuyen a través de todo el sistema representacional, los efectos funcionales de los mismos dependen de la arquitectura específica del sistema lingüístico. Por ejemplo, las vías divergen desde las representaciones léxico-semánticas a las representaciones fonológicas y ortográficas, las que se organizan jerárquicamente al nivel de sílabas. Las representaciones fonológicas, a su vez, descienden hasta el nivel más bajo de los rasgos fonológicos. A diferencia de las conexiones que se establecen en el subsistema semántico, que se caracterizan por la redundancia y la alta interconectividad, las conexiones que conducen la transmisión de la excitación y que van desde el subsistema semántico al fonológico son de tipo uno-a-uno o individual. Esto las convierte en elementos más vulnerables a los déficit de transmisión durante la producción del discurso, predicción que se condice con el aumento de fallos de recuperación fonológica en mayores, experiencias de anomia y errores de habla conocidas como “fenómeno punta de lengua” (Burke, MacKay, Worthley & Wade, 1991) y “deslices de lengua”

o “lapsus linguae” (MacKay & James, 2004) respectivamente. Como se mencionó, en contraste con el sistema fonológico, el sistema semántico se caracteriza por su redundancia y la convergencia entre sus conexiones y representaciones (sobre todo para nombres comunes), lo que lo hace menos vulnerable al déficit de transmisión, predicción que es consonante con el procesamiento semántico bien mantenido en los mayores (Thornton & Light, 2006).

Los modelos neuronales del lenguaje y el envejecimiento aún no proporcionan un mecanismo que explique por qué el acceso fonológico es más vulnerable al envejecimiento que otros procesos del lenguaje (Shafto & Tyler, 2014). Sin embargo, los aumentos de fenómenos punta de lengua relacionados con la edad se asocian con una menor integridad en la ínsula anterior izquierda y del fascículo arqueado izquierdo (Shafto et al., 2007; Stamatakis et al., 2011), que están involucrados en la producción del lenguaje.

Al igual que los adultos más jóvenes, los adultos mayores responden a los problemas de producción fonológica activando regiones cerebrales involucradas en el control cognitivo, pero su activación fonológica es más débil (Shafto & Tyler, 2014). Durante el nombramiento exitoso de imágenes, los adultos mayores con mejor desempeño muestran una mayor activación en comparación con los adultos más jóvenes, tanto en regiones occipitales, temporales y frontales, típicamente activos durante el nombramiento de objetos, como en regiones asociadas con control cognitivo, incluyendo el cíngulo anterior, frontal inferior bilateral y cortezas insulares (Wierenga et al., 2008). La actividad de los adultos mayores durante el nombramiento exitoso de objetos es similar a la de los adultos más jóvenes cuando estos experimentan fenómenos punta de lengua, lo que sugiere que los adultos mayores necesitan usar el control cognitivo para superar la activación fonológica reducida y mantener el rendimiento. Por lo tanto, la evidencia actual sugiere que una activación fonológica más débil inicialmente conduce a un mayor reclutamiento de control cognitivo en adultos mayores, pero dará lugar a un menor reclutamiento en relación con los adultos más jóvenes cuando la activación fonológica es muy débil. Este patrón es consistente con la sugerencia de otros dominios cognitivos de que al aumentar la dificultad de la tarea, los adultos mayores inicialmente “sobre-reclutan” o “sobreactivan” sus redes neuronales (principalmente de la PFC) en comparación con los adultos más jóvenes pero luego “sub-reclutan” o “subactivan” dichas redes cuando alcanzan los límites de sus sistemas neuronales en declive (Cappell et al., 2010).

1.3.1.5 Déficit sensoriperceptual o de señal degradada

Son las teorías menos desarrolladas, pero hacen una predicción clara: la edad avanzada se relaciona con la disminución de los procesos sensoriales y perceptivos, lo que produce entradas incompletas o erróneas para las computaciones de niveles inferiores, específicamente del nivel fonológico inferior y el código ortográfico; esto perjudicaría la selección léxica y otros procesos lingüísticos subsecuentes, llevando a que los mayores seleccionen palabras incorrectas o ninguna en absoluto (Pichora-Fuller & Singh, 2006). Es una teoría que contempla principalmente la comprensión lingüística y se deduce que el deterioro en el reconocimiento de palabras se eliminaría cuando la precisión de la percepción del lenguaje es ajustada y corregida. Hay controversia sobre el grado en que los errores en los procesos de lenguaje de alto nivel deben ser atribuidos sólo a una señal degradada (Lindenberger, Scherer & Baltes, 2001), o si una explicación satisfactoria incluye la noción de recursos disponibles para los procesos cognitivos (Scialfa, 2002). Existe, sin embargo, el acuerdo de que la disminución en la percepción influye directamente en el procesamiento del lenguaje, especialmente en condiciones de percepción difíciles (Madden & Whiting, 2004).

La evidencia neurocognitiva indica, de hecho, que existen procesos bottom-up que están afectados en el envejecimiento normal. Los componentes del potencial de eventos visuales tempranos (p.e. P1 que aparece 100 ms después del inicio del estímulo) surgen en la corteza sensorial en respuesta a estímulos visuales y se retrasan en adultos mayores, lo que sugiere una disminución en los procesos sensoriales tempranos (ascendentes o bottom-up) (Curran et al., 2001; Lorenzo-Lopez et al., 2002; Yamaguchi, Tsuchiya & Kobayashi, 1995).

Es importante destacar que estos procesos sensoriales tempranos están modulados por la atención (es decir, responden distinto a estímulos atendidos o ignorados) y la magnitud de estas respuestas neuronales disminuye con estímulos sonoros repetidos en adultos más jóvenes, pero no en mayores, sugiriendo un declive relacionado con la edad en la atención (modulación descendente-inhibitoria) provocado por el procesamiento sensorial temprano (Leung et al., 2013).

1.3.1.6 Modelo de procesamiento autorregulado del lenguaje

Estos modelos introducen la autorregulación cognitiva como un componente central del procesamiento del lenguaje e integran, en la explicación del fenómeno, el proceso de envejecimiento cognitivo (Stine-Morrow, 2007). Proponen una conexión entre los déficits cognitivos producidos por el envejecimiento y los procesos autorreguladores, entendidos estos últimos como las habilidades para monitorear y controlar los propios procesos cognitivos entre los que se cuentan el conocimiento, la memoria, el aprendizaje, la comprensión del lenguaje, la actuación diestra, el logro de objetivos y otros (Metcalfe & Kornell, 2003) e incluyen decisiones relativas a la asignación de esfuerzos y atención, selección de estrategias de procesamiento, emisión o aplazamiento de respuestas y velocidad a la que la tarea debería ser completada (Véliz et al., 2010).

Los supuestos básicos son que los mecanismos de autorregulación implicados en el procesamiento del lenguaje operan con los mismos heurísticos que dirigen la autorregulación en los procesos del aprendizaje en general, a saber: retroalimentación negativa, reducción de la discrepancia, región de aprendizaje próximo y otros; y que los mecanismos que los sujetos mayores usan para autorregularse en el ámbito del procesamiento del lenguaje experimentan cambios dinámicos a partir de la mediana edad.

La evolución que experimentan estos heurísticos refleja procesos de adaptación en aspectos relevantes de la cognición y de la afectividad (Stine-Morrow, Miller & Hertzog, 2006). Un aspecto especialmente atractivo es el cambio que se observa en los patrones de asignación de recursos de procesamiento –por ejemplo, de los tiempos de lectura– en función de distintas tareas y en relación con distintos niveles de procesamiento.

Si se asume que el declive de la capacidad de procesamiento asociada al envejecimiento reduce la efectividad con que se llevan a cabo determinadas computaciones durante la comprensión y, como consecuencia, el tiempo disponible para ser asignado a dichas computaciones se ve limitado, podría pensarse que las diferencias de desempeño –comprensión, memoria o aprendizaje de textos– no se atribuirían sólo a déficits en la capacidad de procesamiento, sino también a cambios producidos en los procesos de autorregulación, lo que en términos más concretos podría entenderse como procesos no efectivos de asignación de recursos. Pero no sólo pueden producirse fallas en la autorregulación,

los cambios en el comportamiento observados en los adultos mayores pueden considerarse también como evidencias de estrategias de compensación frente a la reducción de la eficacia del procesamiento del lenguaje y del funcionamiento cognitivo, en general (Radvansky, Zwaan, Curiel & Copeland, 2001).

Mantener el control autorregulado vía mecanismos de selección y compensación parece ser clave para una vejez exitosa (Fernández-Ballesteros, 2005), lo que se podría vincular con el concepto de reserva cognitiva que se revisará más adelante.

1.4 Procesos compensatorios en el envejecimiento

Según lo expuesto anteriormente, diferentes investigaciones empíricas han evidenciado una serie de declives asociados con el envejecimiento en el ámbito de la comprensión y producción del lenguaje. Entre ellos se encuentran los fenómenos de punta de lengua y otros errores al momento de producir el habla; dificultades para comprender enunciados gramaticalmente complejos o con alta densidad proposicional; problemas para comprender el habla en entornos con altos niveles de ruido o de estímulos que distraen la atención, entre otros.

No obstante, se ha logrado determinar que existen dimensiones del lenguaje que logran resistir el avance de la edad, tales como el procesamiento semántico y caudal léxico, el que se incrementa notablemente con la experiencia y supone un recurso importante para los adultos mayores al momento de comprender el discurso.

En este contexto de declives y preservaciones, la psicolingüística del envejecimiento está recibiendo aportes desde las neurociencias y la psicología cognitiva sobre mecanismos que contribuyen a explicar los procesos de compensación y de mantención lingüística en la vejez.

De esta forma, nociones como reserva cognitiva (Stern, 2009) y cerebral (Katzman, 1993) así como el andamiaje cognitivo en el envejecimiento cognitivo (Reuter-Lorenz & Park, 2014) han cobrado relevancia en los últimos años y es necesario incorporarlos detalladamente a la comprensión de los efectos que tiene el envejecimiento cognitivo en el lenguaje.

1.4.1 Reserva cerebral

Las diferencias individuales en el cerebro permiten a algunas personas lidiar mejor que otras con las patologías cerebrales. Estas diferencias pueden ser cuantitativas, tales como mayor tamaño del cerebro, más neuronas o sinapsis. Además, las experiencias de vida pueden influir en la anatomía del cerebro a través de la neurogénesis, la angiogénesis, la promoción de la resistencia a la apoptosis y la regulación de los compuestos que promueven la plasticidad neural (Stern, 2009). Estos conceptos han sido articulados en los llamados “modelos pasivos” (Katzman, 1993), tales como la *reserva cerebral* y *reserva neuronal*, que han sido adoptadas por numerosos clínicos.

Un modelo especialmente bien formulado en esta línea ha sido el modelo de umbral que gira alrededor del constructo *capacidad de reserva cerebral*, el que ha podido medirse mediante indicadores tales como: conteo de sinapsis, volumen cerebral o tamaño de la cabeza. En el contexto del envejecimiento, el tamaño de la cabeza provee una estimación del volumen cerebral premórbido. Esto es, en el cerebro más saludable el punto de mayor madurez está restringido al tamaño de la bóveda craneal que no se encoge con la vejez. Así, las medidas confiables de la bóveda craneal indican el mayor tamaño que puede alcanzar y el grado de atrofia cerebral podría estimarse transeccionalmente, tomando la proporción entre volumen cerebral y tamaño craneal (Brickman, Siedlecki & Stern, 2010). Como se colige de lo anterior, los cerebros más grandes pueden sostener más daño antes de que el déficit clínico emerja, porque el substrato neural suficiente permanece para apoyar el normal funcionamiento (Stern, 2009). Esto se ha visto apoyado por la investigación llevada a cabo en estudios longitudinales realizados en centros comunitarios de Nueva York sobre envejecimiento y demencia. Los datos muestran que aquellas personas con una menor circunferencia de cabeza son más propensas a desarrollar Enfermedad de Alzheimer, inclusive cuando otros factores relevantes fueron controlados (Schofield et al., 1997). Otro estudio a nivel poblacional mostró un efecto similar: los individuos con Enfermedad de Alzheimer tuvieron un volumen craneal más pequeño que sus contrapartes sin demencia (Graves et al., 1996). Bajo una conceptualización ligeramente distinta, la reserva cerebral puede ser pensada como un mediador entre ciertos procesos patógenos y la cantidad de cambio cerebral resultante de tal proceso (ver Figura 3). El grado o porcentaje de cambio cerebral depende de cuanta reserva cerebral se encuentre disponible.

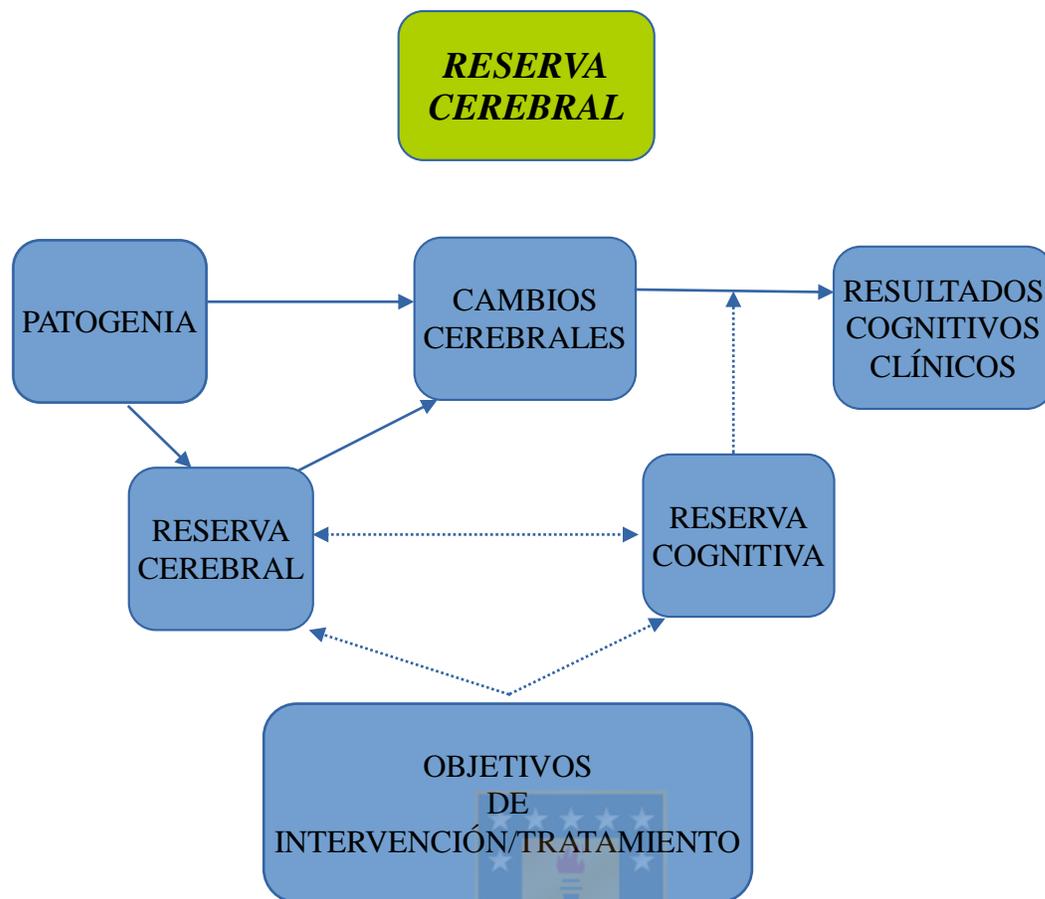


Figura 3. Representación esquemática de la hipótesis de la reserva cerebral (Brickman et al., 2010, p. 159)

1.4.1.1 Correlatos de la reserva cerebral

¿Cómo responde la hipótesis de la reserva cerebral a las diferencias individuales? Dado que la reserva cerebral puede ser considerada como el “cableado”, los factores que contribuyen al desarrollo de la integridad estructural del cerebro podrían ser los más importantes para dar cuenta de las diferencias individuales en lo que a reserva cerebral se refiere. Estos factores pueden incluir contribuciones genéticas, calidad nutricional y accesos a cuidados de salud en la niñez temprana. Además, hay evidencia de que los logros en la educación formal podrían incrementar la reserva cerebral a través del crecimiento de las sinapsis (Katzman, 1993) o a través de la ramificación dendrítica (Jacobs, Schall & Scheibel, 1993). Usando imágenes con tensor de difusión en resonancia magnética, se han demostrado correlaciones entre las habilidades para la lectura y la integridad del

tracto de sustancia blanca en niños, lo que es consistente con la idea anteriormente señalada (Niogi & McCandliss, 2006; Schlaggar & McCandliss, 2007).

A pesar de su naturaleza pasiva y la clara importancia de factores evolutivos en su establecimiento, la reserva cerebral puede ser modificada con manipulación medioambiental a través del ciclo vital. Por ejemplo, hay evidencia creciente de que la capacidad aeróbica o la participación en actividades aeróbicas (ejercicios en los cuales los músculos grandes del cuerpo se mueven en una manera rítmica por períodos sostenidos) está asociada con un mejor desempeño cognitivo (Hillman, Erickson & Kramer, 2008), probablemente debido al efecto directo de la actividad aeróbica sobre la integridad cerebral. Entre los niños, el incremento en los niveles de capacidad aeróbica y en la cantidad de actividad física están asociados con un mejor rendimiento académico, incluyendo matemáticas y lenguaje (Castelli, Hillman, Buck & Erwin, 2007). Los efectos benéficos del ejercicio en la memoria, velocidad de procesamiento, control ejecutivo y razonamiento también pueden observarse en adultos jóvenes que siguen un entrenamiento prolongado (Hillman et al., 2008; Young, 1979). En adultos mayores, la investigación aún es incipiente, pero se ha encontrado que el ejercicio aeróbico, a diferencia del anaeróbico, se asocia al aumento en volumen cerebral en las sustancias blanca y gris, sugiriendo que la aptitud cardiovascular está directamente relacionada con la preservación del tejido cerebral en personas mayores (Colcombe et al., 2006). Igualmente, dicho ejercicio aumenta el tamaño del hipocampo anterior, lo que conduce a mejoras en la memoria espacial y a mayores niveles séricos de BDNF³, un mediador de neurogénesis en el giro dentado (Erickson et al., 2011). En una dirección similar, Wilson et al (2002) encontraron que la actividad física puede funcionar como protección contra las demencias e intervenciones con ejercicio aeróbico en personas mayores sedentarias, seleccionadas aleatoriamente, mostraron aumentos en habilidades ejecutivas, funciones motoras, funciones de memoria retardada y atención auditiva (Colcombe & Kramer, 2003).

³ El BDNF es un miembro de la familia de las neurotrofinas que es altamente expresado en el hipocampo (Scharfman et al., 2005) y ha sido propuesto como el mediador más importante en la neurogénesis inducida por el ejercicio (Lafenêtre et al., 2010).

1.4.2 Reserva cognitiva

A diferencia de la reserva cerebral, la reserva cognitiva es considerada un modelo activo (Stern, 2009) (Figura 3). El concepto de reserva cognitiva está enraizado en la observación repetida de que los individuos con alta inteligencia y mayores niveles educacionales o logros laborales son capaces de solventar mayor daño cerebral antes de demostrar un déficit cognitivo o funcional. Esta idea es teóricamente distinta a la de reserva cerebral. En vez de postular que aquellas personas con una mayor reserva tienen una anatomía distinta que les permite soportar mayor daño cerebral, la hipótesis de la reserva cognitiva postula que esto se debe a mejores procesos de afrontamiento al daño cerebral. En otras palabras, la reserva cognitiva no protege al cerebro contra procesos patológicos; más bien modera la relación entre patología y la expresión de dicha patología (ver Figura 3). Los resultados clínico/cognitivos de la patología cerebral varían como una función del nivel de reserva cognitiva. Stern et al. (2005) sugieren que la implementación neural de la reserva cognitiva puede tomar dos formas: reserva neural o compensación neural.

La reserva neural se refiere a la eficiencia o capacidad de los sistemas cerebrales pre-existentes al inicio de cualquier patología cerebral y es relativamente impermeable a la afección. Por otro lado, la compensación neural se refiere a la habilidad para usar sistemas cerebrales alternativos (y, así, estrategias cognitivas) en el proceso de hacer frente a la patología para compensar las demandas normalmente ubicadas en las áreas defectuosas. Una forma de conceptualizar la diferencia entre reserva neural y compensación neural es considerar que la reserva neural puede referirse al uso de la misma red o redes adicionales en respuesta a las demandas de la tarea, mientras que compensación neural refiere al uso de redes adicionales que no son típicamente usadas en respuesta a cambios patológicos. De un modo opuesto a la reserva cerebral, donde se asume que existe un umbral crítico para la expresión de patologías clínicas, los modelos de reserva cognitiva dependen de la eficiencia y de las estrategias de compensación empleadas a nivel neuronal. Las definiciones operacionales de reserva cognitiva usualmente incluyen variables que reflejan algunas experiencias acumulativas tales como los logros profesionales, laborales o el nivel de compromiso en actividades que permitan estimular la cognición. A menudo, los años de escolaridad son usados como una medida representativa de reserva cognitiva porque son una medida uniforme y fácilmente obtenible desde una entrevista o historia clínica. Sin embargo, esta medida puede no ser la ideal, dado que las experiencias educacionales varían persona a persona, en función de la zona geográfica o del estrato

socioeconómico. Manly, Schupf, Tang & Stern (2005) propusieron que las medidas de alfabetización o habilidades lectoras podrían ser “reflejos puros” de la calidad de la educación y, de este modo, proveer una medida de reserva más válida. Estas medidas podrían reflejar de modo más preciso tanto la calidad como la experiencia educacional. La estimación del coeficiente intelectual premórbido también ha sido propuesta como una medida confiable de reserva cognitiva (Alexander et al., 1997). Tales estimaciones reflejan habilidades determinadas genéticamente pero no capturan la acumulación de experiencias vitales que acrecientan la reserva cognitiva. La reserva cognitiva podría ser mejor estimada por algún tipo de medida que integre diferentes habilidades y experiencias como el mentado alto nivel educacional, logros laborales y el compromiso en actividades de ocio cognitivamente estimulantes (Richards & Sacker, 2003). La evidencia aportada por Siedlecki et al., 2009 y por Soto-Añari, Flores-Valdivia & Fernández-Guinea, 2013 indica que el nivel educacional, el vocabulario y las medidas de habilidades lectoras, en conjunto, representan una dimensión distinta de diferencias individuales; un constructo latente de alta correlación entre sí. Igualmente, la reserva cognitiva es hipotetizada como reflejo del efecto acumulativo de experiencias de vida que podrían proporcionarle al individuo la habilidad de usar estrategias compensatorias (o flexibles) para un mejor manejo de las consecuencias de patologías cerebrales. Así mismo, no es sorprendente que el constructo de reserva cognitiva pueda ser relacionado con el de funciones ejecutivas. Así lo demostraron Roldán-Tapia et al (2012) quienes hallaron que los puntajes de reserva cognitiva, medida a través del nivel educativo y el tipo de profesión, se asociaron con un mejor rendimiento en casi todas las pruebas de funciones ejecutivas empleadas, con una contribución significativa al rendimiento en la fluidez verbal, la espontaneidad conductual, el razonamiento, la atención dividida y compleja, y las funciones de la memoria de trabajo (Roldán-Tapia et al., 2012). Es importante notar que las variables que podrían evidenciar la reserva cognitiva también son aquellas que permiten incrementarla. Por ejemplo, un alto nivel educacional puede ser tanto un reflejo de reserva cognitiva como un factor que la promueve. En última instancia, la teoría de la reserva cognitiva está preocupada por la flexibilidad con la que el cerebro afronta las disfunciones o patologías. Además, las variables que están cercanamente relacionadas con la reserva cognitiva podrían también estar directamente asociadas a la reserva cerebral. Esta posibilidad probablemente refleja cómo estos dos constructos interactúan. Por ejemplo, tener un alto nivel educacional podría reflejar alta reserva cognitiva, pero aquellas personas con un alto nivel educacional también mantienen una mejor dieta, acceso a mejores servicios de salud y un mejor desarrollo general –todos factores que contribuyen a la reserva cerebral– que aquellas con un menor nivel educacional (Siedlecki et al., 2009).

1.4.2.1 Correlatos de la reserva cognitiva

En el contexto del envejecimiento y la demencia, pueden hacerse varias predicciones en apoyo de la hipótesis de la reserva cognitiva. Los individuos diagnosticados con Enfermedad de Alzheimer, que han tenido altos niveles de reserva cognitiva, probablemente no evidencien dicho síndrome sino hasta mucho después que aquellos sujetos que la portan y que evidencian bajos niveles de reserva cognitiva. En efecto, varios estudios epidemiológicos internacionales y basados en la comunidad sugieren una baja incidencia de las demencias entre aquellas personas con alta reserva cognitiva (Launer et al., 1999; Letenneur, Commenges, Dartigues & Barberger-Gateau, 1994). Relaciones similares han sido observadas con otras variables próximas a la reserva cognitiva. Por ejemplo, se ha encontrado un menor riesgo de demencia entre adultos mayores que participan en actividades sociales y de placer, tales como realizar trabajos inusuales, practicar el tejido, viajar o jardinear (Fabrigoule et al., 1995).

En estudios que han examinado el impacto de la reserva cognitiva entre pacientes con demencia, los hallazgos han sido contrarios a lo que se podría intuir, ya que las personas que exhiben alta reserva cognitiva muestran una tasa acelerada de declive cognitivo (Scarmeas, Albert, Manly & Stern, 2006). Además, los pacientes con Enfermedad de Alzheimer con alta reserva cognitiva, estimada a partir del nivel educacional o los logros laborales, mueren más pronto que aquellos con menor reserva cognitiva (Stern, Tang, Denaro & Mayeux, 1995). Tales hallazgos son consistentes con la hipótesis de la reserva cognitiva, ya que se la considera como un factor que modera la asociación entre la existencia de patología cerebral y la expresión de dicha patología. Por lo tanto, para cualquier nivel dado de función cognitiva o clínica, aquellos con mayor reserva cognitiva necesitarán mayor nivel de patología cerebral antes de expresarla que aquellos con niveles más bajos de reserva.

1.4.3 Teoría del andamiaje cognitivo

Una teoría influyente en el estudio de los procesos compensatorios en la vejez y que, de alguna manera, integra los constructos de reserva cerebral y cognitiva, es la teoría del andamiaje cognitivo de Denise Park y Patricia Reuter-Lorenz (2009). Dicha teoría propone algunos procesos clave para comprender cómo se lleva a cabo la mantención de las funciones cognitivas en la adultez mayor, inclusive cuando alguna patología afecta el funcionamiento cerebral. Dentro de estos procesos se encuentra la de-diferenciación⁴, que pone de relieve la menor especificidad y activación neuronal, así como un tipo de respuesta más difusa de ciertas zonas cerebrales (p.e hipocampo, corteza visual y sensorial ventral) ante ciertas tareas, a pesar de la conservación del volumen de dichas estructuras; la de-diferenciación constituye un impulso hacia la compensación. Los jóvenes, en cambio, muestran activaciones cerebrales muy específicas, por ejemplo, en jóvenes el reconocimiento facial activa las zonas fusiformes izquierda y derecha de la corteza visual ventral (Kanwisher, McDermott & Chun, 1997), lo que es extensible a categorías específicas de imágenes de lugares, casas y situaciones al aire libre en el parahipocampo (Epstein & Kanwisher 1998) así como a palabras y números en el giro fusiforme izquierdo y el surco colateral (Polk et al., 2002).

Considerando que la respuesta cerebral asociada a las funciones sensoriales y cognitivas se de-diferencia en la vejez, se esperaría que estas áreas sean menos específicas en los adultos mayores. Park & Reuter-Lorenz (2009) investigaron esta hipótesis y descubrieron que los adultos mayores muestran un nivel de especificidad neuronal significativamente menor en el área facial fusiforme, el área para las localizaciones de espacios en el hipocampo y la zona occipital lateral especializada en el reconocimiento de letras. Dadas estas y otras alteraciones en el procesamiento visual ventral, tal vez parte de la activación aumentada de la corteza frontal proporciona un procesamiento compensatorio adicional para reconocer y diferenciar categorías a medida que se envejece.

Cabeza et al. (2004) tomaron un enfoque diferente de la cuestión frontal-sensorial. Ellos observaron una preponderancia de la activación frontal y decremento sensorial en viejos comparados con los jóvenes en la atención, memoria de trabajo y tareas de memoria a largo plazo. En un estudio

⁴ La de-diferenciación en el envejecimiento es la contraparte del proceso de diferenciación que se observa en el desarrollo infantil: mientras que en la niñez una habilidad cognitiva general se va diferenciando en distintas habilidades cognitivas específicas, en el envejecimiento se revierte este proceso y varias habilidades cognitivas llegan a depender de procesos cognitivos similares (Balinsky, 1941; Baltes & Lindenberger, 1997).

posterior, Davis et al. (2007) confirmaron estos cambios de las activaciones posteriores del cerebro a las activaciones anteriores, sugiriendo que el aumento de la activación frontal que se produce con la edad es una respuesta a activaciones sensoriales y visuales ventrales deficientes. En general, hay una creciente evidencia respaldando la idea de que el trabajo adicional de las zonas frontales puede ser una respuesta amplia a la disminución en la eficiencia de los procesos neuronales de las áreas perceptivas cerebrales.

La teoría del andamiaje del envejecimiento cognitivo revisada (STAC-R) permite organizar y dar una respuesta teórica a estos fenómenos (Figura 4), postulando que el nivel de desempeño se mantiene en un nivel relativamente alto con la edad, a pesar de los desafíos neuronales y el deterioro funcional, debido al compromiso continuo de ciertos “andamios compensatorios” (en adelante andamios) que consisten en el reclutamiento de circuitos adicionales que resguardan a las estructuras en declive cuyo funcionamiento se ha vuelto menos eficiente.

La evidencia proveniente de la literatura de imagen cerebral funcional muestra una mayor activación bilateral y sobreactivación de áreas frontales en adultos mayores, las que reflejan la acción de los andamios, es decir, de los patrones de activación cerebral que incluyen tanto las redes en declive como los circuitos compensatorios asociados y reclutados para satisfacer la demandas de cada tarea. La STAC-R también prevé mecanismos que pueden reforzar dichos andamios compensatorios. La operación conjunta de estas fuerzas, decrecientes y compensatorias, determinaría el nivel de funcionalidad de las operaciones cognitivas en la vejez.

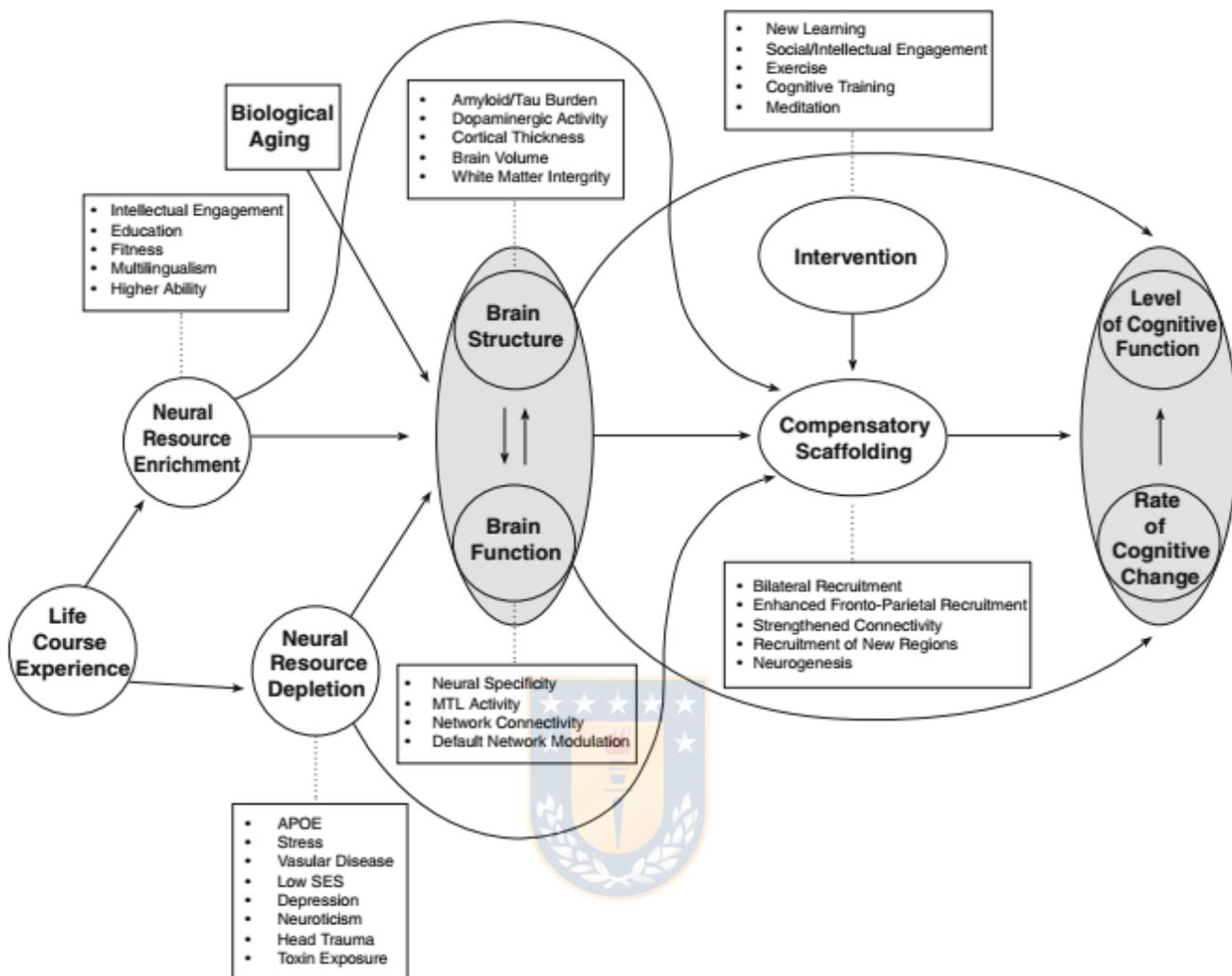


Figura 4. Modelo evolutivo de la teoría del andamiaje del envejecimiento y la cognición revisada STAC-R (Reuter-Lorenz & Park, 2014, p. 360)

El modelo muestra las influencias longitudinales a lo largo de la vida del enriquecimiento neuronal y los factores que agotan la reserva neural tanto en la estructura como en las funciones cerebrales y que finalmente determinan el nivel de función cognitiva y la tasa de cambio a lo largo del tiempo. Estos factores también influyen en el potencial de andamiaje compensatorio, que Reuter-Lorenz y Park (2014) atribuyen en parte al reclutamiento adaptativo de funciones ejecutivas, aunque otros circuitos neuronales también pueden proporcionar soporte computacional, dependiendo de las demandas cognitivas.

La STAC-R representa el cerebro como una estructura dinámicamente adaptativa que cambia en formas positivas y negativas con la edad. Mientras que los cambios típicos relacionados con la edad en la estructura y función del cerebro pueden estimular el andamiaje compensatorio, un deterioro muy severo puede minar la capacidad de proporcionar una compensación cerebral efectiva. El modelo también sugiere que es posible mejorar la actividad de los andamios mediante algunas intervenciones

explícitas que incluyen diversas actividades de estilo de vida, incluyendo ejercicio físico, compromiso intelectual y nuevo aprendizaje, así como intervenciones de entrenamiento cognitivo formal y meditación.

Esta teoría, además, se propuso como una respuesta neurofuncional que detalla los efectos de la edad en la cognición, la mayoría de los cuales se había establecido a partir de estudios transversales que compararon grupos de jóvenes y mayores. Sin embargo, los aspectos intraindividuales que tienen un desarrollo continuo a lo largo de la vida y que se relacionan con el andamiaje compensatorio son inherentes a la teoría.

En particular, la noción de andamiaje proviene del desarrollo cognitivo y la investigación de la adquisición de habilidades, lo que ha demostrado que las capacidades mentales existentes pueden ser aprovechadas como apoyo para la adquisición de nuevas capacidades. El trabajo de Petersen, Van Mier, Fiez & Raichle (1998) fue especialmente influyente en el desarrollo de la STAC (la primera versión de la teoría). Lo más importante fue su observación de que durante las primeras etapas de la adquisición de habilidades, una red que incluye regiones prefrontales es muy activa, pero la actividad en estas regiones disminuye a medida que el rendimiento se hace más experto y la actividad aumenta en nuevas regiones específicas del cerebro. Petersen et al (1998) interpretaron el conjunto inicial pero transitorio de activaciones como una provisión de andamiaje para la adquisición de nuevas habilidades, con la activación cambiando de lugar a medida que aumentaba dicha habilidad.

Las ideas para la STAC también se basaron en la evidencia de que con una mayor demanda de tareas, también considerada una forma de desafío neural, los adultos más jóvenes muestran: mayor activación de regiones de tareas primarias, reclutamiento de regiones cerebrales adicionales, o ambas, involucrando frecuentemente a las regiones de la corteza prefrontal que median las funciones ejecutivas (Reuter-Lorenz & Cappell 2008; Reuter-Lorenz & Lustig 2005). Estas evidencias sugieren que el cerebro posee estrategias adaptativas neurocognitivas particulares que se manifiestan en condiciones de desafío cognitivo y conductual, pudiendo adoptar mecanismos similares con la edad para preservar las habilidades establecidas o para mantener un rendimiento óptimo. Varios estudios de fMRI (siglas inglesas de Imagen de Resonancia Magnética funcional) que relacionan el desempeño con la actividad y otras medidas de integridad neurofisiológica lo confirman (Nagel et al., 2011; Rosano et al., 2012). Düzel et al. (2011) identificaron un subgrupo de adultos mayores, cuyos perfiles

de actividad eran prácticamente indistinguibles de los asociados con el éxito en la codificación de adultos más jóvenes (Duzel et al., 2011). Este subgrupo tuvo un desempeño de recuerdo de memoria indistinguible del grupo de jóvenes al tiempo que no mostró evidencia de sobre-actividad prefrontal, a menudo tomada como compensatoria. Por lo tanto, es probable que su memoria conservada se deba más a preservación neurobiológica (reserva cerebral) que a compensación. En consonancia con esta interpretación, el subgrupo de adultos mayores, cuya activación relacionada con la codificación se desvió más del patrón “juvenil”, tuvo una memoria más pobre, mayor desregulación de la red de modo predeterminado⁵ y pérdida de materia gris específica de esa región. Curiosamente, Duzel et al. (2011), como predijo el modelo STAC, también identificaron un subgrupo de adultos mayores con memoria preservada y sobreactivación de las regiones prefrontal y parietal con respecto al grupo de jóvenes, lo que puede significar apoyo compensatorio para la débil activación de otros circuitos dedicados a la memoria. Sus datos sugieren que los adultos mayores pueden lograr preservar su cognición mediante neurobiología preservada, procesos compensatorios o alguna combinación de estos factores.

Si la cualidad distintiva del envejecimiento cognitivo es el mantenimiento de las capacidades y la neurobiología subyacente, su evaluación requiere mediciones longitudinales para evaluar el grado de cambio en el tiempo. Los datos de este tipo apenas comienzan a emerger. Un importante estudio (Pudas et al., 2013) clasificó a los individuos (edades 55-75) en función de la preservación de la memoria frente a la disminución media de la misma durante un período previo de 15-20 años, usando fMRI para evaluar sus perfiles actuales de actividad cerebral durante una tarea de memoria. El grupo de comparación con disminución media de la memoria tuvo menor actividad hipocampal que los adultos mayores exitosos y el grupo de jóvenes. El grupo exitoso tuvo mayor actividad hipocampal y más actividad prefrontal (incluyendo el giro frontal inferior izquierdo y derecho⁶) que los grupos de comparación jóvenes y de edad media (Persson et al., 2012). Los dos grupos de adultos mayores no mostraron diferencias en los volúmenes regionales del cerebro o la integridad de la sustancia blanca. Por lo tanto, como señalan los autores, mientras que la sobreactivación de los “ancianos exitosos” fue consistente con la compensación, un mayor compromiso prefrontal e hipocampal pudo haber sido una característica de estas personas desde una edad temprana, por lo que se necesitan más estudios de este tipo para aclarar las contribuciones del mantenimiento del cerebro y los procesos compensatorios a niveles sostenidos de alto rendimiento en el tiempo.

⁵ Red neuronal por defecto que se activa en condiciones normales, en ausencia de desafíos.

⁶ En adelante GFI.

1.4.4 Andamiaje y procesamiento del lenguaje en adultos mayores

Aunque la atrofia neural generalizada es una consecuencia inevitable del envejecimiento normal, no todas las capacidades cognitivas disminuyen a medida que envejecemos. Por ejemplo, la comprensión del lenguaje hablado tiende a estar preservada. En un estudio, usando la técnica de fMRI, Tyler et al. (2010) combinaron medidas conductuales, de activación funcional así como de variaciones en la materia gris de jóvenes y adultos mayores para identificar los mecanismos que conducen a la preservación de la comprensión del lenguaje hablado, con foco en las funciones sintácticas (dada su fuerte lateralización izquierda, lo que genera un potencial de reclutamiento contralateral). Como resultado, no encontraron evidencia de diferencias de rendimiento relacionadas con la edad en la comprensión de la sintaxis. A pesar de la pérdida de materia gris relacionada con la edad en la red de regiones neuronales normalmente involucradas en los aspectos sintácticos de la comprensión del lenguaje el rendimiento se conservó. Igualmente, se encontró evidencia de compensación neuronal relacionada con la edad, donde el aumento de la actividad frontotemporal del hemisferio derecho compensó la atrofia neuronal de la red frontotemporal del hemisferio izquierdo, de modo que este cambio hacia una red lingüística funcional bilateral sustenta las funciones de procesamiento sintáctico conservadas en el grupo de adultos mayores.

Evidencias similares fueron encontradas por Thomas et al (1997) en pacientes mayores afásicos, lo que apoya la idea de procesos compensatorios fundamentados en el reclutamiento neurocognitivo para tareas que impliquen el procesamiento del lenguaje. Por otro lado, Bellis, Nicol & Kraus (2000), usando potenciales evocados auditivos, encontraron efectos de una fuerte lateralización izquierda en el procesamiento auditivo de sílabas en niños y jóvenes, pero no en adultos mayores en donde se observaron activaciones bilaterales, sugiriendo que las reducciones de las asimetrías relacionadas con la edad también se producen para los procesos lingüísticos.

Por otra parte, evidencia en contra de la compensación en procesos de comprensión oral es proporcionada por Campbell et al (2016). Este equipo adoptó un enfoque a nivel de sistemas para separar los procesos implicados en la comprensión del lenguaje de aquellos relacionados con las demandas de tarea general. Para examinar las diferencias de edad en la conectividad funcional dentro y entre dichos sistemas se usó la técnica de fMRI en dos versiones de un experimento: una versión de escucha natural, en la que los participantes simplemente escucharon oraciones habladas, y una versión

explícita de dicha tarea, en la que las personas debieron evaluar la aceptabilidad de las mismas frases. Los resultados indicaron que, aunque la comprensión de lenguaje oral y libre de tareas aledañas activa sólo las redes de sintaxis auditiva y frontotemporal (FTN), realizar una tarea simple con las mismas frases recluta varias redes adicionales. La funcionalidad de la FTN se mantuvo a través de los grupos de edad, no mostrando diferencias en la conectividad dentro de la red o la receptividad a las demandas de procesamiento sintáctico, a pesar de la pérdida de materia gris y la reducción de la conectividad de las redes relacionadas con las tareas. Esto indica que no habría evidencia de menor especialización o compensación con la edad en tareas puramente lingüísticas. En conjunto, la evidencia parece indicar que la edad es una variable que ajusta la relación entre las regiones frontal y temporal, así como las relaciones interhemisféricas, con una reorganización que implica cambios en la conectividad interregional, sugiriendo que, aunque el envejecimiento puede debilitar algunas conexiones frontotemporales, la funcionalidad se preserva mediante la fuerte conectividad entre regiones funcionalmente relacionadas (Tyler et al., 2010).

De igual manera, se ha especulado que el mantenimiento del lenguaje en la vejez tal vez resulte de su uso continuo a lo largo de la vida y de una red de andamios particularmente elaborada para este comportamiento, que es tanto crítica como sobreaprendida. Un proceso de reclutamiento de andamios neuronales que operan como una respuesta adaptativa normal del cerebro a lo largo de la vida útil y, en respuesta al reto de los desafíos neurobiológicos del envejecimiento, nuevas redes neurales que funcionan como “andamios” pueden ser establecidos o pueden ser reclutados aquellos previamente establecidos en el desarrollo temprano o durante nuevos aprendizajes (Park & Reuter-Lorenz, 2009).

En términos más generales, los resultados expuestos apoyan modelos de envejecimiento cognitivo en los que la edad no da lugar al declive inexorable de todas las funciones cognitivas, contradiciendo los modelos cognitivos y neurocognitivos del envejecimiento que intentan identificar los factores universales que sustentan las disminuciones cognitivas generales en la vejez. Más bien subrayan la importancia de identificar las habilidades que, conductualmente, no disminuyen con el envejecimiento normal (como el procesamiento sintáctico en línea) y que son igual de importantes para caracterizar el envejecimiento normal como las habilidades que disminuyen.

Capítulo 2. Cognición corpórea

2.1 Planteamiento general

Aunque es común introducir la idea de la cognición corpórea con una letanía de críticas a los enfoques tradicionales de la cognición, este método parece ser innecesario y obsoleto. La cognición corpórea es un enfoque integral y un marco para el estudio de la mente que ha alcanzado un nivel de madurez, donde ya no es necesario justificarlo con referencia a los problemas y descuidos de otros enfoques, presumiblemente más respetables.

Esta sección describirá lo que la cognición corpórea es en sí misma. Con este fin, se discutirán los fundamentos del enfoque de la cognición corpórea para el estudio de la cognición. Consideremos cuatro ejemplos evocadores de fenómenos que han motivado la ciencia cognitiva corpórea.

a) Por lo general, hacemos gestos cuando hablamos e interactuamos. El gesticular facilita no sólo la comunicación, sino también el procesamiento del lenguaje (McNeill, 1992).

b) La visión es a menudo guiada por la acción. El movimiento corporal y la retroalimentación que genera están más estrechamente integrados en al menos un modo de procesamiento visual de lo que han sido anticipados por los modelos tradicionales de la visión (O'Regan & Noë, 2001).

c) Hay neuronas espejo que disparan no sólo cuando realizamos una acción, sino también cuando observamos a otros, emprendiendo las mismas acciones o tienen la intención de hacerlo (Rizzolatti & Craighero 2004).

d) A menudo somos capaces de realizar tareas cognitivas, tales como recordar, de manera más eficaz, usando nuestros cuerpos e incluso zonas del entorno circundante para simplificar el almacenamiento y la naturaleza del proceso cognitivo (Donald, 1991).

Como una manera de entender estos fenómenos es relevante observar la relación de la cognición corpórea como un conjunto de teorías dentro de la perspectiva de la cognición situada (Robbins & Aydede, 2009; Smith, 1999). Como paradigma dentro de la cognición situada, la

cognición corpórea se puede distinguir tanto del estudio de la cognición *incrustada* como de la tesis de la cognición *extendida*.

La cognición corpórea apela a la idea de que la cognición depende profundamente de aspectos del cuerpo del agente (la persona que actúa en el mundo) distintos de aquellos asociados a un nivel de procesamiento central de alto nivel de abstracción, los denominados “procesos superiores”.

El trabajo sobre cognición incrustada, por el contrario, se basa en la visión de que la cognición depende profundamente del entorno natural y social. Al enfocarse en las estrategias que los organismos usan para transferir el procesamiento cognitivo al ambiente, este trabajo pone especial énfasis en las formas en que la actividad cognitiva se distribuye a través del agente y su ambiente físico, social y cultural (Hutchins, 1995). La tesis de la cognición extendida es la afirmación de que los sistemas cognitivos mismos se extienden más allá de los límites del organismo individual. Desde este punto de vista, las características del entorno físico, social y cultural de un agente pueden hacer más que solo distribuir el procesamiento cognitivo: pueden constituir parcialmente al sistema cognitivo de dicho agente (Clark, 2008; Menary, 2010; Wilson, 2004).

2.2 Antecedentes históricos

Existen ciertas obras que permiten obtener una perspectiva histórica de la cognición corpórea: la visión metafórica, ontológicamente constituyente, de George Lakoff y Mark Johnson en *Metaphors We Live By* (1980), la perspectiva enactiva de la cognición desarrollada por Francisco Varela, Evan Thompson y Eleanor Rosch en *The Embodied Mind: Cognitive Science and Human Experience* (1991) y el trabajo sobre robótica y acción computacionalmente inteligente resumida y analizada en el libro de Andy Clark *Being There: Putting Mind, World, and Body Back Together* (1997). A continuación, se revisan brevemente los dos primeros trabajos (el tercero se aleja de los propósitos de este marco teórico) así como la potente influencia de la tradición fenomenológica que ha inspirado recientemente a la ciencia cognitiva corpórea.

2.2.1 Metáfora y Cognición

El lenguaje figurativo desempeña claramente un papel en la cognición y los filósofos, lingüistas y psicólogos han contribuido a su comprensión en las ciencias cognitivas (Ortony 1979). En la obra citada, Lakoff y Johnson argumentaron que ese lenguaje, y la metáfora en particular, no era un simple fenómeno a estudiar en el dominio de la cognición, sino que indican que las metáforas estructuran activamente gran parte de la cognición. Por ejemplo, muchos procesos cognitivos centrales, como los referentes a la conceptualización de los “marcos” espaciotemporales, son expresados e influenciados por las metáforas que se usan (Lakoff & Johnson, 1980). Si la experiencia humana está íntimamente ligada a las metáforas, y tanto la experiencia como la metáfora están relacionadas con los tipos de cuerpos que tenemos y que median entre las intenciones del agente y el mundo, entonces la cognición se corporiza o encarna de una manera que no fue anticipada por la ciencia cognitiva tradicional (Lakoff & Johnson, 1980).

Aunque Lakoff (1987) y Johnson (1987) desarrollaron la idea básica de diferentes maneras, el sentido general de sus tesis puede ser transmitido, considerando un ejemplo bien conocido: el del amor como una especie de viaje. Las personas que se encuentran en una relación romántica a menudo dicen que van juntos por un mismo camino o que sus relaciones toman direcciones equivocadas, al igual que refieren la necesidad de retroceder o enfrentar los obstáculos en su camino. Para Lakoff y Johnson, este lenguaje no literal es más que una expresión periférica útil para enriquecer retóricamente las conversaciones, sino que refleja algo profundo sobre el modo de conceptualizar el amor. Es importante destacar que la metáfora organizadora central -el amor es un viaje- implica un mapeo o traducción de un dominio (viajes concretos) a otro (amor como sentimiento). Como este existen innumerables ejemplos relacionados con los conceptos espaciales (“al frente”, “atrás”, “arriba” y “abajo” de nuestro cuerpo y su movimiento en el espacio), el tiempo (en un sentido lineal con el futuro “por delante” y el pasado “atrás”), entre otros.

2.2.2 Cognición enactiva

El libro *The Embodied Mind: Cognitive Science and Human Experience* (Varela, Thompson & Rosch, 1991) fue un intento de reorientar las ciencias cognitivas, de acuerdo con la perspectiva fenomenológica desarrollada en la obra de Maurice Merleau-Ponty (1945). Con más ambición y menos éxito, también intentaron integrar la ciencia cognitiva con la filosofía budista y además se incluyó alguna discusión en torno al psicoanálisis. Varela et al (1991) sostienen que las acciones de los agentes generan retroalimentación corpórea al procesamiento cognitivo y que esta cualidad no es explicada suficientemente por los enfoques que insisten en dividir la experiencia entre representaciones simbólicas y un mundo externo “previo” o “pre-dado”. Por el contrario, para estos autores tanto la cognición como el mundo “externo” co-emergen en la experiencia.

Las diferencias fundamentales entre la perspectiva enactiva y los puntos de vista clásicos residen en las respuestas a preguntas como: ¿Qué es la cognición?, ¿Cómo funciona? y ¿Cuándo un sistema funciona adecuadamente? Las respuestas tradicionales básicamente señalan que no hay cálculos o computaciones posibles sin representaciones y que la cognición funciona correctamente cuando cualquier dispositivo puede almacenar y manipular símbolos para resolver un problema dado. Varela et al (1991), en cambio, introdujeron el concepto de enacción para presentar y desarrollar un marco que pone un fuerte énfasis en la idea de que el mundo experimentado es retratado y determinado por las interacciones mutuas entre la fisiología del organismo, su circuito sensorimotor y el ambiente. Su énfasis en el acoplamiento estructural entre cerebro-cuerpo-mundo constituye el núcleo de su programa de cognición enactiva, basándose en la idea fenomenológica clásica de que los agentes cognitivos producen un mundo por medio de la actividad de sus cuerpos vivos y situados. Ellos usan un argumento que puede ser formalizado como “traer un mundo a la mano” y que tiene que ver con decir que la experiencia significativa de la realidad se co-construye por el acoplamiento señalado. Desde esta visión, el conocimiento surge a través del compromiso corporal y primario del agente con el ambiente, en lugar de ser simplemente determinado y dependiente de situaciones preexistentes.

Una implicación de este punto de vista es que sólo una criatura con ciertos rasgos, como ojos, manos, piernas y las habilidades asociadas, puede poseer ciertos tipos de capacidades cognitivas. Esto se debe a que la cognición es una actividad sensoriomotora dinámica, y el mundo que se da y experimenta no sólo está condicionado por la actividad neuronal del sujeto, sino que es esencialmente

co-generado en el sentido de que emerge a través de las actividades corporales del organismo. Este enfoque general fomenta una visión de la enacción como esencialmente distinta de la cognitivista, tal como se concibe tradicionalmente desde la metáfora de la cognición como procesamiento computacional de la información.

2.2.3 Fenomenología

Por último, a modo de hito histórico, la idea de que una comprensión del cuerpo sustenta la posibilidad misma de la experiencia y la cognición tiene sus raíces en las obras fenomenológicas de Edmund Husserl (1931), Maurice Merleau-Ponty (1945) y Jean-Paul Sartre (1943), raíces que ya se pueden rastrear dentro de la mentada obra de Varela, Thompson & Rosch. Esta tradición filosófica fue explorada tempranamente dentro de la inteligencia artificial, con referencia especial a Heidegger, por Winograd & Flores (1986) y también formó el telón de fondo de la crítica clásica de Dreyfus (1972) del computacionalismo tradicional.

La ciencia cognitiva corpórea toma las ideas de la fenomenología e impulsa dichos relatos en nuevas direcciones. No se trata tanto de comprender cómo la fisicalidad permite la experiencia del sí mismo (*self*), el mundo y de los otros, sino más bien de especificar los mecanismos que explican cómo la cognición está fundamentada en, y profundamente restringida por la naturaleza corpórea de la agencia cognitiva. No se explorará la convergencia entre la tradición fenomenológica temprana y la ciencia cognitiva corpórea, aunque es importante reconocer que las percepciones fenomenológicas pueden ser un recurso indispensable para la investigación en curso de la conciencia, la autoconciencia, la acción y la intersubjetividad (Gallagher & Zahavi, 2008).

2.3 ¿Qué es la cognición corpórea?

El punto de vista emergente de la cognición corpórea sostiene que los procesos cognitivos están profundamente arraigados en las interacciones corporales con el medio ambiente (Wilson, 2002). Dicho punto de vista es una denominación bastante amplia para una serie de teorías que comparten elementos así como una serie de diferencias que, no obstante, no los vuelven irreconciliables, por lo que pueden caber en este paradigma en construcción.

Este conjunto de teorías se diferencian por dar énfasis distintos a cada uno de los elementos y procesos implicados en la cognición corpórea. Wilson (2002) hizo una revisión y evaluación de estos distintos énfasis, los que se reportan a continuación, dado que resultan ilustrativos:

1. La cognición está situada: Se mencionó anteriormente al entender la cognición corpórea como parte de la cognición situada. Plantea que la actividad cognitiva tiene lugar en el contexto de un entorno perteneciente al mundo real e implica, inherentemente, tanto la percepción como la acción en dicho mundo.

2. La cognición es presionada por el tiempo: La cognición debe entenderse en términos de cómo funciona bajo las presiones de la interacción en tiempo real con el medio ambiente.

3. Descargamos el trabajo cognitivo sobre el medio ambiente: Debido a los límites de nuestras habilidades de procesamiento de la información (p.e. atención y memoria de trabajo con capacidades limitadas), aprovechamos el entorno para reducir la carga de trabajo cognitivo. Hacemos que el ambiente sostenga o incluso manipule la información para nosotros y luego aprovechamos esos productos en la medida que lo necesitamos.

4. El medio ambiente es parte del sistema cognitivo: Este principio señala que el flujo de información entre la mente y el mundo es tan denso y continuo que, para los científicos que estudian la naturaleza de la actividad cognitiva, la mente sola no es una unidad significativa de análisis dentro de otras muchas que incorporan activamente al ambiente y procesos intermedios.

5. La cognición es para la acción: La función de la mente es guiar la acción, y los mecanismos cognitivos como la percepción, memoria y lenguaje deben ser entendidos en términos de su contribución última a la conducta apropiada para la situación, es decir, a la adaptación.

6. La cognición fuera de línea está basada en el cuerpo: Incluso cuando se desacopla del ambiente, la actividad de la mente se basa en mecanismos que evolucionaron para la interacción con el medio ambiente, es decir, mecanismos de procesamiento sensorial y control motor.

Wilson (2002) le da un valor preponderante a los principios del 1 al 3 y al 5, comentando que el 6 recibe menos atención y el 4 es problemático, debido a que entiende los procesos cognitivos de un modo tan distribuido en el sistema cuerpo-entorno que los límites se desdibujan atentando contra la posibilidad de acotar el objeto de estudio, impidiendo así el hallazgo de nuevas regularidades.

La caracterización general de la cognición corpórea debe plantear que muchos rasgos característicos de la cognición están corporeizados y son profundamente dependientes de las características del cuerpo físico del agente, de tal manera que el cuerpo del agente, además del funcionamiento cerebral abstracto, desempeña un papel causal significativo, o un papel físico constitutivo, en el procesamiento cognitivo.

Además de señalar los argumentos que tratan de explicar la cognición corpórea desde la metáfora del cuerpo como fundamento (p.e Anderson 2003; Glenberg & Robertson 2000), parece ser importante especificar las posibles relaciones entre los procesos cognitivos y corporales, lo que puede formalizarse en la pregunta: ¿Qué papel juega el cuerpo en la cognición? ¿Es un papel significativamente causal o físicamente constitutivos? (Anderson, 2003; Wilson, 2002).

Desde una mirada general, hay tres funciones o roles que puede jugar el cuerpo en su relación con la cognición, cada uno con sus propias implicaciones para las teorías corpóreas. El cuerpo puede funcionar como una limitación o restricción de la cognición, como un distribuidor para dicho procesamiento cognitivo o, más bien, como un regulador de la actividad cognitiva. Estos roles pueden ser especificados con mayor precisión para analizar sus distintas implicaciones.

a) *Cuerpo como restricción*: el cuerpo de un agente funcionaría para restringir significativamente la naturaleza y el contenido de las representaciones procesadas por el sistema cognitivo de dicho agente. Entre las consecuencias de esta forma de entender el rol del cuerpo está el que algunas formas de cognición serán más fáciles o se llevarán a cabo de un modo más natural, debido a las características corporales del agente. Asimismo, algunos tipos de cognición serán más difíciles o incluso imposibles por el mismo motivo. Los trabajos de Lakoff y Johnson así como el de Varela et al (1991) (especialmente en su conocido estudio del dominio de la percepción y categorización del color), ejemplifican la tesis del cuerpo como restricción.

b) *Cuerpo como distribuidor*: el cuerpo de un agente funciona para distribuir la carga computacional y representacional entre estructuras neuronales y no neuronales. A diferencia del papel del cuerpo en la tesis anterior, aquí el cuerpo se toma como parte del proceso cognitivo mismo, de modo que sirve para distribuir las tareas cognitivas entre el cerebro y el cuerpo.

La tesis del cuerpo como distribuidor tiene tres ramificaciones posibles: las estructuras cognitivas implementadas neuronalmente pueden ser menores a las que se han supuesto tradicionalmente (teóricamente podrían estar completamente ausentes); las propias estructuras corporales pueden ser por lo menos realizadoras parciales de la maquinaria física, que realiza los procesos cognitivos (el cuerpo, en términos de efectores y otras zonas “periféricas”, como procesador cognitivo parcial) y que los sistemas cognitivos puedan incluir tanto partes no neuronales del cuerpo como, incluso, el ambiente más allá del cuerpo.

Estas implicaciones sugieren que es la concepción del Cuerpo como Distribuidor la que está en juego para aquellos que toman la cognición corpórea en contraposición a la visión cognitiva tradicional de las representaciones mentales (Gibson 1979). El recurso a la computación morfológica (MacIver, 2009), por el cual las propiedades de las estructuras anatómicas corporales (como la forma de las orejas de los murciélagos) desempeñan un papel computacional en los procesos cognitivos (como la ecolocalización), también se basa en la tesis del Cuerpo como Distribuidor. Al incluir tanto las estructuras corporales de un agente como aspectos de su entorno como estructuras no neuronales, la tesis del Cuerpo como Distribuidor establece una conexión entre la cognición corpórea y las versiones de la tesis de la mente extendida que apelan a conceptos tales como la realización y el andamiaje (Wilson & Clark, 2009).

c) *Cuerpo como regulador*: dentro de esta mirada el cuerpo del agente funciona para regular la actividad cognitiva sobre el espacio y el tiempo, asegurando que la cognición y la acción estén estrechamente coordinadas. Esta versión se distingue de la anterior por sus implicaciones, entre las que se cuentan: las estructuras corporales facilitan la ejecución en tiempo real de comportamientos complejos, en respuesta a eventos ambientales complejos y cambiantes; el cuerpo no sólo funcionaría para “traducir” los insumos del mundo a la cognición y viceversa, sino que es parte integral del control en línea de la cognición en sí misma. Desde este rol, el cuerpo tiene un papel de retroalimentación en el procesamiento cognitivo. La tesis del Cuerpo como Regulador ha sido especialmente prominente en los enfoques dinámicos de la cognición (Beer, 2000).

Dado que las respuestas corpóreas a la cognición han sido formulados de diferentes maneras en cada uno de los sub-campos que comprenden las ciencias cognitivas (es decir, la psicología del desarrollo, la robótica, la lingüística y la filosofía de la mente), continúa un rico programa de investigación interdisciplinaria. Sin embargo, todas estas diferentes concepciones mantienen que una condición necesaria para la cognición es la corporeidad, entendida como la forma única en que las capacidades sensoriomotoras de un organismo o agente le permiten interactuar exitosamente con su nicho medioambiental. Además, todas las diferentes formulaciones de la tesis de la cognición corpórea comparten el objetivo común de desarrollar explicaciones cognitivas que capturen la manera en que la mente, el cuerpo y el mundo interactúan y se influyen mutuamente para promover el éxito adaptativo de un organismo o agente.

2.4 Cognición corpórea a lo largo del ciclo vital

Dado que la cognición corpórea pone al cuerpo como un sistema central en la construcción del significado, y el procesamiento cognitivo en general, es esperable que los cambios a nivel físico que experimentan las personas a lo largo del ciclo vital tengan impacto directo en la cognición. Estudios en esta línea recién se comienzan a realizar en diferentes partes del mundo. En su revisión preliminar, Vallet (2015) se centró en el impacto de la cognición corpórea en el envejecimiento y los trastornos neurocognitivos, argumentando que un enfoque evolutivo es obligatorio, debido a que las actuales teorías de la cognición corpórea no se han validado ontogenéticamente. En virtud de aquello, se ha planteado la hipótesis de que los cambios corporales pueden tener impacto directo en la cognición, aunque la magnitud de dichos cambios es incierto, debido a que la edad adulta y la adultez mayor se caracterizan por asociarse con habilidades perceptuales y cognitivas relativamente robustas o, al menos, estables, cuestión que se matizará en capítulos posteriores.

A lo largo de la vida, los seres humanos experimentamos múltiples cambios en nuestro desarrollo, incluyendo el desarrollo y decaimiento de funciones sensoriomotoras y habilidades cognitivas. La infancia se acompaña de aumentos rápidos en las habilidades sensoriomotoras y cognitivas (Daum et al., 2009), acumulando así nuevas contingencias sensoriomotoras (O'Regan & Noë, 2001).

Para las personas mayores, en cambio, el aprendizaje cognitivo así como la adquisición de habilidades sensoriomotoras se vuelven cada vez más difíciles. Por ejemplo, su flexibilidad tanto sensorimotora como cognitiva disminuyen (Shephard et al., 1990). Sin embargo, las personas mayores también han acumulado más experiencia (incluyendo experiencia sensorimotora) y poseen mayor conocimiento (Blanco et al., 2016) y sabiduría (Grossmann et al., 2012). Lo anterior ilustra el hecho que las funciones sensoriomotoras y cognitivas durante la infancia y en los ancianos difieren de varias maneras y fundamenta, entonces, la necesidad de interpretar teóricamente estos hallazgos desde una perspectiva corpórea. Con la intención de entender mejor las eventuales diferencias evolutivas, se caracterizarán los efectos corpóreos en los extremos del ciclo vital: infancia v/s envejecimiento.

2.4.1 Efectos de la cognición corpórea en niños

Desde la psicología del desarrollo, la noción de que la experiencia sensoriomotora es esencial para desarrollar las capacidades cognitivas no es de ninguna manera una idea novedosa. Baste recordar que la primera etapa del desarrollo del pensamiento fue denominada por Jean Piaget (1936) como etapa sensoriomotora. Investigaciones más recientes en infantes han revalidado el crucial impacto que las interacciones sensoriomotoras con el medio ambiente tienen sobre los procesos cognitivos y su desarrollo temprano (Adolph & Avolio, 2000). Por ejemplo, Smith (2005) examinó la influencia de las actividades motoras en el reconocimiento de objetos, más específicamente en la categorización de formas. Los niños aprendieron nuevas asociaciones entre objetos en movimiento y sus formas correspondientes. Los resultados muestran que, más que la mera observación, operar sobre un objeto de modo activo altera las asociaciones infantiles de la acción con el objeto, evidenciando que la construcción de nuevas asociaciones mediante interacciones sensoriomotoras con objetos es crítica para la generación de conocimiento conceptual sobre ellos. Junto al reconocimiento de objetos, la evidencia de la investigación en niños pequeños y bebés sugiere que las nuevas asociaciones construidas a través de interacciones sensoriomotoras modulan otros procesos cognitivos tales como la toma de decisiones (Rivière & David, 2013), la creación de nuevas representaciones de orden superior (Boncoddò, Dixon & Kelley, 2010), conceptos científicos (Kontra et al., 2015) y representaciones lingüísticas (Toumpaniari et al., 2015). Además de la evidencia de los efectos cognitivos corpóreos impulsados por nuevas asociaciones durante la primera infancia, existen hallazgos sobre los efectos de la cognición corpórea impulsados por la reactivación de asociaciones previamente generadas. En este sentido, Frick & Möhring (2013) demostraron que el rendimiento en tareas de rotación mental estaba influido por experiencias motoras previas. En su estudio, se midieron los tiempos de observación de los niños en eventos de rotación (posibles e imposibles) y se relacionaron con su experiencia locomotora previa, incluida la experiencia de movimiento de rotación. Los resultados mostraron que los bebés de 10 meses de edad contemplaban más tiempo los eventos de rotación imposibles que los eventos de rotación posibles. Una interacción entre la rotación observada y la experiencia locomotora previa indicó una influencia basada en la experiencia sobre las habilidades de rotación mental.

En el procesamiento del lenguaje también existen datos que apoyan los efectos de la reactivación. En concreto, las áreas motoras del cerebro se activan cuando se escuchan verbos

relacionados con la acción y no con adjetivos no relacionados con la acción (James & Maouene, 2009). Asimismo, hay evidencia que los efectos de la reactivación están presentes en tareas visoespaciales y de vocabulario (Dellatolas et al., 2003), reconocimiento visual de letras (James, 2010) y procesamiento de números (Krinzinger et al., 2011) en niños.

En resumen, la primera infancia ha representado un contexto evolutivo importante y único para comprobar ciertos efectos que se pueden asociar al paradigma de la cognición corpórea, ya que los niños crecen rápidamente a través de varias etapas de desarrollo y llevan a cabo numerosos encuentros “puros” y novedosos con su entorno (Daum et al., 2009).

2.4.2 Efectos de la cognición corpórea en adultos mayores

Los cambios específicos que se producen en el envejecimiento también hacen de esta etapa del desarrollo un contexto propicio para aumentar nuestra comprensión de la cognición corpórea. Por un lado, las funciones cognitivas (a excepción de la inteligencia cristalizada y el caudal léxico) disminuyen en los ancianos y el sistema sensoriomotor no es tan flexible como en las personas jóvenes, lo que restringe las oportunidades para construir nuevas asociaciones (Calero & Navarro, 2007). Por otro lado, aunque las diferencias individuales en las experiencias sensoriomotoras deben tenerse en cuenta, a mayor edad, las oportunidades y probabilidades de participar en cualquier tipo de interacción con el medio ambiente aumentarían y, por consiguiente, la experiencia sensoriomotora también lo hará. Como consecuencia, el aumento de la edad conduce a una posibilidad enriquecida de acceder a experiencia sensoriomotora previamente acumulada. Por lo tanto, se tienen dos puntos de vista que conducen a hipótesis en direcciones distintas. Al respecto, un efecto de cognición corpórea, favorecido por nuevas asociaciones multimodales, fue encontrado por Erickson et al. (2011). Ellos examinaron el impacto del ejercicio aeróbico sobre las funciones de la memoria y las estructuras cerebrales subyacentes en participantes de edad avanzada. Los resultados revelaron que el entrenamiento aeróbico mejoró las funciones de memoria y aumentó el tamaño del hipocampo, lo que indica que las disminuciones relacionadas con la edad de las funciones cognitivas en los ancianos pueden incluso ser revertidas mediante la generación de nuevas experiencias sensoriomotoras. Estos hallazgos fueron replicados por un estudio con personas enfermas de Alzheimer (Bredesen, 2014). Cambios significativos en su estilo de vida que incluyeron actividades físicas novedosas y ejercicio

mejoraron sus funciones cognitivas. Un metanálisis de Scherder et al. (2014) confirmó que el caminar mejora la flexibilidad e inhibición en personas mayores sanas que diariamente no caminaban mucho antes del período de intervención.

Como los estudios informan un cambio en las funciones cognitivas de los mayores, debido a un cambio en las actividades sensoriomotoras, parecen verificar la existencia de efectos en la cognición corpórea generados por nuevas asociaciones. No obstante, es discutible la novedad de dichas experiencias sensoriomotoras, ya que equivaldría a decir que dichas actividades se estarían realizando por primera vez en la vida, aspecto que no parece haberse controlado en los estudios. Por tanto, existe la posibilidad de que estos efectos hayan sido impulsados por más experiencia en lugar de nueva experiencia. Debido a la falta de investigaciones sobre este particular, es prudente tener cuidado con las interpretaciones ulteriores. También es escasa la investigación sobre los efectos de la cognición corpórea en los ancianos, lo que refleja la influencia de las asociaciones multimodales, construidas previamente para luego reactivadas.

Una de las escasas investigaciones que ha indagado en el efecto de la cognición corpórea, asumiendo la forma de reactivaciones en ancianos sanos, ha sido el estudio de Conson et al (2014) sobre las transformaciones mentales de las imágenes de todo el cuerpo. Este estudio también parece confirmar efectos de cognición corpórea impulsados por asociaciones reactivadas. En dicha investigación se evaluó la transformación del propio cuerpo en pacientes con demencia tipo Parkinson (EP) con síntomas que afectaban más el lado izquierdo o derecho del cuerpo. Se requirió que los pacientes con EP realizaran juicios de izquierda-derecha en figuras humanas puestas de frente y de espaldas, y una tarea de rotación de letras. Los resultados demostraron que los pacientes con EP eran afectados selectivamente al juzgar el lado de las figuras humanas puestas de espaldas y que correspondían a su lado más afectado. No obstante, su desempeño fue equivalente a los sujetos sanos en la transformación mental de los cuerpos puestas de frente así como en la rotación de letras. Esto demuestra un deterioro paralelo en los mecanismos de simulación motora y mental en pacientes con EP, lo que evidencia la contribución específica de la cognición corpórea a la transformación mental de imágenes de todo el cuerpo.

En conclusión, sólo muy pocos estudios abordan explícitamente los efectos de la cognición corpórea en los ancianos. Parece que la escasa evidencia apoya la existencia de efectos cognitivos

corpóreos impulsados tanto por asociaciones nuevas como por lazos reactivados. Sin embargo, una conclusión decisiva sobre la especificidad de los efectos de la cognición corpórea en la vejez parece apresurada y sin fundamento sólido. Un enfoque actualmente más fructífero y prometedor es centrarse en la comparación de los efectos de la cognición corpórea a través de diferentes grupos de edad, incluidos los niños, adultos y ancianos, panorama que se presentará a continuación.

2.4.3 Efectos de la cognición corpórea en estudios evolutivos comparativos

En un estudio que examinó a los adultos más jóvenes y mayores, Dijkstra et al (2007) incluyeron tanto los efectos de la cognición corpórea, gatillados por asociaciones nuevas y reactivadas. Los participantes mantuvieron ciertas posturas corporales y su tarea consistió en activar recuerdos autobiográficos que fueran congruentes o incongruentes con dicha postura. Los resultados indicaron que las posturas corporales congruentes facilitaron la recuperación de recuerdos autobiográficos, pero este efecto fue independientemente de la edad de los participantes. Para examinar si las nuevas asociaciones construidas diferían entre los grupos etarios, 2 semanas después del experimento se les pidió a los participantes que recordaran las posturas que habían ejecutado durante la manipulación. Los resultados revelaron una diferencia dependiente de la edad; el rendimiento de la memoria en las nuevas asociaciones fue mejor en los jóvenes que en los adultos mayores, lo que sugiere que los efectos impulsados por las nuevas asociaciones pueden ser más fuertes en los jóvenes que en los adultos mayores. Efectos similares fueron reportados para el rendimiento en tareas con imágenes mentales. Frick et al (2009) pidieron a los participantes que inclinaran vasos vacíos, que estaban llenos de diferentes niveles de agua imaginaria, hasta que el agua quedara al borde del vaso. El movimiento de inclinación se realizó con o sin control motor activo. Los resultados mostraron que los participantes más jóvenes se beneficiaron más de la ejecución motora activa concurrente que los participantes mayores, lo que sugiere que los participantes más jóvenes se basaron en la *nueva asociación* sensorimotora, mientras que los participantes mayores dependían más del *conocimiento reactivado* para resolver la tarea.

Otro indicador usado para examinar si los efectos de la cognición corpórea son guiados por la reactivación de asociaciones es probar la capacidad de interpretar inmediatamente los significados de las palabras durante la lectura y activar la experiencia sensorimotora almacenada, asociada con dicha

representación. Madden & Dijkstra (2010) examinaron cómo esta activación automática de las representaciones se desarrolla con el aumento de la edad. Primero presentaron a los participantes oraciones y después mostraron una imagen del objeto que fue nombrado en la oración correspondiente. La forma del objeto coincidía o no con la situación descrita en la oración. Los resultados mostraron un efecto de edad en la forma en que el efecto de desajuste fue menor en los jóvenes que en los adultos mayores. Curiosamente, este efecto ha demostrado ser aún menor en los niños (Engelen et al., 2011), proporcionando así más pruebas de que el aumento de los efectos de la cognición corpórea basada en la experiencia está asociada con la edad. Una última pieza de evidencia que apunta en una dirección similar proviene de la investigación en lateralidad. Casasanto & Henetz (2012) examinaron si el fácil acceso a los objetos que se encuentran en el lado derecho (en participantes diestros) conduce o no a una asignación de valencia emocional-espacial específica en niños, donde la derecha está asociada positivamente y la izquierda asociada negativamente. Los resultados mostraron que la mano derecha era un predictor válido para las asociaciones previamente generadas entre la valencia y el espacio, destacando que los niños construyen conceptos abstractos en función de su preferencia manual e incluyendo aspectos emocionales. En lo particular, este efecto ya había demostrado ser aún más fuerte en los adultos (Casasanto, 2011). En un estudio similar, se demostró que los efectos de la cognición corpórea en la experiencia de las interacciones cuerpo-objeto también aumentan con la edad (Wellsby & Pexman, 2014).

En síntesis, la comparación entre diferentes grupos de edad revela que la edad tiene un impacto significativo sobre los efectos de la cognición corpórea y sus procesos subyacentes (p.e Dijkstra et al., 2007; Frick et al, 2009). Mientras que los efectos corpóreos impulsados por nuevas asociaciones sensoriomotoras parecen ser más fuertes en las personas jóvenes que en las mayores (Dijkstra et al., 2007, Frick et al., 2009), los efectos de cognición corpórea gatillados por la reactivación de asociaciones sensoriomotoras previamente construidas tienden a ser más fuertes a mayor edad (p.e Dekker et al., 2014; Engelen et al., 2011).

Capítulo 3. Corporeidad y lenguaje

3.1 Teorías e hipótesis corpóreas aplicadas al lenguaje

En las últimas décadas ha aumentado considerablemente el volumen de investigación que explora hasta qué punto la información sensorial y motora es una pieza relevante para el lenguaje (Meteyard, Rodríguez-Cuadrado, Bahrami & Vigliocco, 2012). La acumulación de evidencia psicolingüística y proveniente de las neurociencias ha creado condiciones favorables para la validación de alternativas teóricas a las tradicionales perspectivas simbólicas en el lenguaje. En este marco conceptual, se han desarrollado las teorías de la corporeidad del lenguaje, que permiten incorporar la experiencia sensorial, motora e inclusive emocional dentro de los procesos lingüísticos (Urrutia & De Vega, 2012b).

El marco teórico imperante en psicolingüística es la perspectiva simbólica, cuyos fundamentos básicos plantean que el procesamiento de información lingüística se da a través de la relación entre percepción, cognición y la acción, siendo la cognición la instancia central y el resto, sistemas esclavos, separados entre sí, que contribuyen de manera periférica a la cognición. Por otro lado, las perspectivas corpóreas plantean que la percepción, la acción y la emoción, son cruciales para completar el significado lingüístico. Las teorías simbólicas asumen una postura respecto de la cognición humana que da más énfasis a los procesos cognitivos, concibiendo la mente como un computador que procesa la información en términos de reglas y símbolos abstractos. En el paradigma corpóreo, en cambio, se da más énfasis a la experiencia humana y cómo ella afecta los procesos cognitivos. En las teorías simbólicas, el modelo mental se construye mediante un proceso de transducción desde el mundo externo, es decir, la experiencia se transforma en símbolos y la experiencia deja de influir en el procesamiento de símbolos ya codificados. En cambio, las hipótesis corpóreas plantean que las representaciones son más bien simulaciones sensoriomotoras (Barsalou, 1999) que recogen información sensorial, motora y emocional de las experiencias de manera constante (Urrutia & De Vega, 2012b).

Ahora bien, más allá de esta breve caracterización, las teorías de la corporeidad en el lenguaje forman un conjunto de planteamientos que asignan distintos niveles de valor explicativo a las variables o nociones derivadas de la experiencia sensorial, motora y emocional humana, de acuerdo a la

evidencia neurocientífica y conductual disponible, y de acuerdo al modelo teórico que configura cada autor o grupo de investigación en particular. De este modo, se han establecido diferentes tendencias dentro de la corporeidad (Meteyard et al., 2012) que, dependiendo de la relación entre el sistema sensoriomotor y la semántica del lenguaje, van desde una visión de lenguaje fuertemente corporizado (“simulación total”) hasta una donde la dimensión corporal es innecesaria para lograr una explicación satisfactoria del fenómeno lingüístico (perspectiva descorporeizada o de “simbolismo total”). A continuación, se mencionarán algunas de las propuestas corpóreas en función de su grado de compromiso corpóreo.

3.1.1 Hipótesis de corporeidad fuerte o de primer grado

Establece que el contenido semántico está fuertemente influido por los parámetros corpóreos, existiendo un solapamiento completo entre lenguaje y acción. Dicho solapamiento se localiza neuralmente en las cortezas motora y sensorial primaria. Todas las modalidades influyen de modo directo e intenso en la representación mental del significado. En cuanto a la relación con el sistema sensoriomotor, la hipótesis de corporeidad de primer grado establece una relación de dependencia completa con el sistema sensoriomotor. La información semántica influye tempranamente en el procesamiento sensoriomotor, por lo que los sistemas sensoriales y motores son directamente modulados por el procesamiento semántico, ya que son utilizados para representar el lenguaje durante la “simulación”. Esto conlleva que, para comprender el lenguaje, la activación sensorio-motora es necesaria y obligatoria. Desde esta perspectiva, el lenguaje es equiparable a la acción. Sin pretender exhaustividad, es posible mencionar a varios autores que podrían considerarse dentro de esta línea como: Arthur Glenberg y Michael Kaschak, con su trabajo en la Hipótesis Indexical, las affordances (retomando la noción de *affordance* de Gibson, 1979) y el paradigma ACE o efecto de compatibilidad acción-oración (Glenberg & Kaschak, 2002; Kaschak & Glenberg, 2000). También se pueden citar Vittorio Gallese y George Lakoff, quienes plantean que las construcciones gramaticales constituyen conceptos abstractos, los que se localizan en la zona sensoriomotora. Para formalizar su hipótesis, dichos autores recurren a nociones de estructura informativa, clusters funcionales y parámetros neurales, entre otros (Gallese & Lakoff, 2005).

3.1.2 Corporeidad débil

La “debilidad” enunciada tiene que ver con que las propuestas agrupadas bajo este rótulo plantean un nivel menor de participación o un modo distinto de relación entre significado y estructuras cerebrales. Aquí, el contenido semántico es construido a partir de más de una modalidad (no necesariamente todas), la arquitectura neural involucrada en la comprensión del lenguaje está en áreas cercanas (no necesariamente las cortezas sensoriomotoras en sí mismas) a la corteza motora y sensorial primaria (Meteyard et al., 2012). La relación con el sistema sensoriomotor es de dependencia parcial, puesto que estas estructuras cerebrales median, es decir, a partir de ellas se puede llegar a la comprensión del lenguaje (pudiendo existir otras vías). Las activaciones sensorio-motoras que se producen en el proceso de comprensión contribuyen a enriquecer las representaciones (Meteyard et al., 2012). Entre los investigadores que pueden ser ubicados en este nivel de “corporeización” del lenguaje encontramos a Lawrence Barsalou con su propuesta de Sistemas de Símbolos Perceptivos (Barsalou, 1999). Dichos sistemas son estados sensoriomotores que sirven como unidades, abiertas y flexibles, al servicio de la simulación y en relación a contextos específicos con capacidad de evolucionar y enriquecerse. Un segundo autor es Friedemann Pulvermüller, quien plantea que diversas áreas corticales participan del significado de las palabras, de modo que covarían y se asocian las que tienen que ver con la forma de la palabra con aquellas que se vinculan a la forma de los referentes (Pulvermüller, 1999).

3.1.3 Corporeidad secundaria

En esta línea, el formato de las representaciones es más bien amodal, pero no establece un límite rígido entre procesamiento simbólico e información sensoriomotora (Meteyard et al., 2012). Así, aunque el contenido es amodal, la arquitectura neural incluye zonas que logran codificar atributos de la experiencia humana y establece relaciones de independencia asociativa entre el significado del lenguaje y las áreas sensorio-motoras. De esta manera, las interacciones entre experiencia real y lenguaje son más bien secundarias, dado que el contenido del lenguaje sigue siendo amodal y con una relativa impermeabilidad a la experiencia. No obstante y como se mencionó antes, existen relaciones asociativas entre lenguaje y acción, por tanto, se codificarán algunos atributos experienciales del lenguaje cuando sean necesarios. Es posible localizar en esta tendencia el trabajo de Mahon &

Caramazza (2008), quienes plantean que la corteza motora no juega un rol causal en la comprensión del lenguaje, sino más bien una especie de cascada de activación en la que la simulación del sistema motor provoca un efecto de rebote en los conceptos abstractos (Mahon & Caramazza, 2008). Para ellos, las representaciones amodales son realizadas en conjunto con la información sensorio motora. Una respuesta similar ofrecen tanto Patterson, Nestor & Rogers (2007) como Rogers et al., (2004), quienes afirman que la relación no – arbitraria entre comprensión del lenguaje y contenidos sensorio motores se fundamenta en que las representaciones semánticas amodales son derivadas del mapeo o asignación transversal de entradas sensorio motoras, es decir, existe una deducción de significados a partir de las regularidades perceptuales y motoras descritas por las etiquetas verbales.

3.1.4 Teorías descorporeizadas

Correspondería a las perspectivas cognitivas tradicionales, donde la modalidad no tendría impacto en los símbolos, los que son impermeables a la influencia de la experiencia y estáticos por definición. La arquitectura neural que da soporte a la comprensión del lenguaje está compuesta de las zonas donde ocurren los procesos cognitivos, con independencia del procesamiento de información sensoriomotora. Las interacciones entre áreas sensoriomotoras y comprensión del lenguaje se darán por una vía de activación indirecta, por ejemplo, a través de la memoria de trabajo. Algunos de los autores que pueden ser considerados simbolistas son Levelt (1989), quien entiende que el lenguaje debe ser siempre proposicional (simbólico); Landauer & Dumais (1997) con su teoría del Análisis Semántico Latente, que deriva los significados de una palabra, a partir de otras presentes en el texto; Ericsson & Kintsch (1995), que incorporan los constructos de memoria de trabajo a corto y largo plazo y el proceso de integración durante la comprensión (Kintsch, 1988) y Zwaan & Radvansky (1998) con su modelo de comprensión simbólico-conexionista.

Luego de haber descrito las categorías con las perspectivas corpóreas y simbólicas, se profundizará en algunas hipótesis que contribuirán a enmarcar el problema de la presente investigación desde posturas propiamente corpóreas.

3.1.5 Hipótesis indexical

La hipótesis indexical (Glenberg & Kaschak, 2002; Glenberg & Robertson, 2000) es un intento de vincular la semántica del lenguaje con la disposición o preparación de acciones en el medio ambiente (Meteyard et al., 2012). Es una teoría que vincula los aspectos corporales y experienciales con el lenguaje, de allí su relevancia para la presente investigación. Los autores proponen que el significado que una situación dada tiene para un individuo está relacionada con el conjunto de acciones potenciales que ese individuo puede realizar en dicha situación (Glenberg & Kaschak, 2002). Ese conjunto de acciones eventualmente disponibles se denomina *affordance*, término acuñado por James Gibson (1979). Las palabras son indexadas (mapeadas) a los referentes presentes en el entorno o al sistema de símbolos perceptuales (Barsalou, 1999) que se ha generado y mantenido para aquellos objetos en el mundo real. Por su parte, los símbolos perceptuales constituyen una alternativa explicativa a las representaciones abstractas y amodales. Barsalou (1999) propone que el referente u objeto experimentado es organizado en la mente en torno a símbolos que conservan y retienen atributos (formatos de la codificación neuronal derivados de la interacción) del objeto real que ha sido percibido y/o con el que se ha interactuado. Existirían entonces, símbolos perceptuales táctiles, visuales, auditivos, etc. almacenados en la memoria a largo plazo. Cada uno de estos símbolos activará el atributo o la modalidad específica cuando el referente participe de algún proceso cognitivo. Por ejemplo, un símbolo perceptual para la forma de un referente mantendrá y eventualmente activará el registro visual de este. La experiencia consciente permite generar estos símbolos que, al mismo tiempo que guardan relación con los referentes originales, participan de procesos como la memoria, el pensamiento y el lenguaje a través de re combinaciones que permiten construir “simulaciones”. La organización interna de estos símbolos es modal y están analógicamente relacionados con los objetos, referentes, estados o situaciones que permitieron su generación (Barsalou, 1999).

Desde un punto de vista esquemático, comprender oraciones implica, por un lado, indexar las palabras con sus referentes mediante los símbolos perceptuales. La indización de estos símbolos es un proceso dinámico que interactúa con otros elementos como las experiencias individuales del comprendedor, las metas que este tenga y el nivel de *affordance* de los objetos a ser comprendidos. Las restricciones gramaticales también juegan un papel importante en el proceso de comprender el lenguaje desde esta hipótesis, ya que permiten establecer coherencia entre los *affordances* activados y las metas que se asignan a los objetos en el proceso de comprensión de los mismos (Glenberg &

Kaschak, 2002; Kaschak & Glenberg, 2000), en un mecanismo combinatorio de estas disponibilidades perceptivas y motrices de eventos y objetos denominado amalgama (*meshing*).

Los aspectos temporales de los acontecimientos han sido explorados en el marco de esta hipótesis (De Vega et al., 2004). En dos experimentos, los autores investigaron cómo la comprensión de textos se vio influida por la interacción entre las propiedades de las acciones y las relaciones temporales especificadas por adverbios. Los participantes debían leer oraciones cortas que describían a un protagonista que llevó a cabo dos acciones que involucraban un sistema sensoriomotor (por ejemplo, cortar leña y pintar un cerco) y otras que involucraban sistemas sensoriomotores distintos (por ejemplo, silbar una melodía y pintar un cerco). Las acciones fueron descritas de forma tanto simultánea como sucesiva por medio de los adverbios temporales “mientras” y “después”, respectivamente. La comprensión, tanto en español como en inglés, se vio notablemente afectada (tiempos de lectura más largos y menor precisión en juicios de coherencia subjetiva) para frases que incluían el adverbio “mientras” en oraciones que reflejaban actividades que compartían el mismo sistema sensoriomotor. Sin embargo, cuando una de las mismas acciones del sistema sensoriomotor fue descrita como un plan mental (por ejemplo, cortar leña y pensar en pintar una valla), la comprensión fue equivalente con los adverbios “mientras” y “después”. Los resultados muestran que se produce una integración entre la información sintáctica y la información corporeizada al momento de comprender textos, en este caso el aspecto es el tiempo. Algunos de los elementos contenidos en la oración, como nombres o verbos, incorporan determinados affordances que permiten o restringen ciertas interacciones; ofrecen una determinada estructura de oportunidades pero, al mismo tiempo, la gramática de la oración guiaría una simulación mental y combinará los affordances disponibles en ese momento. La comprensión se afectará si los affordances no encajan en una simulación mental factible, a pesar de que sea apropiada desde el punto de vista sintáctico (Kaschak & Glenberg, 2000), demostrando así que la amalgama entre la experiencia real del mundo y los conocimientos del comprendedor son claves y trascienden las reglas sintácticas en el plano del significado.

3.1.6 Hipótesis de la resonancia motora

Urrutia & De Vega (2012b) plantean que se puede atribuir a William James, uno de los padres de la psicología, el haber generado las primeras ideas que conectan las ideas con la sensación y la motricidad en función de un patrón asociativo. Estas ideas resurgen con Gallese et al (1996) en el contexto del descubrimiento de las neuronas espejo y configuran la llamada hipótesis de resonancia motora. También la teoría neo-hebbiana de Pulvermüller (1999; 2008) puede ser considerada como una hipótesis de resonancia motora.

Esta hipótesis postula que las palabras que describan acciones, activarán las mismas zonas cerebrales asociadas a los patrones sensorio-motores de esas acciones. Así, la palabra “clavar” o la palabra “martillo” probablemente activen representaciones visuales, relacionadas con la corteza occipital y representaciones, premotoras, asociadas a la actividad motora del brazo y la mano (Urrutia & De Vega, 2012b). El que exista un sistema neural compartido entre acción y lenguaje implicaría que, en ocasiones, lenguaje y acción interactuarán de modo facilitatorio y, en otras, se espera la existencia de interferencia entre uno y otro proceso, donde la evidencia serán índices de precisión y tiempos de respuesta, por ejemplo, en la lectura de frases relacionados con lenguaje de acción (Urrutia & De Vega, 2012b).

Esta interacción se haría posible, a nivel neuronal, a través de la relación funcional entre neuronas espejo presentes en las cortezas sensoriomotoras y la comprensión del lenguaje, en términos de que estas cortezas se activan durante una variedad de tareas de comprensión del lenguaje, especialmente cuando se denotan acciones concretas. Sin embargo, esta actividad depende del contexto en el que se encuentran la percepción y la acción de dichas palabras. Las regiones sensoriomotoras del cerebro parecen contribuir funcionalmente a la construcción del significado, por lo que se las puede considerar dentro de la arquitectura neurocognitiva del lenguaje (Willems & Casasanto, 2011). Al mismo tiempo, se ha demostrado que no es necesario marcar léxicamente o hacer referencias explícitas a la acción en el lenguaje, ya que las zonas motoras se activarían inclusive en presencia de actos de habla como los pedidos indirectos, en un contexto que permita interpretar el acto de habla como la solicitud de una acción (Van Ackeren et al., 2012). Lo anterior implica que existe cierta flexibilidad o vías alternativas en la manera en que las zonas sensorio - motoras pueden llegar

a activarse. Lo relevante es que la comprensión del lenguaje sea interpretado oportunamente como una acción, por lo que las claves contextuales serán muy relevantes.

Para que ocurra el efecto atribuible a las neuronas espejo debe existir una meta, que vendrá especificada por el actor o el observador de dicha acción. Esta meta ejerce una influencia jerárquica en todas las acciones realizadas u observadas. En el nivel superior de la jerarquía, anterior a la corteza pre-motora, se encuentran las intenciones de acción. En el nivel inferior, las acciones se organizan en torno a una secuencia de actos motores, los que apuntan de manera funcional a conseguir la meta implícita en las intenciones de acción. Las neuronas espejo se activarán en la medida que se simulen actos que se vinculen con las metas percibidas. En cuanto a su localización, inicialmente se descubrieron en una zona que se extiende sobre el lóbulo frontal inferior, el parietal inferior y áreas temporales superiores (Grafton et al., 1996). También se encuentran involucrados en este sistema la parte caudal de la circunvolución frontal inferior (pars opercularis) con la corteza premotora adyacente y la corteza parietal inferior, lo que se denomina sistema espejo parietofrontal (Palau-Baduell, Valls-Santasusana & Salvadó-Salvadó, 2011). No obstante, algunos estudios han encontrado neuronas espejo en otras zonas como el cerebelo, el que probablemente reúna e integre información temporal de las acciones representadas. También se ha encontrado activación de neuronas espejo en los ganglios basales para la predicción de acciones (zona que se afecta en la enfermedad de Parkinson). Para la predicción de acciones más complejas, se activan las zonas prefrontal medial, parietal medial y estructuras del lóbulo temporal medio. En todo caso, es posible que existan neuronas espejo en otras zonas cerebrales. Es más, otras zonas (no necesariamente compuestas por neuronas espejo) también pueden desempeñar una función corpórea en la comprensión del lenguaje, por lo que las neuronas espejo deben tomarse como una referencia importante, pero no absoluta en términos de indicadores de la corporeidad al momento de las simulaciones sensoriomotoras.

Por su parte, las simulaciones hacen uso de parámetros corpóreos o neuronales. Por ejemplo, la acción de alcanzar un objeto hace uso del parámetro de la dirección; la acción de agarrar un objeto del parámetro de la fuerza o esfuerzo físico. Esta “parametrización” es dominante e impone una estructura jerárquica en el cerebro (Gallese & Lakoff, 2005), de tal manera que la configuración de parámetros de diversa índole, presentes en las acciones reales, se trasladará a la estructura interna de la simulación que se realice.

Hay zonas cerebrales que se especializan en determinados parámetros corpóreos, siempre en relación a las tareas experimentales y el contexto donde se den estas tareas. En relación a la fuerza o el nivel de esfuerzo, parámetro de interés en esta tesis, para representarse imágenes que impliquen mayor esfuerzo, se requiere la participación de las áreas del lóbulo parietal, específicamente el surco intraparietal, y el área prefrontal. Just et al. (2004) encontraron que para imaginación de bajo esfuerzo se activan el córtex temporal izquierdo y el córtex visual primario, lo que significa que para una representación con bajo esfuerzo bastan zonas asociadas a la representación léxico-semántica, mientras que para las de alto esfuerzo se requiere generar una estructura interna del evento con características multidimensionales, cuestión que está en sintonía con lo planteado anteriormente por Gallese & Lakoff (2005) en el sentido de que los parámetros de la realidad se trasladan a los parámetros de las simulaciones de eventos reales.

Urrutia, Gennari & De Vega (2012) encontraron evidencias de que algunas zonas del cerebro, sensibles al esfuerzo implícito en oraciones de acción, se solapaban con las regiones cerebrales activadas cuando las mismas personas ejecutan una tarea de esfuerzo físico. Estas zonas son el lóbulo parietal inferior izquierdo, el supramarginal y las áreas postcentrales, que están relacionados con los procesos de planificación de acción. Además, los autores observaron esta sensibilidad a la manipulación del esfuerzo tanto para las oraciones reales, factuales, como irreales, en oraciones contrafactuales. También observaron activación en áreas prefrontales (cingulado anterior derecho, el giro frontal medio izquierdo y el giro frontal superior derecho) exclusivamente para contrafactuales, dado que este tipo de estructuras requieren una inhibición del significado irreal a favor del real. La activación de zonas parietales y supramarginales en factuales y contrafactuales se relaciona directamente con el parámetro de esfuerzo, pero, más todavía, las oraciones que describen alto esfuerzo activan mayormente estas zonas que las oraciones que describen bajo esfuerzo.

3.1.7 Teoría del lenguaje basado en acción

Glenberg & Gallese (2012) han propuesto una teoría del lenguaje basada en la acción (de aquí en adelante LBA) que intenta explicar la adquisición, comprensión y producción del lenguaje (principalmente gestos), adaptando las teorías del control motor MOSAIC (selección modular e identificación para el control) y HMOSAIC (selección modular jerárquica e identificación para el control) propuestas por Wolpert, Doya & Kawato (2003).

La propuesta tiene que ver con relacionar algunas de las operaciones motoras con las neuronas espejo y canónicas⁷, para luego aplicar estas operaciones al procesamiento del lenguaje. Las especulaciones y datos demostrarían que incluso las reglas de la sintaxis no son abstractas en el sentido de divorciarse de los sistemas neuronales de percepción, acción y emoción. En cambio, Glenberg & Gallese (2011) plantean que la sintaxis y el significado emergen del control de la acción. El modelo plantea la existencia de controladores, predictores, procesos comparadores y de retroalimentación sensorial. Los controladores comandan los efectores (incluyendo los del habla) en un entorno físico y social (buscando responder a las demandas con ajuste pragmático). Una copia de los comandos usados, en términos de configuraciones, es enviada directamente a los predictores, quienes cumplen la función de anticipar tanto los movimientos de los otros como de la propia persona, proveyendo un modelo de lo esperado que permite solventar la demora de la retroalimentación sensorial. Las señales del controlador y la retroalimentación sensorial son ponderadas por un comparador cuya función es enviar señales de ajuste/error que permitan mantener/modificar la acción en curso (vía controladores). Las simulaciones están guiadas por los modelos de acción internos articulados por los predictores, basados a su vez en el sistema motor, sensorial y emocional (Glenberg & Gallese, 2012). En esta teoría, la predicción basada en la simulación motora y anclada en la experiencia individual tiene un peso importante en la comprensión del lenguaje.

⁷ Las neuronas canónicas se descargan durante la ejecución de acciones y en respuesta a la presentación de objetos tridimensionales. Por su parte, las neuronas espejo se descargan tanto cuando se actúa (al igual que las canónicas) como cuando se observa a otra persona actuar en relación a un objeto (Grèzes et al., 2003; Rajmohan & Mohandas, 2007; Yorio, 2010).

3.2 Características del lenguaje de acción y mental

A continuación, se brindará una caracterización de lo que se entiende por “lenguaje de acción” y “lenguaje mental”, así como sus connotaciones relacionadas con el nivel concreto y abstracto, implicadas en cada una de estos lenguajes, debido a la relevancia que tiene para la presente indagación. Se partirá por la clasificación de los verbos.

Es posible clasificar los significados léxicos de los verbos de acuerdo a: a) las características concretas que muestran las acciones expresadas por ellos y b) el valor comunicativo en la expresión de opiniones sobre otras situaciones. La primera característica se centra en la diferencia entre acciones y estados, mientras la segunda realza el significado del verbo de una oración principal con respecto a la situación expresada en una cláusula subordinada nominal (King & Suñer, 1999). Nos centraremos en la primera de las clasificaciones por ser la más atinente para nuestra exploración. Diremos entonces que, en nuestra lengua, todas las situaciones posibles se dividen en dos grandes clases: acciones y estados. Una acción es una situación en que por lo menos un participante actúa de forma dinámica. En un estado, aunque haya participantes, su papel no es dinámico. Por ejemplo, el verbo “saltar” expresa una acción, porque por lo menos un participante está obligado a actuar. Pero el verbo “gustar” expresa un estado, una relación no activa entre personas o entidades. En virtud de lo anterior, es posible realizar la siguiente clasificación para el análisis de oraciones (King & Suñer, 1999).

a) Verbos de acción física: Expresan una acción dinámica que requiere un esfuerzo físico, como saltar, cocinar, robar, nadar, salir y andar, entre otros.

b) Verbos de existencia y de estado físico: El sujeto del verbo se encuentra en un determinado estado o condición como en los verbos de existencia (haber y existir) que expresan permanencia (permanecer, quedar, continuar) y otros estados físicos (estar, vivir, residir).

c) Verbos mentales: Expresan un estado o proceso mental (también llamado cognitivo) como en: reflexionar, meditar, estudiar, planear, querer, reconocer, preferir, recordar, olvidar, presentir.

d) Verbos de percepción: Se refieren al proceso de captación de estímulos sensoriales por parte de los diferentes sentidos del cuerpo humano: ver, oír, sentir, oler, palpar, mirar, escuchar, percibir.

Por tanto, son las cualidades de los verbos implicados en la predicación las que permiten hacer la clasificación entre verbos mentales, relacionados con los estados y acciones mentales; los verbos de acción física que expresan acciones motoras, por lo tanto observables públicamente, y aquellos verbos sensorio-perceptuales o perceptuales, que aluden a la experiencia de captar las propiedades sensibles del entorno y el medio interno. Esta es una clasificación muy general de todas las posibilidades de clasificar los verbos y el lenguaje, pero permite entender ciertas diferencias ontogenéticas y de procesamiento. Dado que, para conseguir los objetivos de esta investigación, se utilizarán verbos de acción y mental, a continuación se revisarán en mayor detalle sus características, así como la evidencia empírica relacionada con las teorías corpóreas.

3.2.1 Lenguaje mental

Una de las tareas del desarrollo lingüístico y cognitivo temprano es que los niños pequeños se expongan y comprendan los estados mentales de las personas que les rodean a fin de interactuar y coordinarse con ellos con fines adaptativos. Lograr entender los estados internos e intencionales de los demás es un logro importante conocido contemporáneamente como “teoría de mente”. Para lograr dicha habilidad, los infantes son estimulados para entender de modo oral y, posteriormente, escrito los denominados “verbos mentales” relacionados con acciones que se llevan a cabo de modo privado, recurriendo a procesos mentales. Ejemplos de estos verbos son: recordar, imaginar, pensar, sentir, creer, engañar, disimular, presumir, etc. Algunas de estas acciones son muy complejas, así que se les enseña poco a poco a diferenciar, por ejemplo, entre los verbos “hablar” y “pensar”. Las investigaciones muestran que el uso de los verbos mentales en niños de 2 a 6 años está inicialmente al servicio de funciones conversacionales, tales como modular aserciones, clarificar o dirigir las interacciones. Solo posteriormente este tipo de verbos se pone al servicio de la comprensión de los estados mentales en términos de hacer referencia a los conocimientos, pensamientos o recuerdos del hablante, el oyente o una tercera persona que puede estar presente o no en la situación comunicativa. Los primeros intentos de lograr referir a los estados mentales del entorno social inician cerca de los 42 meses de vida del niño/a (Shatz, Wellman & Silber, 1983).

En el contexto de las teorías corpóreas del lenguaje, no solo los verbos mentales, sino las expresiones mentales completas han representado un desafío al momento de ser explicadas mediante conceptos sensoriomotores y emocionales, dado que las expresiones mentales se pueden vincular directamente con la dimensión abstracta del pensamiento humano, que permite extraer rasgos y propiedades de los eventos, entidades y situaciones del mundo material con la finalidad de elaborar ideas. Los conceptos abstractos (“libertad”) difieren de los concretos (“gato”), ya que no tienen un referente delimitado, identificable y claramente perceptible. La forma en que se representan los conceptos abstractos se ha convertido recientemente en un tema de debate, debido a que la mayoría de las pruebas a favor del enfoque corpóreo se han recopilado usando conceptos concretos. Dada la relevancia de los conceptos abstractos para la cognición de orden superior, se ha sostenido que ser capaz de explicar cómo se los representa es un desafío crucial que toda teoría de la cognición debiese abordar. En una sección posterior se detallará una revisión que pretende dar cuenta del estado del arte en la explicación corpórea de los conceptos abstractos.

3.2.2 Lenguaje de acción

Por lenguaje de acción se entienden los discursos que transmiten/constituyen eventos desarrollados en forma de actividades que son llevadas a cabo por seres vivos animados y que implican costos o esfuerzos a nivel físico. El dinamismo que conlleva este tipo de lenguaje, expresado por la relación entre el verbo y el complemento directo, se mueve en el plano concreto, por lo que sus referentes son objetos tangibles, situaciones sensibles o estados corporales, que podrían ser observados objetivamente (p.e. filmándolos) con relativa facilidad. Ahora bien, la acción en particular podría ser llevada a cabo gracias a la participación de un efector (extremidades que realizan los movimientos) o a la combinación de varios tipos de efectores. Igualmente, la acción o secuencia de acciones podría ser llevada a cabo por todo el cuerpo (Trevisan et al., 2017). La investigación en psicolingüística y neurociencia cognitiva ha usado, en mayor proporción, frases con un contenido físico que implica el uso de las manos y brazos (p.e. Moody & Gennari, 2010). No obstante, se encuentran algunos estudios que han analizado frases de acción física que implican movimientos de la boca como en la frase “Estoy comiendo una manzana” (Tettamanti et al., 2006); de piernas como en “Estoy pateando la pelota” (Tettamanti et al., 2006), a nivel narrativo, oracional y léxico (De Vega, Urrutia & Rizzo, 2007; Glenberg, 2007; Pulvermüller et al., 2005).

3.3 El problema de la abstracción

La crítica más importante a las teorías corpóreas se relaciona con las palabras y las expresiones abstractas (Urrutia & De Vega, 2012b). Por ejemplo, ¿De qué hablamos cuando hablamos de “cariño” o “relatividad”? Hay muchas razones por las que esta pregunta es difícil de responder. Una razón importante es que las palabras “cariño” o “relatividad”, tienen relación con conceptos que se refieren a “sentimientos” o “teoría”, respectivamente, que no pueden ser cubiertos por referentes concretos fácilmente identificables. Por otro lado, los conceptos concretos como “mesa” y “gato”, tienen referentes bastante precisos, delimitados e identificables que se pueden percibir con nuestros sentidos; podemos, por ejemplo, ver y mover una mesa, y podemos ver y acariciar a un gato o escucharlo maullar. Por el contrario, conceptos abstractos como “fantasía”, “libertad” y “algoritmo” carecen de referentes acotados y claramente perceptibles, más allá de que puedan evocar situaciones, escenas, introspección y experiencias emocionales. Esto hace que sea más difícil entender de lo que estamos comunicando cuando hablamos de amor, fantasía, libertad y justicia, que cuando hablamos de perros, mesas y gatos. Además, los conceptos abstractos están más distanciados de la experiencia sensorial que los concretos: por ejemplo, un modelo basado en cinco características relacionadas con la experiencia sensoriomotora (sonido, color, movimiento visual, forma y manipulación) fue capaz de predecir con éxito patrones cerebrales de conceptos concretos, pero no de los abstractos (Fernandino et al., 2015).

Con todo, las palabras concretas y abstractas no representan, necesariamente, categorías discretas y dicotómicas. Esto, ya que todos los conceptos dependen en un grado alto del contexto y van variando con él. Sin embargo, los conceptos abstractos son menos estables a lo largo del tiempo y están más determinados por las experiencias de vida, las situaciones y la cultura en comparación con los conceptos concretos (Barsalou, 1987). La mayoría de los conceptos concretos, además, pueden inscribirse en cuatro grandes categorías: objetos naturales, artefactos, entidades vivientes y no vivas, a diferencia de los conceptos abstractos que aparecen en una gran variedad de clasificaciones, dominios y contextos, como sugieren las diferencias entre los conceptos de “número”, “opinión” y “filosofía”.

La forma en que se representan los conceptos abstractos ha sido discutida en la literatura por más de 30 años. Hoy en día se está convirtiendo en un tema de intenso debate, debido a la emergencia

de los enfoques corpóreos y situados de la cognición humana. De hecho, en los últimos 10 a 15 años, los investigadores han recopilado una cantidad considerable de evidencia en apoyo del enfoque corpóreo y, a pesar que ha sido recientemente rebatido (Goldinger et al., 2016; Mahon, 2015, y Barsalou, 2016, para una defensa), muchos estudios han demostrado que los conceptos concretos (p.e. “botella”, “gato”) sí activan propiedades perceptuales, motoras y emocionales. No obstante, es mucho más difícil ofrecer demostraciones convincentes de que conceptos abstractos como “libertad” y “justicia” están corporeizados, ya que no tienen un referente claramente identificable. Muchos defensores de las teorías corpóreas han reconocido esta dificultad, la que ha llevado, a otros, a sugerir que los puntos de vista corpóreos no pueden explicar la formación, uso y representación de los conceptos abstractos (Dove, 2009).

La Tabla 1 resume las perspectivas corpóreas más relevantes de los últimos años en el afán de explicar la corporeización de los conceptos, palabras y frases abstractas. Los enfoques más prometedores parecen ser de carácter híbrido y aquellos que rescatan la operatoria de los enfoques distribucionales (conexionistas).



Tabla 1. *Principales teorías de los conceptos abstractos*

Teorías	Diferencia entre conceptos abstractos y concretos	Nivel de corporeidad	Representación múltiple	Rol de la adquisición	Clase de evidencia
Teoría motora	No: Abstractos = Concretos	Fuerte	No: Sensoriomotor	No especificado	Conductual (efecto ACE ⁸ , efecto aproximación-evitación)
Enfoque introspectivo y situacional	Si: Conceptos abstractos activan más aspectos sociales de las situaciones y propiedades introspectivas	Débil	No especificado	No especificado	Conductual (generación de características)
Respuesta de la corporeidad afectiva (RCA)	Si: Conceptos abstractos activan más emociones	Débil	Si: Emocional y sensoriomotor; también lingüístico (pero no totalmente discutido)	Emociones como mecanismo de arranque	Conductual (decisión léxica), fMRI, ERP's, pacientes

⁸ El Efecto ACE es la denominación dada por Glenberg & Kaschak (2002) a un interacción de interferencia o de facilitación que se da entre el lenguaje y los movimientos corporales, en función de que comprender el lenguaje consiste en una simulación que requiere los mismos sistemas neuronales que la planificación y la guía de una acción real. Por tanto, entender una oración de acción debería interferir con hacer un movimiento incongruente con dicha acción así como facilitar movimientos similares (y viceversa).

Enfoque de las metáforas conceptuales (TMC)	Si	Fuerte	No: Sensoriomotor	Trayectoria evolutiva no plausible	Principalmente conductual, lingüística, y psicológica
Lenguaje y simulación situada (LSS)	Si	Débil	Si: Sensoriomotor y lingüístico (lenguaje como atajo de acceso al significado)	No especificado	Conductual (generación de características), fMRI
Pluralismo representacional: Dove	Si: Conceptos abstractos activan más información lingüística	Híbrido	Si: Sensoriomotor y lingüístico. Códigos tanto modales como amodales. Sistema lingüístico descorporeizado.	No especificado	No directamente (indirectamente se apoya en la evidencia que da sustento al modelo de codificación dual de Paivio)
Palabras como herramientas sociales (PCHS)	Si: Conceptos abstractos activan más información linguística, social (emocional) que los concretos.	Débil	Si: Información sensoriomotora, emocional, lingüística y social.	Muy relevante: Adquisición restringe las representaciones	Conductual (p.e. clasificación, categorización, generación de características), fMRI, TMS, estudios sobre lenguajes de signos

Nota: En cuanto al nivel de corporeidad, se consideraron las siguientes categorías siguiendo a Meteyard et al (2012): Enfoques fuertemente corporizados son aquellos que suponen que solo se utilizan las áreas sensoriomotoras durante el procesamiento conceptual; los enfoques débilmente corporeizados son aquellos que suponen que tanto las áreas sensoriomotoras como las lingüístico/sociales están ocupadas durante el procesamiento conceptual; los enfoques híbridos suponen que se activan representaciones corpóreas y no corpóreas. Fuente: Adaptado de Borghi, Binkofski, Castelfranchi, Cimatti, Scorolli & Tummolini (2017), p. 267.

3.4 Teorías situadas y corpóreas de los conceptos abstractos

Como se sugirió anteriormente, la cuestión de cómo se representan los conceptos abstractos ha sido foco de un intenso debate en la última década, principalmente debido a la difusión cada vez mayor de las teorías corpóreas (Barsalou, 2008; Borghi & Caruana, 2015; Wilson, 2002). La revisión que se presenta a continuación resume las contribuciones que adoptan la perspectiva corpórea y abordan el problema de las representaciones de los conceptos abstractos. Se cubrieron las principales propuestas actuales y se evaluó la evidencia que las respalda, a la vez que se destacan aspectos robustos y débiles de cada una (ver Tabla 1).

Dentro de la teoría corpórea, los estudiosos todavía se dividen en dos escuelas de pensamiento: un grupo se centra en las similitudes entre los conceptos concretos y abstractos, mientras que el otro grupo enfatiza sus diferencias. Este último argumenta a favor de una clara distinción entre conceptos concretos y abstractos, o los considera en un continuo que abarca desde conceptos menos abstractos hasta conceptos muy abstractos (Wiemer-Hastings, Krug & Xu, 2001; Wiemer-Hastings & Xu, 2005).

A continuación se describirán los aspectos centrales de las teorías (su mayoría corpóreas) que abordan la distinción entre significado concreto y abstracto. Dado que no puede considerarse un ejemplo de las teorías corpóreas, se describirá primero el enfoque neuropsicológico.

Una visión influyente dentro de la neuropsicología postula que los conceptos abstractos y concretos son profundamente diferentes. Según este enfoque, predominantemente clínico, los conceptos concretos y abstractos se caracterizan por poseer información cualitativa y estructuralmente distinta (Crutch & Warrington, 2005, 2007, 2010): mientras que los conceptos concretos se basan principalmente en relaciones de similitud categórica (p.e., “hurto-atraco”), los conceptos abstractos se basan principalmente en asociaciones semánticas (p.e., “hurto-castigo”). Esta distinción se deriva de estudios de

caso único sobre disociaciones dobles: los pacientes con disfasia semántica de acceso refractario mostraron una mayor interferencia para palabras abstractas organizadas por relaciones asociativas, mientras que el patrón opuesto se encontró para palabras concretas (Crutch, Ridha & Warrington, 2006), distinción que también se ha encontrado en participantes sanos (Crutch, Connell & Warrington, 2009). Duñabeitia et al (2009) proporcionaron evidencia de que las personas sanas tienden a fijarse más y más temprano en imágenes asociadas con palabras abstractas que con palabras concretas (p.e., “olfato-nasal” en comparación con “bebé-cuna”). Por lo tanto, se considera que las relaciones asociativas son más importantes para los conceptos abstractos que para los concretos. Sin embargo, la evidencia obtenida tanto en poblaciones clínicas como en población general es controvertida. La falla en replicar los resultados de Crutch & Warrington (2005) con pacientes afásicos ha desafiado la hipótesis de que las palabras abstractas y concretas difieren en términos de las relaciones conceptuales que evocan (Hamilton & Coslett, 2008; Hamilton & Martin, 2010). Además, algunos resultados conductuales contradicen los hallazgos de Duñabeitia et al. (2009). Por ejemplo, Geng & Schnur (2015) pidieron a bilingües chino-inglés que coincidieran con una palabra china presentada auditivamente con una entre varias otras palabras en inglés presentadas visualmente. Este estudio encontró que las palabras relacionadas se procesan más rápido que las palabras no relacionadas, pero las relaciones categóricas (por ejemplo, “actitud-idea”) siempre condujeron a un mejor rendimiento en comparación con las relaciones asociativas (p.e., “examen-matemáticas”).

En un estudio reciente con un paradigma de priming semántico, tanto dentro como a través de lenguajes, se observó un efecto priming para palabras concretas no solo para relaciones semánticamente similares, sino también a relaciones asociativas. Para las palabras abstractas, en cambio, estaba presente solo cuando las palabras prime y target fueron asociativas (Ferré et al., 2015). A partir de estos resultados, podría concluirse que los conceptos abstractos y concretos parecen estar representados de manera similar tanto en términos de relaciones categóricas como asociativas (Marques & Nunes, 2012; Zhang, Han & Bi, 2013), o que las relaciones asociativas son más relevantes para caracterizar los

conceptos abstractos, pero que para la representación de las concretas, las relaciones categóricas y asociativas son relevantes (Ferré et al., 2015).

Aunque la evidencia de la existencia de una “distinción marcada” es conflictiva, existe una razón convincente para estos resultados inconsistentes. Crutch & Jackson (2011) sugirieron recientemente que la relación entre la concreción y las asociaciones categóricas y semánticas no es binaria sino más bien gradual. Por lo tanto, el rango de resultados en la literatura, en realidad, puede proveer evidencia de que estas asociaciones se encuentran en un continuo. A partir de esta conclusión, en lo que sigue nos concentraremos en los estudios de cognición corpórea, adoptando la idea de un continuo que abarca desde elementos concretos hasta elementos abstractos.

La idea de un continuo es la más aceptada por la mayoría de los investigadores, puesto que plantea que no existe una dicotomía real entre los conceptos concretos y abstractos, porque incluso los conceptos que generalmente se califican como concretos tienen un componente abstracto y viceversa. Considere el concepto de “euro”: es principalmente concreto, ya que su referente tiene características perceptivas específicas, como un tamaño, color, peso, pero al mismo tiempo tiene un valor de intercambio que no puede ser fijado fácilmente o rastreado hasta los aspectos concretos de su referente (Guan, Meng, Yao & Glenberg, 2013).

3.4.1 Teorías sensoriomotoras

Según algunas teorías corpóreas conocidas como teorías motoras o sensoriomotoras del significado, los conceptos concretos y abstractos no difieren sustancialmente porque ambos se basan en los mismos sistemas que participan durante la percepción, la acción y la emoción (Chen & Bargh, 1999; Connell & Lynott, 2012; Glenberg, Sato & Cattaneo, 2008a; Glenberg et al., 2008b). Los defensores de esta perspectiva buscan demostrar que la recreación de estados perceptuales, acciones y emociones no se limita únicamente a conceptos concretos, sino que también es posible para conceptos abstractos. Dichas teorías se basan en evidencia sobre el Efecto ACE (Glenberg & Kaschak, 2002), sobre el Efecto de Evitación-Aproximación (Chen & Bargh, 1999) y sobre Dinámicas de Fuerzas (Talmy, 1988). Su evidencia indica que los conceptos abstractos activan los sistemas de percepción y acción tanto como los conceptos concretos.

Ahora bien, aunque estos hallazgos son ampliamente consistentes con un enfoque corpóreo de los conceptos abstractos, es difícil prever si esta estrategia explicativa pueda extenderse para dar cuenta de *todos* los conceptos abstractos. Por ejemplo, el efecto ACE se ha encontrado con oraciones de transferencia concretas y abstractas, con oraciones referentes a eventos pasados y futuros (Sell & Kaschak, 2011), y también con oraciones que se refieren a cantidades crecientes o decrecientes (p.e. Guan et al., 2013). Sin embargo, es difícil pensar que se puede aplicar a todos los dominios en los que existen conceptos abstractos: por ejemplo, ¿cómo puede explicar conceptos como “filosofía”, “pensamiento” o “libertad”? De manera similar, la investigación actual sugiere que el Efecto Evitación-Aproximación se puede encontrar con una variedad de palabras (Förster & Strack, 1996; Freina et al., 2009; Eder & Hommel, 2013; Neumann & Strack, 2000; Seibt et al., 2008; van Dantzig, Pecher & Zwaan, 2008; para un metaanálisis reciente sobre evitación de aproximación y estímulos afectivos en tareas de tiempos de respuesta ver Phaf et al., 2014).

Ambas líneas de investigación están, sin embargo, limitadas a palabras o estímulos caracterizados por una valencia positiva o negativa, o a palabras novedosas diseñadas de tal

manera que el mismo movimiento o cinemática utilizado durante la deglución o expectoración (movimiento hacia adentro o hacia fuera) es reproducido al momento de pronunciar dichas palabras (Topolinski et al., 2014). Además, incluso si la teoría de dinámicas de fuerzas requiriera más apoyo experimental, es difícil imaginar que la evidencia basada en la dinámica de fuerzas pueda extenderse más allá del dominio de los eventos físicos: por ejemplo, ¿Cómo puede explicar conceptos como “lingüística” o conceptos numéricos como “las cuatro”?

Finalmente, resultados similares no implican necesariamente procesos similares. Un ejemplo es el reciente estudio de Yao et al. (2013), quienes investigaron si el tamaño semántico desempeña un papel en el reconocimiento de palabras que expresan conceptos abstractos. Se presentaron palabras concretas y abstractas “grandes” (p.e. concreta *león* y abstracta *amplio*) y “pequeñas” (p.e. concreta *moneda* y abstracta *pronto*) en una tarea de decisión léxica. Las respuestas a las palabras “grandes”, independientemente de su nivel de concretud, fueron más rápidas que las de las palabras “pequeñas”. Sin embargo, la explicación del efecto puede diferir para conceptos concretos y abstractos. Si bien la explicación es más intuitiva para conceptos concretos, es posible que los conceptos abstractos grandes (p.e. “desastre”) incluyan una gama más amplia de asociaciones introspectivas, sociales y situacionales en comparación con conceptos abstractos más pequeños. De hecho, los análisis de regresión revelaron que las valoraciones subjetivas de la excitación emocional fueron el único predictor significativo del tamaño de los conceptos, y que la excitación tenía un efecto más crucial o crítico en el reconocimiento de palabras abstractas que de palabras concretas. Este es un ejemplo de un estudio en el que aparentemente los resultados no difieren entre conceptos abstractos y concretos, pero los procesos que implican difieren sustancialmente.

Un segundo postulado de estas teorías es que los conceptos concretos y abstractos no son diferentes, idea que no parece justificable dada la evidencia disponible. Primero, es estadísticamente incorrecto inferir que dos conceptos (p.e. abstracto y concreto) pueden equipararse entre sí, simplemente por la ausencia de diferencias en el rendimiento. En

segundo lugar, las personas tienden a evaluar y usar conceptos concretos y abstractos de manera diferente -por ejemplo, califican a la “justicia” como más abstracta que la “botella” - y esta diferencia debe ser explicada. En tercer lugar, un número cada vez mayor de estudios conductuales, neuropsicológicos y de neuroimágenes ha demostrado que estos dos tipos de conceptos se procesan y recuerdan de manera diferente. Por ejemplo, Binder et al. (2016) diseñaron un modelo componencial de conceptos basados en divisiones funcionales en el cerebro humano. A través de cuestionarios on-line los autores recopilaban calificaciones normativas para 535 palabras del inglés en base a diferentes atributos: aspectos sensoriales y motores; procesos afectivos; sistemas para procesar información espacial, temporal y causal; procesos de cognición social y operaciones cognitivas abstractas; con el objetivo de determinar el grado en que una muestra aleatoria de la población asocia el significado de una palabra particular con tipos particulares de experiencia. Los autores encontraron que 57 de los 65 atributos distinguían el resumen de las categorías concretas. Más específicamente, los conceptos abstractos recibieron calificaciones más altas que las concretas sobre los atributos relacionados con las experiencias temporales y causales, las experiencias sociales y las experiencias emocionales, mientras que recibieron calificaciones más bajas en las experiencias sensoriales. Por todas estas razones, se sugiere que una teoría sistemática de conceptos abstractos no solo debe asumir que existen diferencias entre los conceptos concretos y abstractos, sino también ser capaz de explicar por qué ocurren estas diferencias.

En todo caso, recientemente ha habido una variación interesante en la opinión de que los conceptos abstractos y concretos son similares (D'Angiulli, Griffiths & Marmolejo-Ramos, 2015). Nueva evidencia muestra que la preparación para responder en una dirección ascendente o descendente afecta la comprensión de los cuantificadores abstractos “más” y “menos” (Guan et al., 2013). Estos autores usaron técnicas de EEG y encontraron efectos de ACE para conceptos tanto concretos como abstractos. En concreto, los resultados conductuales indicaron un efecto ACE de facilitación en la condición de congruencia

mientras que el resultado de ERP mostró un componente N400-like⁹ en la región central frontal en el intervalo de tiempo de 450 a 550 ms, con la amplitud media de la condición incongruente más negativa que la de la condición congruente. Un componente N400-like más grande en la condición incongruente sugiere una dificultad de integración con un contexto semántico. Por lo tanto, este efecto de compatibilidad demuestra cómo la activación motora interactúa con el análisis semántico para contenidos concretos y abstractos (Guan et al., 2013). Los autores explicaron sus resultados argumentando que palabras tanto concretas como abstractas activan el sistema motor. Sin embargo, y siguiendo a Barsalou (1999), se entiende que si bien los conceptos concretos se basan en simulaciones sensoriomotoras específicas, al recrear las experiencias previas con los miembros de la categoría, los conceptos abstractos se basan principalmente en el proceso de predicción.

Los ejemplos presentados por los autores dan peso a este argumento: el concepto de “plátano” activa la simulación de comerlo, lo que puede implicar ver su forma y color, pelarlo y saborearlo (visión, acción y sabor). Incluso si es primordialmente concreto, el concepto de plátano también tiene un componente abstracto, que consiste en la predicción de que comerlo reducirá el hambre. La cara opuesta de la moneda es que un concepto abstracto como “democracia” involucra ciertos componentes concretos (p.e. la simulación del voto), pero la mayor parte de su significado deriva de componentes abstractos vinculados a predicciones de lo que sigue de un proceso democrático (p.e. preocupación por los derechos humanos, participación transversal, tolerancia). Más importante aún, ambos tipos de componentes se basan en y se refieren a diferentes características y mecanismos del sistema motor.

En comparación con otros puntos de vista, esta propuesta tiene la ventaja de sugerir un mecanismo que subyace a conceptos abstractos, respaldado por una arquitectura funcional de la organización cerebral: el papel de los modelos predictivos dentro del sistema motor, cuya función es anticipar las consecuencias sensoriales de las acciones (Glenberg & Gallese,

⁹ N400-like es un componente de potenciales relacionados con eventos (ERP) similar al N400, el que indica incongruencia con el contexto semántico, pero que no se restringe a materiales y respuestas puramente lingüísticos (Van Petten & Luka, 2006).

2012; Wolpert et al., 2003). La contribución de las teorías sensoriomotoras consiste, por lo tanto, en especificar los mecanismos de gradiente fino¹⁰ que subyacen a la participación del sistema motor en la formación de conceptos.

3.4.2 Teoría de la metáfora conceptual

Desde la década de 1980, la Teoría de las Metáforas Conceptuales (TMC), que es probablemente la teoría corpórea más influyente sobre conceptos abstractos, ha propuesto que los conceptos abstractos y concretos son diferentes (Lakoff & Johnson, 1980, 1999; Lakoff & Núñez, 2000). La TMC se basa principalmente en observaciones pragmáticas. Esta teoría postula que cuando se habla de conceptos abstractos las personas tienden a usar metáforas derivadas de dominios concretos: por ejemplo, decimos que “la vida es un viaje” (Shokr, 2006) o “la vida es como el agua” (Al-Khaldi, 2014). Según la TMC, las metáforas no solo se refieren a la forma en que usamos el lenguaje, sino que también la forma en que pensamos. Incluso si, en su mayor parte, la evidencia se deriva de la lingüística, la TMC se ha beneficiado de la evidencia empírica obtenida sin estímulos lingüísticos, como los estudios conductuales (Casasanto & Bottini, 2014; Dijkstra et al., 2014; Gibbs, 1994, 2006; Jamrozik et al., 2016; Sato, Schafer & Bergen, 2015; Zhao, He & Zhang, 2016). Los investigadores que están a favor de la TMC argumentan que los conceptos abstractos se entienden al ubicarlos en dominios de conocimiento concretos, y que este mapeo garantiza su fundamento. Los conceptos abstractos importantes se entenderían a través de metáforas conceptuales múltiples: por ejemplo, el concepto abstracto de “comunicación” puede entenderse como enviar ideas de un contenedor (cabeza) a otro, así como alimentar a alguien con pensamientos (Lakoff, 2014). La evidencia conductual reciente que apoya esta visión

¹⁰ La granularidad es una dimensión inicialmente usada por Michael Tomasello. Posteriormente, Arthur Glenberg y Vittorio Gallese, integran esta noción a su teoría de la producción, comprensión y adquisición del lenguaje basada en la acción (Glenberg & Gallese, 2012). Esta dimensión refleja la capacidad de describir objetos de modo tanto “grueso” (p.e. en términos de “cosa”) como desde un “gradiente fino” (p.e. la misma “cosa” puede ser descrita como “una silla de cocina”), es decir, con un nivel mayor de especificidad y detalle. Al lograr especificar mecanismos de gradiente fino las teorías permiten especificar en detalle la base corpórea de los conceptos abstractos en función de sus cualidades sensoriomotoras y las operaciones o procesos de la vida cotidiana en los que participan dichos conceptos.

muestra que, por ejemplo, la noción abstracta de “categoría” se entiende con referencia al concepto concreto de “contenedor” (Boot & Pecher, 2011), el concepto de “similitud” se basa en el de “cercanía” (Boot & Pecher, 2010), las nociones de “bueno” y “malo” están asociadas al espacio derecho e izquierdo (De la Fuente et al., 2016), y el “poder” y la “moralidad” se comprenden al referirse a la dimensión vertical (Lakens, Semin & Foroni, 2011; Wang, Lu, & Lu, 2016; Zanolie et al., 2012). Además, utilizamos un lenguaje abstracto para caracterizar fenómenos que consideramos más distantes de nosotros: por ejemplo, datos recientes de Twitter indican que se usa un lenguaje más abstracto cuando se refiere a ciudades distantes, a puntos de tiempo pasados o futuros distantes, y a personas que están socialmente distantes de nosotros (Sneffjella & Kuperman, 2015).

Posiblemente, el concepto que ha sido más ampliamente estudiado es el concepto de “tiempo”: la razón subyacente es que, debido a que el tiempo es un concepto abstracto, puede entenderse al mapearlo en el concepto más concreto de “espacio” (Boroditsky & Ramscar, 2002; Casasanto & Boroditsky, 2008; Flusberg et al., 2010). Imagínese presentarles a los participantes una pregunta ambigua: “La reunión del miércoles siguiente se adelantó dos días. ¿Qué día es la reunión ahora que ha sido reprogramada?” Responder “Lunes” implica adoptar una perspectiva de movimiento del Yo, mientras que responder “Viernes” una perspectiva de movimiento temporal: en el primer caso, avanzar es en la dirección del movimiento del observador y, en el segundo caso, el avance es en la dirección del movimiento del tiempo.

Boroditsky & Ramscar (2002) han demostrado que las personas, que están al comienzo de un viaje en tren, de la hora de colación, o personas que acababan de llegar, tienden a responder utilizando una perspectiva de movimiento del Yo, mientras que cuando están en el al final de un viaje, o de una línea, usan una perspectiva de movimiento en el tiempo. Este resultado indica que el espacio y el tiempo están estrechamente entrelazados. La perspectiva adoptada varía según el idioma hablado. Al formular la misma pregunta ambigua a los hablantes de chino mandarín e inglés, Lai & Boroditsky (2013) descubrieron que, si bien los hablantes de inglés tienden a adoptar una perspectiva centrada en el Yo y los monolingües chino mandarín una centrada en el tiempo, los bilingües cambian de una a otra.

La proposición de que usamos el concepto concreto de espacio para razonar y comprender el concepto abstracto de tiempo parece confirmarse por la observación de que en el uso del lenguaje la relación entre espacio y tiempo es asimétrica: tendemos a hablar del tiempo en términos de espacio más a menudo de lo que hablamos sobre el espacio en términos de tiempo. Casasanto & Boroditsky (2008) han demostrado la relación asimétrica entre el espacio y el tiempo, mostrando que la distancia afecta la duración, pero la duración no influye en la distancia. Espacio y tiempo están estrechamente relacionados y esto ha sido apoyado por una variedad de estudios transculturales. Dependiendo de la cultura, las metáforas del tiempo pueden referirse a la cantidad o a la distancia: por ejemplo, en inglés la gente suele decir “una reunión larga”, en griego “una gran reunión”. De acuerdo con las metáforas utilizadas, las estimaciones de tiempo de los angloparlantes están más influenciadas por la longitud que por la cantidad, mientras que para los hablantes de griego opera al revés (Casasanto, 2008).

La forma en que pensamos en el flujo temporal, desde el pasado hasta el futuro, está influenciada tanto por la cultura como por las características de nuestro propio cuerpo (Bergen & Chan Lau, 2012). Por ejemplo, para los angloparlantes el tiempo se conceptualiza en términos de la dimensión frontal (el pasado está detrás de nosotros, el futuro está por venir), mientras que el uso frecuente de metáforas verticales en chino ha llevado a los hablantes de mandarín chino a concebir, también al tiempo, en términos de la dimensión vertical: el pasado está arriba, el futuro está abajo. Esta diferencia influye en las respuestas a las tareas implícitas, como las tareas de preparación. Boroditsky (2001) descubrió que los hablantes de chino mandarín eran más rápidos para confirmar que marzo llega antes de abril después de haber estado expuestos a un primer plano donde se exhibían pares de objetos verticalmente (por ejemplo, una bola de gusano en blanco y negro). En contraste, los hablantes nativos de inglés fueron más rápidos cuando se les mostró los mismos dos objetos dispuestos horizontalmente, y los bilingües tenían un rendimiento intermedio. Aunque este estudio ha sido visto como muy influyente por los defensores de la cognición incorporada, la imposibilidad de replicar estos hallazgos también ha llevado al escepticismo (Chen, 2007).

Por su parte Núñez & Sweetser (2006) hacen ver que los hablantes de aymara ponen el futuro atrás y el pasado adelante, lo que es opuesto a lo que hacen los hablantes de inglés o español, por ejemplo, que proyectan el futuro hacia adelante.

En comparación con otras teorías, la TMC tiene una serie de ventajas que han contribuido a su posición como la teoría corpórea más influyente en conceptos abstractos. Su punto fuerte más importante es que propone un mecanismo subyacente a la formación y uso de conceptos abstractos (metaforización), en lugar de argumentar que un contenido específico los caracteriza. Sin embargo, el alcance de tal mecanismo está limitado a dominios conceptuales específicos. El uso de mapeos concretos-abstractos para comprender el significado de conceptos abstractos es posible solo si hay dominios adecuados para poder “mapear” en primer lugar. Por ejemplo, uno podría cuestionar la adecuación del mapeo espacio-tiempo. La idea muy abstracta de un “contenedor espacial general” para todos los objetos no es ni simple ni directa, y es discutible si se puede considerar como concreta.

Además, no está claro si siempre es posible encontrar dominios concretos correspondientes a los abstractos. Por ejemplo, es difícil pensar en dominios concretos adecuados para mapear conceptos abstractos como “espiritual” o “lingüística” (Dove, 2009; Goldman & De Vignemont, 2009). Además, debería aclararse mejor si el mapeo siempre tiene éxito y cómo ocurre. Considere metáforas como “un mar de estrellas”: un aspecto crucial del mar es que es líquido, pero este aspecto no es relevante para el dominio mapeado. De manera similar, ¿qué aspectos de la noción de viaje o del agua se usarían para conceptualizar “vida”, o por qué la noción de “poder” se conceptualiza solo en términos de estructura/verticalidad jerárquica? Además, las metáforas ayudan a detectar similitudes entre los conceptos, pero no sus diferencias: la vida después de todo no es realmente un viaje o es más que eso, de modo que se hace necesario lograr formas de entender cómo es que representamos dichos aspectos (Galton, 2011).

En resumen, aunque las metáforas conceptuales desempeñen un papel en la representación de conceptos abstractos, no siempre es, necesariamente, de dicha manera:

muchas conceptualizaciones abstractas no parecen depender de dominios concretos. Por otro lado, es probable que el mapeo metafórico contribuya a la comprensión de conceptos abstractos, pero no completa por entero su significado, ya que las metáforas no pueden sustituir la experiencia directa (Barsalou & Wiemer-Hastings, 2005). Por ejemplo, las regiones neuronales dedicadas al procesamiento del tiempo, y no solo al espacio, deberían activarse durante la comprensión de los conceptos de tiempo (Kranjec & Chatterjee, 2010). Estas preguntas siguen sin respuesta y arrojan dudas sobre la generalización de la TMC.

Dove (2009) plantea otra limitación importante (sino la más) referida al desarrollo conceptual: los niños comienzan a usar metáforas bastante tarde, y su comprensión de las metáforas sigue siendo bastante pobre hasta los 8-10 años de edad (Winner, Rosenstiel & Gardner, 1976), mientras que alrededor del 10% de las palabras usadas por 2 años son abstractas. ¿Cómo se puede conciliar esta trayectoria evolutiva con la idea de que usemos metáforas para entender conceptos abstractos? (Murphy, 1996, 1997). En conclusión, la influencia de la TMC es clara. Sin embargo, aunque hay evidencia que respalda esta teoría, hay una serie de lagunas que sugieren la necesidad de un enfoque más sistemático; en particular, es difícil prever que las metáforas puedan usarse en todos los dominios donde existen conceptos abstractos, y no parece plausible que el significado de las palabras abstractas pueda explicarse por completo mediante metáforas.

3.4.3 Enfoque de propiedades introspectivas y situacionales

Según este enfoque, los conceptos abstractos, en comparación con los conceptos concretos, se basan más en la introspección y en los aspectos sociales e institucionales de las situaciones (Barsalou & Wiemer-Hastings, 2005). Este enfoque está respaldado principalmente por evidencia conductual, basada, por ejemplo, en tareas en las que se pide a los participantes que generen las características de un concepto dado. Barsalou & Wiemer-Hastings (2005, p. 152) pidieron a los participantes que produjeran características de tres conceptos: abstractos (p.e. “verdad”), concretos (p.e. “pájaro”) e intermedios (p.e. “granja”). Los conceptos se presentaron de forma aislada o precedidos por un breve escenario. Para el concepto “verdad”, la situación describía a un niño que le dijo a su madre que no había roto un jarrón y su madre le había creído. Este estudio encontró que tanto conceptos concretos como abstractos evocan propiedades relacionadas con situaciones. Sin embargo, con conceptos concretos, los participantes tendieron a enfocarse en entidades dentro de las situaciones (p.e. “ruedas de automóvil”), mientras que los conceptos abstractos se enfocaron “en los eventos, en los aspectos sociales e introspectivos de las situaciones (e.g. personas, comunicación, creencias y relaciones complejas)”. Por ejemplo, “es verdaderamente difícil discutir después de la postmodernidad”, “justicia burocrática”).

Wiemer-Hastings & Xu (2005) proporcionaron evidencia adicional de esto con una muestra un poco más amplia de conceptos. Sus resultados resaltan que la disponibilidad del contexto *per se* no es exclusiva de los conceptos abstractos, porque los conceptos concretos también evocan situaciones (Moffat et al., 2015). Sin embargo, incluso si los conceptos abstractos no evocan un mayor número de contextos comparados con conceptos concretos, es posible que los contextos que activan sean más complejos, porque implican más eventos y acciones (Borghi, 2005; Borghi & Binkofski, 2014; Borghi et al., 2011; Connell & Lynott, 2012). Esto estaría en línea con dos aspectos únicos de los conceptos abstractos: su naturaleza “relacional” (Barsalou, 2003; Gentner, 1981; Gentner & Boroditsky, 2001; Markman & Stilwell, 2001), es decir, el hecho de que a menudo “se caracterizan por sus vínculos con factores externos”, los que tienden a ser conceptos en lugar de propiedades intrínsecas, a

diferencia de la mayoría de los conceptos concretos (Wiemer-Hastings & Xu, 2005). La segunda característica única es que sus miembros son más diversos y heterogéneos que los conceptos concretos, por lo que el contexto puede jugar un papel decisivo al conectarlos, actuando como una especie de “pegamento”. Un mecanismo similar funciona con miembros de conceptos de nivel superior (p.e. “animal” o “vehículo”), que es la presencia de un contexto común y amplio, donde muchos ejemplos pueden coexistir (p.e. “tierra” para los animales). La presencia de dicho contexto facilita el reconocimiento de los miembros de la categoría superior más que de los miembros de los conceptos básicos (p.e. “auto”, “perro”, Borghi, Caramelli & Setti, 2005).

Sin embargo, estas conclusiones tienen limitaciones, y la evidencia obtenida recientemente (King, 2013) arroja dudas sobre el carácter relacional de todos los conceptos abstractos, y también destaca que el contexto impacta el procesamiento en solo algunos tipos de conceptos abstractos. A los participantes se les presentaron escenarios breves, y luego se les pidió que realizaran una tarea de decisión léxica sobre palabras abstractas que no se mencionaron durante la descripción del escenario. El escenario facilitó el procesamiento de conceptos abstractos “relacionales” (p.e. “ignorar”, que describe un acto, un actor, un paciente ignorado, pero no un sentimiento interno), pero no influyó en la activación de estados mentales internos (p.e. “deprimido”).

Roversi, Borghi & Tummolini (2013) han aportado pruebas que respaldan la visión introspectiva y situacional, pero también limitan su valor explicativo a algunos tipos de conceptos abstractos. Pidieron a los participantes que generaran propiedades de conceptos concretos y abstractos de tres tipos diferentes: artefactos, instituciones y conceptos sociales (p.e. “destornillador-poesía”, “firma-propiedad” y “fiesta-amistad”). Descubrieron que las situaciones juegan un papel importante en la caracterización de conceptos abstractos. Sus resultados también indicaron que la distinción entre conceptos abstractos y concretos se marcó solo en el caso de conceptos sociales, en los que los conceptos concretos provocaron relaciones espaciales y temporales más específicas, mientras que los conceptos abstractos

evocaban relaciones situacionales más generales (por ejemplo, “amistad-infancia”) y asociaciones libres (por ejemplo, “amistad-piscina”).

Zwaan (2016) se inspiró en el enfoque de Barsalou & Wiemer-Hasting sobre conceptos y situaciones abstractas y sugirió que los conceptos abstractos juegan un papel doble durante el procesamiento del discurso, pudiendo asumir una función anafórica o catafórica. Esta dualidad depende de si se leen las partes más largas del texto o si la palabra abstracta se muestra al inicio del discurso. Cuando se proporciona suficiente información contextual, un término abstracto como “justicia” activa una simulación sensoriomotora. Esta simulación se vincula luego con representaciones simbólicas que funcionan anafóricamente como “indicadores de una representación situacional previamente formada”.

Extendiendo esta proposición más allá, considérese la expresión “Ahora se hace justicia”. Esta expresión se caracteriza por un alto nivel de ambigüedad, dado que el contexto al que se asociará aún no está claro. En tal caso, el concepto abstracto puede funcionar de manera catafórica para proporcionar un enfoque que ayude a la comprensión textual, de forma similar a los pronombres. El sistema sensoriomotor, activado una vez que se encuentra la palabra abstracta, se desconectará rápidamente para integrar más información sensoriomotora. El concepto funcionaría así como “un marcador de posición en un estado activo en la memoria de trabajo”, que puede ayudar a integrar la información sensoriomotriz adquirida más tarde (Zwaan, 2016). Esta interesante propuesta señala que los conceptos pueden diferir dependiendo de si se presentan o no aisladamente, y del momento en que se introducen en el discurso. Sin embargo, incluso si el autor presenta esta explicación como una extensión de la visión, según la cual la información contextual es menos focal para conceptos abstractos que para conceptos concretos (Barsalou & Wiemer-Hastings, 2005), esta perspectiva parece estar más en línea con la teorías de representaciones múltiples. De hecho, Zwaan (2016) parece asumir que se produce una interacción entre la información sensoriomotora, emocional y transmitida lingüísticamente, en diferentes momentos en el tiempo, en línea con tales teorías (Zwaan, 2014).

La teoría de las propiedades situacionales e introspectivas tiene puntos fuertes y lagunas en relación con su aplicabilidad y poder explicativo. La hipótesis de que los conceptos abstractos activan los componentes introspectivos y socio-situacionales, tiene la ventaja de ser bastante general: se puede aplicar intuitivamente a una amplia gama de conceptos, desde estados mentales hasta conceptos sociales y conceptos puramente abstractos. Sin embargo, como hemos visto, el papel desempeñado por el contexto y por las propiedades introspectivas varía en función del contenido de conceptos específicos. Una limitación adicional que debilita la validez de esta teoría es que, hasta ahora, las pruebas que favorecen esta visión se han limitado principalmente a tareas de generación de propiedades (Pecher, Boot & van Dantzig, 2011) y, además, se necesita evidencia de respaldo obtenida con diferentes paradigmas experimentales. Más importante aún, en esta teoría, la introspección se concibe como una forma de autoconciencia consciente, que proporciona una imagen severamente sesgada del proceso relevante. De hecho, es posible que una forma más implícita de metacognición desempeñe un papel más extenso en fundamentar conceptos abstractos (Frith, 2012), similar al papel que desempeña en el apoyo a la interacción social (Bahrami et al., 2010). En otras palabras, el principal límite de esta visión es que los mecanismos de esta “conexión a tierra interna” no se han dilucidado completamente, lo que en cualquier caso no invalida la teoría.

3.4.4 Enfoque de la corporeidad afectiva

Una tercera perspectiva que evaluaremos es la Respuesta de Corporeidad Afectiva (RCA) y demostraremos que proporciona evidencia importante de que los conceptos abstractos y concretos difieren.

La RCA es una teoría nueva que hipotetiza que los conceptos abstractos evocan más emociones que los concretos (Kousta et al., 2011; Vigliocco et al., 2013). El enfoque de RCA de los conceptos abstractos propone que los conceptos abstractos y concretos difieren en términos de las experiencias que los caracterizan. Si bien la experiencia perceptual y motora es más crucial para los conceptos concretos, la experiencia afectiva y el desarrollo emocional son más importantes para los conceptos abstractos.

El desarrollo emocional se presenta como la base para la adquisición de un vocabulario abstracto: la RCA propone que las emociones pueden proporcionar un “*mecanismo de arranque*”¹¹ que favorezca la adquisición de palabras abstractas. Los teóricos de RCA argumentan que esto se demuestra por el hecho de que las palabras abstractas emocionales se aprenden antes que las palabras abstractas neutrales. Para ilustrar y explicar estas conclusiones, evaluaremos las pruebas conductuales y de imágenes cerebrales que respaldan este punto de vista. Estos estudios proporcionan evidencia de que, por ejemplo, las palabras abstractas suelen recibir calificaciones más altas para asociaciones emocionales y que las áreas involucradas en el procesamiento de emociones participan durante el procesamiento de palabras abstractas (Vigliocco et al., 2014). Kousta et al. (2011) utilizaron una gran muestra de palabras abstractas y concretas, controladas para una variedad de dimensiones tales como familiaridad, concreción, abstracción, disponibilidad de contexto, imaginabilidad y edad de adquisición. Los autores encontraron una ventaja en la decisión

¹¹ El desarrollo emocional precede al desarrollo del lenguaje en los niños (Bloom, 1998). Las palabras que denotan estados emocionales, estados de ánimo o sentimientos pueden proporcionar ejemplos cruciales de cómo una palabra puede referirse a una entidad que no es observable pero que reside dentro del organismo. De esta manera, la adquisición de palabras que denotan emociones, estados de ánimo o sentimientos pueden ser un peldaño crucial en el desarrollo de representaciones semánticas abstractas, de allí la denominación “mecanismo de arranque” (Kousta et al., 2011).

léxica de palabras abstractas sobre palabras concretas. Es decir, una vez que se controlan la imaginabilidad y la disponibilidad del contexto, el efecto de concreción se sustituyó por un efecto de abstracción. Este mismo efecto de abstracción se encontró en los análisis de regresión de los tiempos de respuesta de decisión léxica para una muestra grande de palabras ($n = 2.330$).

La ventaja de las palabras abstractas sobre las concretas puede explicarse por la diferencia de valencia entre los conceptos concretos y abstractos. Kousta et al. (2011) propusieron que la información afectiva y emocional tiene un peso mayor en la caracterización de palabras abstractas. Concluyeron que, debido a que la disponibilidad de contexto y la imaginabilidad, se mantuvieron constantes, otras teorías clásicas como la Teoría de la Codificación Dual (Paivio, 1986) y la Teoría de la Disponibilidad de Contexto (Schwanenflugel et al., 1988; 1992) no pueden explicar estos datos. Incluso si la Teoría de la Codificación Dual (TCD) reconoce la importancia de las emociones (Paivio, 2013), la presencia de connotaciones emocionales para las palabras no emocionales se derivaría de su vínculo con las representaciones imaginadas. Por lo tanto, las connotaciones emocionales deberían ser más frecuentes con conceptos concretos que con conceptos abstractos (Vigliocco et al., 2013).

Además, dado que la modalidad de adquisición se mantuvo constante, argumentan que las diferencias en la activación de la información transmitida lingüísticamente no agotan las diferencias entre los conceptos concretos y abstractos, y que las emociones juegan un papel importante en la representación del concepto abstracto. Sin embargo, la valencia no parece dar cuenta de todo el significado de las palabras abstractas: la ventaja de las palabras abstractas en la precisión todavía se mantuvo incluso cuando se eliminó el efecto de la valencia. Esto podría deberse al papel desempeñado por la información transmitida lingüísticamente para los conceptos abstractos. Los resultados de fMRI respaldan aún más la RCA, pero también aquí hay evidencia controvertida sobre el papel desempeñado por la valencia. Vigliocco et al. (2014) realizaron un estudio fMRI con una tarea de decisión léxica y afirmaron que, si bien los conceptos concretos y abstractos activaban el sistema de

procesamiento visual que involucraba las áreas occipital, temporal y subcortical, solo los conceptos abstractos interactuaban con la corteza cingulada anterior rostral (rACC). rACC juega un papel regulador durante el procesamiento de las emociones. Sin embargo, las conclusiones extraídas por Vigliocco et al. (2014) han sido cuestionadas por Skipper & Olson (2014), quienes confirmaron que rACC responde a valencia, pero no a palabras abstractas.

En vista de lo anterior es posible afirmar que, en general, la evidencia que favorece la RCA se basa en los resultados obtenidos con diferentes métodos, desde estudios de comportamiento hasta investigaciones de fMRI.

La RCA, sin embargo, tiene tres limitaciones con implicaciones relevantes. Primero, la evidencia que lo respalda no es completamente consistente. Por ejemplo, los estudios de ERP revelaron una disociación entre un efecto de abstracción en los tiempos de respuesta y un efecto de concreción en los ERP. Un estudio muy reciente en el que se midió la actividad muscular facial durante el reconocimiento visual de palabras encontró un efecto de valencia en el músculo corrugador superciliar con palabras concretas, pero no con palabras abstractas (Kuenecke, Sommer, Schacht & Palazova, 2015). Otro estudio reciente de ERP con una tarea de decisión léxica con verbos concretos y abstractos de valencia diferente ha revelado que el efecto EPN relacionado con la emoción, es decir, un efecto negativo asociado con la atención al significado de la palabra, surgió antes para verbos concretos que abstractos (Palazova, Sommer & Schacht, 2013).

Estos resultados contradicen claramente a la RCA, lo que predeciría el resultado opuesto. En segundo lugar, el papel de la valencia no parece explicar toda la varianza y, por lo tanto, no puede ofrecer una explicación exhaustiva de los mecanismos que subyacen a los conceptos abstractos. En tercer lugar, es posible que los resultados obtenidos estén sesgados por la presencia de conceptos abstractos y emocionales dentro de la muestra. Altarriba, Bauer & Benvenuto (1999) han sostenido que las emociones representan un subconjunto que no debe incluirse dentro de los conceptos abstractos, y han propuesto que las palabras

emocionales existen en una tricotomía abstracto-concreto-emocional, en lugar de una simple dicotomía abstracta-concreta.

Si se considera el problema desde una perspectiva corpórea las emociones son funciones muy básicas, activadas por estímulos más bien primitivos, como el olfato. Los conceptos de emoción se pueden ver como un subconjunto peculiar o separado dentro de conceptos abstractos, para los cuales una explicación corpórea es más directa e intuitiva que para otros conceptos abstractos, porque típicamente están asociados con expresiones/estados corporales específicos. Se ha demostrado que los mecanismos que subyacen a la representación de emociones y de procesos sensoriomotores son los mismos, y se basan en la simulación y recreación de las situaciones experimentadas al interactuar con el mundo (Wilson-Mendenhall, Barrett, Simmons & Barsalou, 2011). Si bien dichos mecanismos pueden desempeñar un papel importante en la explicación de conceptos puramente abstractos, son claramente insuficientes para explicarlos por completo.

En resumen, todos los conceptos emocionales son en cierta medida abstractos, pero no está claro si todos los conceptos abstractos tienen connotaciones afectivas/emocionales. Kousta, Vigliocco, Vinson & Andrews (2009) han sugerido que la valencia no es una característica limitada a las palabras emocionales, sino que puede extenderse a muchos conceptos. La afirmación de que los aspectos emocionales caracterizan los conceptos abstractos es ciertamente plausible. Sin embargo, debe aclararse si los efectos encontrados dependen de la inclusión de conceptos emocionales dentro de la muestra de conceptos abstractos, o si dependen de un mecanismo subyacente a la representación de todos los conceptos abstractos.

3.4.5 Teorías de representación múltiple

Las teorías de representación múltiple de los conceptos abstractos representan una adición valiosa y novedosa al pensamiento actual y parecen ser una prometedora vía de investigación. Los investigadores que respaldan esta perspectiva han afirmado que, incluso si los conceptos abstractos están corporeizados en la percepción, la acción y la emoción, en buena parte se basan en la recreación de la experiencia lingüística. También afirman que tanto la información sensoriomotora como la transmitida lingüísticamente está involucrada en la representación de conceptos concretos y abstractos, pero que estos datos se distribuyen de manera diferente según el tipo de concepto: la percepción y la información de acción es más importante para conceptos concretos, emoción, y la información transmitida lingüísticamente para las abstractas. Como se verá, mientras que todos los enfoques de representación múltiple resaltan la importancia del lenguaje para la representación de conceptos abstractos, caracterizan el papel del lenguaje de manera diferente: el lenguaje puede considerarse simplemente un acceso directo para acceder al significado de la palabra (teoría LSS) o puede darse un papel más crucial, como un medio para mejorar los procesos de pensamiento (el pluralismo representativo de Dove), o una compleja experiencia corporal y social (TPHS).

Esta revisión se centrará en particular en cuatro teorías de representación múltiple que son actualmente influyentes, o tienen el potencial de serlo: el enfoque LSS (Language and Sit Simulation) (Barsalou, Santos, Simmons & Wilson, 2008), el enfoque de representación pluralista de Dove (2009, 2011, 2014) y el enfoque PCHS (Palabras como Herramientas Sociales) (Borghi, 2013; Borghi & Binkofski, 2014; Borghi & Cimatti, 2009).

3.4.6 Lenguaje y simulación situada

Según la visión del lenguaje y la simulación situada (en adelante LSS) (Barsalou et al., 2008), a nuestro conocimiento conceptual le subyacen sistemas múltiples. LSS se enfoca en los sistemas lingüísticos y de simulación, que interactúan continuamente. Por ejemplo cuando se nos presenta la palabra “gato”, primero activamos el sistema lingüístico, reconocemos la forma de la palabra y producimos palabras asociadas, como “perro”, “siamés”, etc. Luego comenzamos a enraizar, situar o fundamentar el concepto, por ejemplo, visualizando al gato y recreando nuestras interacciones con ellos. Como muestra este ejemplo, de acuerdo con la teoría LSS, el sistema lingüístico se dedica a categorizar palabras durante su percepción. Durante una tarea lingüística, como la decisión léxica, la activación de las formas lingüísticas alcanza su máximo antes, en línea con el principio de especificidad de codificación (Tulving & Thomson, 1973). Mientras que en este nivel las palabras se procesan solo superficialmente, cuando el sistema de simulación está involucrado, el procesamiento es más profundo, en línea con la idea de que, en comparación con las palabras, las imágenes acceden más directamente al sistema conceptual (Glaser, 1992; Paivio, 1986). Después del reconocimiento de palabras, el sistema de simulación se activa, es decir, el cerebro simula los estados sensoriomotores y mentales activos durante las interacciones con los referentes de la palabra. Las asociaciones de palabras (por ejemplo, "la cama del perro") pueden proporcionar un acceso directo, que permite un acceso rápido a información conceptual (Barsalou et al., 2008; Connell & Lynott, 2013).

En pocas palabras, de acuerdo con LASS, las palabras funcionan como “punteros” para el objeto, entidad o situación a la que se refieren. La verificación de propiedades y la investigación con la técnica fMRI (Barsalou et al., 2008) han proporcionado evidencia para la activación del sistema de simulación que ocurre en paralelo con el del sistema lingüístico, pero un poco más lentamente. Simmons et al (2008) realizaron un estudio de (fMRI) en el que los participantes realizaron una tarea silenciosa de generación de propiedades donde se les pidió que sub-vocalizaran, inmediatamente después de la presentación de un concepto

diana, las propiedades que creyeran pertenecían a dicho concepto¹². Se asume que las propiedades generadas en la tarea provienen de la simulación que surge en la mente de los participantes después de haber recibido el estímulo lingüístico. Luego, en una sección de exploración posterior, se sometieron a dos tareas de localización¹³. En la primera tarea del localizador, se les pidió que crearan asociaciones de palabras para diferentes tipos de conceptos (p.e: Objetos comunes como automóviles, estados mentales como “adivinar”, conceptos abstractos como “extensión”, etc.) y en la segunda tarea imaginar una situación que contuviera el concepto. Las primeras fases de generación de palabras en la tarea de generación de propiedades silenciosas activaron las mismas áreas cerebrales involucradas durante la primera tarea localizadora, es decir, áreas típicamente involucradas durante tareas lingüísticas, como la circunvolución frontal inferior izquierda (área de Broca). Sin embargo, las últimas fases de la generación de palabras, de imaginación de situaciones, se activaron las mismas áreas cerebrales involucradas durante la segunda tarea de localización, es decir, las áreas del cerebro que normalmente están activas durante las imágenes mentales, como el precúneo y la circunvolución temporal media derecha.

Aunque estos hallazgos son novedosos y convincentes, existen algunas advertencias. Dado que la fMRI tiene una escasa resolución temporal, la investigación adicional sobre el tiempo complementaría y estimularía las predicciones del enfoque LSS. Lo que es más importante, incluso si los resultados informados proporcionan evidencia de que el sistema lingüístico está involucrado antes que el sistema de imágenes, esto no implica necesariamente que el significado solo se active más tarde, durante la activación del sistema de simulación, como sugieren los teóricos de LSS. De hecho, la activación del área de Broca podría ser evidencia de la activación del sistema motor para prepararse para una acción situada

¹² En el marco de los estudios sobre los conceptos, desde la psicología cognitiva se han realizado investigaciones con el objetivo de determinar el contenido de los mismos en términos de propiedades. En tal sentido, a través de tareas de generación de propiedades se ha logrado determinar qué clase de información integra los conceptos, teniendo en cuenta de manera especial la distinción entre conceptos concretos y abstractos (Barsalou & Wiemer-Hastings, 2005).

¹³ En estos estudios, las tareas de localización miden la asociación entre las palabras y la simulación situada. En el contexto del artículo citado, la primera tarea fue de localización de las asociaciones entre las palabras para identificar las áreas cerebrales subyacentes a dichas asociaciones. La segunda tarea de localización consistió en generar situaciones para identificar las áreas cerebrales que subyacen a la simulación conceptual. En ambas tareas de localización, los participantes recibieron una señal y produjeron palabras asociadas para sí mismos durante 5 segs. (Simmons et al., 2008).

(Rizzolatti & Craighero, 2004). Además, la teoría LSS no está específicamente dirigida a explicar conceptos abstractos. En principio, se podría concluir a partir de sus principios que, si bien los conceptos concretos activan el sistema de simulación, los conceptos abstractos activan el lingüístico. Sin embargo, no es lo que propone LSS. En contraste, los teóricos de LSS afirman, sobre la base de evidencia de fMRI (Wilson-Mendenhall, Simmons, Martin & Barsalou, 2013), que los conceptos concretos y abstractos activan una mezcla de información de simulación y de forma lingüística, que se distribuyen de manera diferente, dependiendo de la tarea. También argumentan que diferentes áreas del cerebro se activan dependiendo del contenido conceptual.

Para resumir, la teoría LSS argumenta a favor de la “representación múltiple” de conceptos tanto concretos como abstractos, estableciendo que cada tipo de concepto activa diferentes áreas cerebrales dependiendo de su contenido y es la tarea, no el tipo de concepto, lo que determina un mayor compromiso de las áreas lingüísticas frente a las sensoriomotoras.

En relación a las fortalezas y restricciones de este enfoque, el LSS es una propuesta importante porque es la primera teoría totalmente corpórea que reconoce la importancia de los conceptos no solo de la percepción, la acción y las emociones, sino también del lenguaje como un insumo para la representación. En comparación con las perspectivas que se esbozaron anteriormente, LSS tiene una fuerte ventaja adicional que lo distingue: identifica un mecanismo subyacente a la representación conceptual, es decir, la activación paralela, pero también ligeramente diferente, de la función lingüística y sensoriomotora sistema. Sin embargo, tal mecanismo no se aplica específicamente a la representación de diferentes tipos de conceptos, sino a la tarea adoptada. Una posible limitación final de LSS es que argumenta que el lenguaje simplemente se utiliza como un atajo para acceder al significado, y se da a entender que las tareas lingüísticas superficiales no permiten el acceso al significado. Esto se contradice con la evidencia que sugiere que el acceso al significado es muy rápido, ya que puede ocurrir 150 ms después del comienzo de la palabra (Hauk, Johnsrude & Pulvermüller, 2004).

3.4.7 Pluralismo representacional

La segunda teoría de Representación múltiple es la del Pluralismo representacional. Esta teoría fue propuesta por Dove (2009, 2011, 2013, 2014) y, a diferencia del enfoque LSS, está dedicada específicamente a la explicación de conceptos abstractos. En su formulación original, este punto de vista sostenía que, si bien los conceptos concretos podían explicarse a través de una visión corpórea, los conceptos abstractos no (Dove, 2009). Más recientemente, Dove (2011, 2014) ha sugerido que tanto los conceptos abstractos como los concretos se corporeizan aunque en diferentes grados. Su visión puede considerarse de naturaleza híbrida, ya que combina aspectos corpóreos y no corpóreos.

Dove está comprometido con el pluralismo representativo y propone que para dar cuenta de la representación de conceptos abstractos debemos dejar espacio para algunas representaciones amodales. La teoría de Dove se inspira en la TCD de Paivio (1986), y puede considerarse un intento de devolver algunos aspectos importantes de TCD a la vanguardia mediante la adopción de un marco corpóreo. En todo caso, Dove aclara que su teoría toma una postura encarnada, por lo que se aparta de la visión de Paivio.

En su respuesta encarnada, Dove propone que las unidades básicas de las representaciones verbales y no verbales son los símbolos perceptuales (Barsalou, 1999), en lugar de las imágenes mentales. Recordemos que los símbolos perceptivos son experiencias perceptuales que involucran todos los sentidos y se pueden combinar de la misma manera que los símbolos. Estos símbolos perceptuales pueden ser multimodales, esquemáticos y no necesariamente operar de modo consciente.

El lenguaje juega un papel importante en la representación de conceptos abstractos. Según Dove, las representaciones lingüísticas están solo parcialmente encarnadas. Están encarnadas porque se basan en simulaciones sensoriomotoras, pero adquieren significado no debido a esta forma de encarnación, sino a causa de su relación con otras palabras. En este sentido, este punto de vista también se acerca a los enfoques distributivos, según los cuales

el significado se deriva de las asociaciones entre palabras (Andrews, Frank & Vigliocco, 2014).

La importancia predominante del lenguaje define qué es un concepto abstracto y lo que le permite distinguirse de los conceptos concretos. El lenguaje juega un papel esencial, ya que potencia nuestras capacidades cognitivas al servir como medio de pensamiento gracias a sus características combinatorias (Dove, 2011, 2014). Según Dove, cuando adquirimos el lenguaje, adquirimos un nuevo y poderoso sistema de representación, que interactúa con otros sistemas corpóreos, pero no se superpone a ellos. Este sistema consiste en simulaciones que pueden ser selectivas y parciales y no involucraría, necesariamente, formas de habla interna, ya que las simulaciones pueden ser completamente inconscientes. El lenguaje, en su opinión, es un sistema de símbolos amodal internalizado que se basa en un sustrato corpóreo. Según Dove (2014), no se puede obtener una explicación completamente corpórea de la estructura sintáctica, morfológica y fonológica del lenguaje: incluyendo las explicaciones dadas por la psicolingüística que postulan la interacción significativa entre sistemas de comprensión y producción (Teoría de Pickering & Garrod, 2013) totalmente corpóreo, puesto que generalmente se basan en representaciones intermedias que funcionan como un puente entre la producción y la comprensión (Dove, 2013).

Aunque Dove no produjo aún pruebas directas para respaldar su teoría, analiza evidencia reciente que demuestra la importancia de la imaginabilidad para el procesamiento conceptual. Él informa sobre estudios de disociaciones dobles que muestran que, si bien el daño del hemisferio izquierdo conduce a un deterioro semántico selectivo para palabras de alta imaginabilidad, también se observa el caso opuesto. Además, muestra evidencia recopilada mediante técnicas de ERP que muestran una *ventaja de* procesamiento para palabras abstractas (respuestas conductuales más rápidas cuando se controló un número importante de factores, entre ellos, imaginabilidad y disponibilidad de contexto). Estos resultados contradicen la literatura previa que indica un efecto de facilitación en el procesamiento de las palabras concretas por sobre las abstractas (p.e. West & Holcomb, 2000). Asimismo, Barber et al (2013) comentan que en su estudio las palabras concretas aún

presentaron ventajas sobre las abstractas en términos de que los componentes N400 y N700 fueron más amplios para las palabras concretas. La discrepancia puede deberse al mayor control de factores (p.e. imaginabilidad) (Dove, 2014).

Por otro lado, las conclusiones de Dove son respaldadas por estudios de fMRI que han demostrado un mayor compromiso de las regiones superiores del lóbulo temporal izquierdo y las regiones inferiores de la corteza prefrontal izquierda para palabras abstractas en comparación con palabras concretas, y el hemisferio derecho o la activación bilateral en el caso de palabras concretas. Dove señala que si bien la evidencia que utiliza muestra claramente que dos sistemas neurales diferentes están comprometidos, es compatible tanto con la opinión de que las representaciones lingüísticas son modales como con aquellas que afirman que son amodales, por lo que se necesita investigación adicional para desentrañar este complejo problema.

Dove (2015) contribuyó aún más al debate sobre la cognición corpórea al sugerir que los conceptos abstractos plantean tres problemas diferentes para la cognición incorporada, para lo cual se pueden encontrar diferentes soluciones. El primer problema que nota es la generalización, que es el problema de cómo podemos representar información que va más allá de nuestra experiencia. El segundo problema es el problema de la flexibilidad, que surge de la posibilidad que las representaciones corpóreas se activen de manera diferente, o en diferentes niveles de profundidad, dependiendo del contexto y la tarea. El último desafío es el problema de la descorporeización: la naturaleza "encarnada" de los conceptos abstractos necesita ser demostrada, y representa un desafío para la cognición corpórea. Los tres problemas pertenecen tanto a conceptos concretos como abstractos, pero son particularmente urgentes y marcados para este último tipo de conceptos.

Sin embargo, estos problemas no están exentos de soluciones y cada teoría puede ser adecuada para manejar y resolver problemas diferentes. Considere por ejemplo la teoría RCA basada en emociones: mientras que resuelve parcialmente el problema de descorporeización, mostrando que los conceptos abstractos también se basan en estados corporales, parece

incapaz de manejar los problemas de flexibilidad (¿por qué los sistemas emocionales deberían activarse de manera diferente según la tarea? ¿Qué rol juega el contexto?), de generalización (¿cómo explicar la formación de conceptos superordinados de alto nivel, como “animal”?) y explicar por qué la experiencia sensoriomotriz es tan crucial para algunos conceptos y menos para otros.

Considerando los aportes y desafíos de la teoría propuesta por Dove, podemos afirmar que tiene muchas ventajas, entre las cuales se encuentra el importante reconocimiento del papel desempeñado por la experiencia lingüística en el procesamiento conceptual. Sin embargo, así como en el resto de las teorías revisadas, se requiere más investigación para proporcionar evidencia concluyente. Esta limitación es particularmente marcada para este enfoque, ya que no está directamente respaldado por el trabajo empírico, incluso si el autor ilustra y discute la evidencia convergente. Además, gran parte de la evidencia de apoyo conductual y neurocientífica depende del importante papel de la imaginación. Sin embargo, se ha demostrado recientemente que la imaginación está correlacionada, pero no se puede combinar, con la abstracción (Kousta et al., 2011). Otra limitación es que esta teoría se centra en la representación de conceptos en adultos, sin considerar cómo se adquieren dichos conceptos. Además, en sus diferentes formulaciones, sigue siendo ambiguo en cuanto al papel desempeñado por los símbolos amodales y perceptuales. También está el hecho que Dove inicialmente afirmó que los conceptos abstractos están representados a través de símbolos amodales (Dove, 2009) y luego argumentó que incluso si los conceptos abstractos activan simulaciones sensoriomotoras, esta no es la forma en que adquieren su significado (Dove, 2011), y afirmó que el aprendizaje del lenguaje conduciría a la adquisición de un “sistema semántico nuevo y descorporeizado”.

3.4.8 Enfoque de palabras como herramientas sociales

El enfoque de palabras como herramientas sociales (en adelante PCHS) (Borghi, 2013; Borghi & Binkofski, 2014; Borghi & Cimatti, 2009) propone que los conceptos se expresan en representaciones que se derivan tanto de las experiencias perceptuales/motoras como de las lingüísticas. Tiene en común con la teoría LASS, en que es una visión totalmente corpórea, porque sostiene que las simulaciones sensoriomotoras deben activarse para generar el significado. Sin embargo, consideraremos esto como una visión de corporeidad débil, de manera similar a la teoría LASS, porque argumenta que no solo las áreas sensoriomotoras, sino también las áreas lingüísticas -específicamente, áreas relacionadas con el procesamiento auditivo, la producción de lenguaje y la fonología- y, además las áreas sociales, por ejemplo, las áreas dedicadas al reconocimiento de otras personas conocidas, participan en la representación del significado de conceptos abstractos.

De acuerdo con la propuesta PCHS, se encarnan tanto conceptos concretos como abstractos. Al mismo tiempo, en el caso de conceptos abstractos, la conexión a tierra en sistemas sensoriomotores no es suficiente. En contraste con otras teorías que enfatizan el papel del lenguaje, el punto de vista PCHS no considera solo la importancia de las asociaciones de palabras para explicar el significado, sino que va más allá. Además, esta teoría se centra también en la experiencia del uso del lenguaje en sí mismo (pragmática), enfatizando el papel de la dimensión social en la adquisición de palabras. Desde este punto de vista, tanto las palabras concretas como las abstractas se consideran herramientas sociales que nos ayudan a interactuar con los demás y con el entorno físico y social. La propuesta PCHS tiene cuatro principios centrales, que se evaluarán a la luz de la evidencia reciente (Borghi & Binkofski, 2014). El primer principio es que los conceptos concretos y abstractos se caracterizan por sus diferentes modalidades de adquisición (Bergelson & Swingley, 2013; Borghi et al., 2011; Granito, Scorolli, & Borghi, 2015). Esto implica que, dado que los conceptos abstractos no tienen referentes únicos y concretos, sino que tienen referentes dispersos y diversos, se adquirirán tanto a través de la experiencia sensoriomotriz como de la información lingüística. Además, el entorno físico está menos disponible como andamio

para apoyar la adquisición de conceptos abstractos que para los concretos: el lenguaje en sí mismo juega un papel de andamiaje para los conceptos abstractos. La literatura sobre Modalidad de Adquisición (MdA) (Wauters, Tellings, van Bon & van Haften, 2003) muestra que algunas palabras se adquieren principalmente a través de la experiencia sensoriomotora (p.e. “botella”), las palabras más abstractas se adquieren principalmente a través de información lingüística (p.e. “filosofía”), mientras que otras tienen un estado intermedio (p. ej., “bosque”). Mientras que en los primeros cursos de la educación formal las palabras se adquieren principalmente a través de la modalidad perceptiva, en los textos de cursos de 6° básico, la mayoría de las palabras se aprenden a través de la información lingüística. La modalidad de adquisición y la edad de adquisición están interconectadas y tienden a correlacionar, pero no con dimensiones superpuestas. Sin embargo, los estudios sobre la edad de adquisición indican que los conceptos abstractos se adquieren más tarde que los concretos, en un momento en que los niños ya dominan muchas palabras. Una hipótesis influyente sobre el desarrollo conceptual sostiene que, para adquirir palabras abstractas, los niños necesitan dominar una cantidad consistente de palabras y de conocimiento lingüístico de base, y que la adquisición de la sintaxis y la semántica están estrechamente entrelazadas (Gleitman, Cassidy, Papafragou, Nappa & Trueswell, 2005).

El enfoque de PCHS sostiene que los niños pueden basarse simplemente (o sobre todo) en mecanismos asociativos entre palabras y sus referentes; para aprender conceptos abstractos es probable que requieran no solo conocimiento lingüístico, sino también habilidades sociales sofisticadas. Más importante aún, no solo las competencias lingüísticas, sino también las sociales serían particularmente relevantes para el aprendizaje de palabras abstractas, porque la selección de su referente es más difícil (Tomasello & Akhtar, 1995). Los estudios que investigan la comprensión temprana de conceptos abstractos revelan que los conceptos abstractos (p.e. “ausente”) surgen alrededor de los 10 meses y se vuelven más estables alrededor de los 14 meses (Bergelson & Swingley, 2013). Los conceptos abstractos comienzan a ser comprendidos en correspondencia con el surgimiento de algunas habilidades sociales fundamentales: la capacidad de seguir la mirada de los demás así como la capacidad de desarrollar formas de atención conjunta que permite a los niños determinar lo que ellos y

los adultos “conocen juntos” (Carpenter, Nagell, Tomasello, Butterworth & Moore, 1998). La literatura sobre testimonio encontró que los niños en edad preescolar están dispuestos a recibir aclaraciones de los adultos, y que alrededor de los 3 o 4 años pueden y desean controlar la precisión de la información que reciben (Corriveau & Harris, 2009; Sabbagh & Baldwin, 2001). Fundamentalmente, el testimonio es particularmente relevante en dominios donde los insumos ambientales son insuficientes como es el caso de los conceptos abstractos (Harris & Koenig, 2006).

El segundo principio del enfoque PCHS es que las diferentes modalidades de adquisición influyen en la representación conceptual en el cerebro. Dada la diversidad y el carácter disperso de sus referentes, los conceptos abstractos deberían involucrar áreas del cerebro que están más distribuidas y menos enfocadas que aquellas asociadas con conceptos concretos (Rodríguez-Ferreiro, Gennari, Davies & Cuetos, 2011). Según el enfoque PCHS, mientras que los conceptos concretos y abstractos activan las redes sensoriomotoras, las áreas que forman parte del sistema de procesamiento del lenguaje se activan más para el procesamiento de conceptos abstractos que para el procesamiento de conceptos concretos. Para verificar esta hipótesis, Sakreida et al. (2013) y Scorolli et al. (2012) realizaron un estudio de fMRI y TMS basados en un estudio conductual previo (Scorolli et al., 2011) utilizando oraciones en las que tanto el sustantivo como el verbo podrían ser concretos o abstractos (p.e. “acariciar al perro/la idea”, “pensar en el perro/ la idea”). El estudio fMRI demostró que los conceptos abstractos activaron las áreas sensoriomotoras centrales, es decir, la corteza premotora lateral izquierda (circunvolución precentral) y medial (área motora suplementaria). Mientras que expresiones puramente concretas (“acariciar al perro”) desencadenaron activación dentro del giro frontal inferior izquierdo (pares triangulares) y las palabras puramente abstractas activaron dos focos dentro de la corteza parietal inferior izquierda, (p.e. “pensar en la idea”) comprometiendo la parte anterior de la circunvolución temporal media izquierda, es decir, parte del sistema de procesamiento del lenguaje. Consistentemente, en el estudio con TMS, las frases que contenían verbos concretos y abstractos activaron el sistema motor relacionado con la mano (PEM, potenciales evocados motores), pero la activación de este sistema se retrasó en frases que contenían verbos

abstractos. Esto podría deberse a un flujo de activación en cascada desde la boca hasta las áreas motoras relacionadas con la mano. Existe una limitación para el estudio TMS, ya que su interpretación sigue siendo en parte especulativa, debido a la ausencia de un estudio de control con los PEM de la boca. Además, los resultados del estudio TMS convergieron con los del estudio conductual (Scorolli et al., 2011) al mostrar que los tiempos de respuesta fueron más rápidos para los pares congruentes (verbo abstracto - sustantivo abstracto, verbo concreto - sustantivo concreto) que para los no-congruentes (Scorolli, 2014). Esto sugiere que los conceptos abstractos y concretos se representan en circuitos parcialmente diferentes y que el cambio de un circuito a otro (p.e. desde el núcleo sensoriomotor al sistema lingüístico, ver Sakreida et al., 2013) implica un costo en términos de tiempo de procesamiento.

El tercer principio del enfoque PCHS es que las diferentes modalidades de adquisición conducen a diferentes contrapartes corporeizadas. PCHS predice que, debido a su vínculo con el lenguaje, los conceptos abstractos activan más el sistema motor relacionado con la boca, mientras que los conceptos concretos, más vinculados a acciones manipuladoras, activan más el sistema motor relacionado con la mano. Esta predicción ha sido respaldada por dos estudios (Borghi et al., 2011; Granito et al., 2015) en los que a los participantes se les enseñaron nuevas categorías y luego nuevas etiquetas y un estudio en el que los participantes debían decidir si definiciones abstractas y concretas encajaban con conceptos concretos y abstractos (Borghi & Zarcone, 2016). Borghi et al. (2011) operacionalizaron categorías concretas como nuevos objetos tridimensionales (3D) presentados en la pantalla de la computadora, que diferían en color y forma, y palabras abstractas como grupos de objetos en movimiento que interactuaban de maneras novedosas. A los participantes se les pidió que “manipularan” los objetos concretos moviéndolos en la pantalla del computador y observando la interacción de los miembros de las categorías abstractas. Una tarea posterior de verificación de propiedades donde a las personas se les preguntó, por ejemplo, si un atributo X pertenecía a una palabra inventada como “CALONA”, reveló que, aunque las respuestas con la mano eran más rápidas a palabras concretas, es decir, cuando los participantes tenían que presionar una tecla del teclado, las respuestas con la boca facilitaban

a las palabras abstractas, es decir, cuando los participantes tenían que decir “sí” en el micrófono. La ventaja de la boca fue más pronunciada cuando se introdujeron conceptos abstractos utilizando explicaciones de su significado y no solo nombres. La evidencia adicional que apoya este principio del enfoque PCHS fue proporcionada por Granito et al. (2015), quienes replicaron la ventaja de la boca con conceptos abstractos. En este estudio, los nuevos nombres y explicaciones de las categorías de significado fueron introducidos por un investigador para imitar la situación social que típicamente caracteriza la adquisición conceptual. Los resultados revelaron que, con palabras abstractas, los participantes que se habían sometido al entrenamiento lingüístico se desempeñaron mejor que los otros cuando se les pidió responder con la boca (micrófono) en una tarea de reconocimiento categórico (“¿Pertenecen XX e YY a la misma categoría?”; Granito et al., 2015).

Otros estudios de calificación en los que se preguntó a los participantes cuántos efectores diferentes estaban involucrados en la acción con las palabras/frases *target* confirmaron la asociación entre los conceptos abstractos y la boca. Granito et al (2015) y Borghi & Zarcone (2016) encontraron que los participantes asociaron categorías concretas con la mano y abstractas con la boca. Ghio, Vaghi & Tettamanti (2013) encontraron resultados convergentes: mostraron que mientras los conceptos abstractos relacionados con estados mentales y emociones están más asociados a la boca, los conceptos numéricos están más asociados con la mano, probablemente debido a la influencia del conteo de los dedos cognición numérica (Fischer & Brugger, 2011; Moseley, Carota, Hauk, Mohr & Pulvermüller, 2012).

Los estudios de fMRI han proporcionado evidencia adicional potencialmente en línea con la propuesta de PCHS, y han demostrado que los conceptos abstractos activan la circunvolución frontal inferior izquierda y la circunvolución temporal media izquierda (Binder, Desai, Graves & Conant, 2009; Wang, Conder, Blitzer & Shinkareva, 2010). La región del giro frontal inferior izquierdo está involucrada en la producción del lenguaje y el procesamiento fonológico, particularmente en la subvocalización (Fiebach, Ricker,

Friederici & Jacobs, 2007). Un estudio con TMS¹⁴ demostró que la decisión léxica con palabras abstractas fue menos precisa después de la estimulación de las áreas temporal izquierda y frontal inferior izquierda, sugiriendo que las entradas léxicas abstractas se almacenan en la parte posterior del giro superior temporal izquierdo y posiblemente en el giro inferior frontal izquierdo (Papagno et al., 2009).

Por otro lado, la evidencia reciente de fMRI de Hoffman, Binney & Lambon Ralph (2015) confirma que los conceptos concretos están más asociados con la experiencia visual y los abstractos con la experiencia acústica, como lo revela la mayor activación de las áreas temporales dorsolaterales para conceptos abstractos y de áreas temporales ventromediales para concretos, mientras que ambos tipos de conceptos convergen en la activación del lóbulo temporal anterior ventrolateral. Evidencia adicional de fMRI con una tarea de juicio ortográfico converge con el enfoque PCHS y reveló que, en comparación con los conceptos concretos, las áreas adicionales del lenguaje participaron en el procesamiento de conceptos abstractos en la región temporal superior bilateral y temporal superior (Kumar, 2015).

En resumen, los estudios de resonancia magnética convergen en mostrar un mayor compromiso de la circunvolución frontal inferior izquierda, típicamente asociada a la producción del lenguaje y el procesamiento fonológico; del giro temporal superior, involucrado en el procesamiento auditivo, pero también en la cognición social (Martin, 2016), y de la circunvolución temporal media, que se dedica a la comprensión del lenguaje durante la lectura y durante el reconocimiento facial de caras familiares. Los resultados conductuales sobre la activación de la boca y la activación de las áreas del cerebro que se describieron son compatibles con la idea de que, para acceder al significado de las palabras abstractas, recreamos nuestras experiencias previas en la adquisición de las mismas, y también ensayamos dichas palabras o volvemos a explicarnos su significado. Esto puede

¹⁴ La TMS (sigla en inglés para estimulación transcraneal magnética) es una técnica no invasiva e indolora que permite estimular directamente el cerebro (p.e. las cortezas cerebrales) mediante el uso de la energía eléctrica que pasa a través de una bobina de estimulación para crear un campo magnético de alta potencia en áreas corticales y algunas subcorticales.

ocurrir, al menos en parte, a través del lenguaje interno. Otros datos de fMRI revelan que no solo se activan áreas lingüísticas, sino también áreas relacionadas con componentes experienciales, como el hemisferio derecho (giro frontal superior, precúneo, D'Esposito et al., 1997; corteza cingulada anterior, amígdala, unión parieto-occipital, Perani et al., 1999) y circunvolución occipital (Jessen et al., 2000), lo que implica que la reactivación de experiencias multimodales es un componente esencial en el acceso al significado de las palabras abstractas.

En general, la evidencia neuronal revela, de acuerdo con el enfoque PCHS, que las áreas relacionadas con las experiencias sensoriomotrices y lingüísticas son activadas por los conceptos abstractos, que el papel de las áreas lingüísticas es más importante para los conceptos abstractos que para los concretos, y sugiere que estas áreas lingüísticas pueden involucrar la subvocalización.

El cuarto principio de la propuesta PCHS es que, dado el papel crucial del lenguaje en la formación de conceptos abstractos, es más probable que se vean influenciados por las diferencias entre las lenguas que los conceptos concretos. Por ejemplo, Malt, Sloman, Gennari, Shi & Wang (1999) han demostrado que el concepto concreto de “contenedor” es muy variable en todos los idiomas en términos de nombres, pero no en términos de conocimiento: cuando a hablantes nativos de chino, español e inglés se les pidió que realizaran una tarea de clasificación, la variabilidad interlingüística desapareció y adoptaron los mismos criterios al momento de agrupar “contenedores”. En contraste, mucha evidencia ha revelado que el concepto abstracto de “tiempo” varía entre las lenguas no solo en términos de nombres, sino también en términos de su conceptualización: por ejemplo, el tiempo evoca la dimensión vertical para el chino mandarín, pero la dimensión horizontal para participantes estadounidenses (Borghi & Binkofski, 2014).

Hasta el momento es posible identificar varios aspectos positivos de esta teoría. Quizás la primera y más importante es que se basa en un mecanismo que caracteriza los conceptos abstractos: cuanto más abstractos son los conceptos, mayor es la información

lingüística (tanto en términos de forma como de contenido) que debe ser necesaria para compensar la menor experiencia perceptual y mantener juntos sus diferentes miembros. Otra fortaleza del enfoque de PCHS sobre otras teorías es que se enfoca no solo en la representación conceptual, sino también en la adquisición de las palabras. Por lo tanto, tiene el potencial de unificar dos corrientes de investigación separadas, la adquisición de palabras en niños y la representación de conceptos abstractos en adultos.

Dentro de las limitaciones, es importante clarificar que si bien la afirmación de que la adquisición conceptual influye en la representación conceptual en el cerebro es potente, sigue siendo especulativa y debería desarrollarse e investigarse más a fondo. Además, el concepto de modalidad de adquisición debe analizarse más para resolver el dilema de si lo que cuenta es solo la adquisición inicial o también los momentos del desarrollo sucesivos en que se usa una palabra dada, renegociando así su significado. Además, ¿debería ocurrir necesariamente tal adquisición a través de un proceso social o podría también ocurrir a través de textos escritos, como cuando leemos información en Wikipedia?. Una última limitación de la propuesta PCHS es que la principal evidencia recopilada hasta ahora se deriva de estudios sobre la adquisición de palabras en adultos y estudios sobre los fundamentos neuronales de conceptos abstractos, por lo que se deben realizar más estudios sobre la adquisición de lenguaje en bebés y niños, al igual que otros estudios interculturales, para probar la hipótesis de que los conceptos abstractos se ven más afectados por la variabilidad lingüística que los concretos.

La evidencia revisada y el análisis propuesto pueden ayudar a comprender dónde está el campo de la representación de los conceptos abstractos y hacia dónde se dirige. A continuación, se presentan las principales conclusiones, las que se discuten posteriormente:

a. Los enfoques según los cuales la representación de conceptos abstractos puede explicarse exclusivamente sobre la base de su fundamentación en sistemas sensoriomotores o en sistemas lingüísticos no tienen el suficiente respaldo empírico.

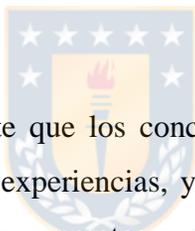
b. Los enfoques de representaciones múltiples representan una alternativa viable, porque resaltan la importancia de diferentes tipos de experiencias: lingüística, emocional, social y sensoriomotora. La principal novedad en el campo en los últimos años ha estado representada por estos puntos de vista.

c. Entre los puntos de vista de representación múltiple, parece ser que la evidencia, hasta ahora, ha demostrado que un enfoque corpóreo que considere la importancia de la experiencia del lenguaje puede ser capaz de explicar en mejor medida las representaciones de los conceptos abstractos. No obstante, si bien es crucial reconocer el papel fundamental que juega el lenguaje en los conceptos abstractos, no hay necesidad de postular que el lenguaje haga uso de representaciones amodales. En cambio, es importante subrayar el papel del lenguaje para la adquisición de conceptos abstractos, enfocándose en el lenguaje en sus aspectos multifuncionales, como una experiencia corporal, social y emocional, así como para subrayar el papel del lenguaje como medio de pensamiento, capaz de extender nuestras habilidades cognitivas. Esta idea del lenguaje como experiencia corporal y social es totalmente compatible con resultados que muestran una mayor activación de la boca con conceptos abstractos y con estudios de imágenes cerebrales que indican una mayor activación de las áreas de cognición social y de las áreas lingüísticas involucradas en la producción del lenguaje, en el procesamiento auditivo y en el procesamiento semántico. Sin embargo, en el campo investigativo, las opiniones difieren en cuanto al carácter modal o amodal del mismo lenguaje y se necesitan más investigaciones y teorías para desentrañar este complejo tema. También se necesita más investigación para explorar más a fondo el papel desempeñado por la información emocional (teoría RCA), y social y lingüística (teoría PCHS);

d. Mientras que las perspectivas más interesantes parecen convergen al mostrar que, en comparación con los conceptos concretos, los conceptos abstractos están más (pero no exclusivamente) caracterizados por información social, emocional y lingüísticamente transmitida que por información sensoriomotora, los estudios más recientes también están empezando a identificar subtipos de conceptos abstractos, en términos de que la información experiencial evocada se distribuye de diferente manera. Esta es una dirección de

investigación fructífera y útil para preparar un terreno sólido en el desarrollo de enfoques de representación múltiple más convincentes.

El análisis de la literatura apunta a una conclusión central, que establece que las explicaciones basadas en una sola estrategia son insuficientes y que es necesario reconocer que las diferentes experiencias (emocionales, sociales, lingüísticas y sensoriomotrices) juegan un papel en la representación de conceptos abstractos. Más importante aún, el papel central que desempeña la información emocional y social para los conceptos abstractos ha sido subrayado solo muy recientemente, por la RCA y por las teorías PCHS, respectivamente. Además, la dirección de investigación que concilia las teorías de significado corpóreas y distribucionales, atribuyendo importancia tanto a la información sensoriomotriz como a la transmitida lingüísticamente, proporciona una nueva forma de dar cuenta de todos los tipos de conceptos.



Igualmente, parece evidente que los conceptos se basan en diferentes fuentes de información y diferentes tipos de experiencias, y que esto también se aplica a conceptos concretos. Incluso si los conceptos concretos y abstractos se organizan a lo largo de un continuo, la distribución de estas experiencias difiere sustancialmente: mientras que los conceptos concretos se basan principalmente en el sistema de percepción y acción, los abstractos recrean más, pero no exclusivamente, experiencias sociales, emocionales y lingüísticas. Parece que estas diferentes estrategias pueden tener diferentes activaciones, dependiendo no solo del tipo de tarea, sino también del tipo de concepto abstracto. La investigación adicional será esencial para profundizar estos entendimientos y será relevante que se enfoque en investigar y definir detalladamente las diferencias entre los conceptos abstractos.

Si bien la activación de una red de áreas cerebrales distribuidas de manera diferente - dependiendo del contenido conceptual- está en línea con una visión corpórea, queda por aclarar si hay algo distintivo en los conceptos abstractos, lo que podría explicar por qué

percibimos, evaluamos y usamos conceptos abstractos de una manera diferente a los conceptos concretos.

Si bien está ampliamente establecido que se necesitan formas múltiples de representación para explicar la complejidad de los conceptos abstractos, no todos los investigadores en esta área comparten la opinión de que todos los sistemas son modales y la modalidad de los sistemas sigue siendo un problema para futuras investigaciones (ver Dove, 2009, 2015; Tomasino & Rumiati, 2013; ver para una propuesta muy reciente Reilly, Peelle, García & Crutch, 2016). En su lugar, creemos que no es necesario exigir representaciones amodal y que una visión totalmente incorporada tiene el potencial de cumplir con el desafío de explicar conceptos abstractos. Además, explicar los conceptos abstractos no requeriría la adopción de una estrategia única.

Se han visto ciertas ventajas de los enfoques de representación múltiple cuando se combinan con aquellos más corpóreos. Igualmente, los estudios sobre la activación de diferentes dimensiones recién están comenzando. Hemos argumentado dentro de esta revisión que las teorías de representación múltiple pueden explicar la variabilidad de la información activada en ambas tareas y conceptos. Sin embargo, es importante tener en cuenta que hay debilidades en esta área y que tanto la “información lingüística” como la “experiencia lingüística” deben definirse mejor. El lenguaje puede verse simplemente como un atajo para acceder al sistema de simulación (Barsalou et al., 2008), como una forma de acceder al significado a través de las asociaciones entre palabras (puntos de vista distributivos: por ejemplo, Landauer & Dumais, 1997; Lund & Burgess, 1996), o como una forma de proporcionarnos capacidades computacionales adicionales (Clark, 1998; Dove, 2014). Sin embargo, el lenguaje puede ser todo esto, pero también mucho más: las palabras son herramientas sociales para actuar en el mundo y el lenguaje es, en sí mismo una experiencia social y corpórea crucial (Borghgi & Binkofski, 2014; Borghgi & Cimatti, 2009), que es probable que posea implicaciones emocionales (Vigliocco et al., 2014). El lenguaje puede ayudarnos a formular predicciones y contribuye a controlar nuestro comportamiento (Lupyan & Bergen, 2016; Lupyan & Clark, 2015) y a mejorar nuestro pensamiento

(Vygotsky, 1986). El lenguaje puede proporcionar un pegamento para mantener unidos a los diferentes miembros de la categoría (Borghi & Binkofski, 2014), así como un medio para razonar introspectivamente sobre ellos (Barsalou & Wiemer-Hastings, 2005). Tal perspectiva podría alentar la colaboración entre una gama de especialidades dentro del puente de la psicología, por ejemplo, la investigación de los estudios de desarrollo sobre la adquisición del lenguaje y los estudios sobre la representación conceptual en adultos, idea planteada en esta revisión. Curiosamente, hasta ahora los estudios sobre adquisición y representación de conceptos abstractos representan dos líneas de investigación separadas (Granito et al., 2015). Uno de los principales desafíos podría ser el intento de unificarlas bajo un enfoque unitario.

Más importante aún, la influencia del lenguaje en los conceptos puede verse como un mecanismo poderoso, útil para la comprensión de palabras abstractas de todo tipo. La activación de todo tipo de información lingüística, es decir, de información transmitida lingüísticamente, información de forma lingüística e información lingüística a nivel sintáctico, se vuelve más importante a medida que aumenta el nivel de abstracción. Además, por lo que hemos discutido anteriormente, debería ser obvio que la activación de la información lingüística no difiere de la activación del contenido conceptual. De hecho, el enfoque corpóreo postula que los conceptos abstractos evocan y recrean las experiencias previas, y las experiencias lingüísticas y sociales forman parte crucial de ellas. Es plausible que, cuanto menos información sensoriomotora y afectiva se active, más lenguaje sea necesario, ya que desempeñaría un rol de andamiaje para permitir la adquisición de palabras abstractas. Más importante aún, el lenguaje no sería simplemente un medio para acceder al significado, sino que trae “un mundo a la mano” de ricas experiencias individuales y sociales. Por otro lado, es importante aclarar que si bien se aprecia positivamente la idea de que el lenguaje puede contribuir a mejorar nuestras capacidades de pensamiento; si se deja espacio para teorizar sobre representaciones amodales, como lo hace Dove, se corre el riesgo de “reincidir” en el problema de la conexión o puesta a tierra de los símbolos (problema compartido por todos los enfoques no corpóreos, pero también por todos los enfoques híbridos de la cognición).

La naturaleza amodal y arbitraria del lenguaje ha sido cuestionada recientemente por los estudios sobre iconicidad en lenguas articuladas y de señas, que muestran la similitud entre algunas características de las palabras y algunas características de sus referentes, como es el caso de las correspondencias sonido-forma: por ejemplo, las palabras con vocales redondeadas -como “bouba” o “maluma”- que suelen usarse para referirse a formas redondeadas y palabras con vocales sin redondear -como “kikki” o “takete”- para formas dentadas (Gentilucci & Corballis, 2006; Maurer, Pathman & Mondloch, 2006; Perniss & Vigliocco, 2014). Además, creemos que no solo los símbolos amodales, sino también los símbolos basados en conexiones a tierra poseen propiedades combinatorias y pueden exhibir productividad (Barsalou, 1999). Los símbolos lingüísticos puestos a tierra exhiben todas las propiedades que les permiten apoyar nuestros procesos de pensamiento. Finalmente, si con símbolos amodales, Dove se refiere a símbolos representados en áreas cerebrales donde la información está integrada, preferimos suponer la existencia de áreas de convergencia en el cerebro (Damasio, 1989) como áreas donde la información multimodal converge. El debate está abierto y se necesitan nuevas pruebas para proporcionar respuestas definitivas, pero creemos que la dirección de investigación más prometedora para explicar conceptos abstractos es la que concibe el lenguaje como un sistema modal y corpóreo.

Capítulo 4. Lenguaje y pensamiento contrafactual

El pensar cómo podrían haber sido las cosas, los posibles resultados que no ocurrieron pero que pueden imaginarse se conocen como pensamientos contrafactuales. El pensamiento contrafactual es pensar "en contra de los hechos". Estos pensamientos consisten en el formato "¿y si?", "Si solo hubiera...", se piensa en cómo las cosas podrían haber sido diferentes. El razonamiento contrafactual implica imaginar alternativas a un evento (Epstude & Roese, 2008) y alternar entre una situación real y una imaginaria (contrafactual). El término razonamiento contrafactual generalmente se reserva para situaciones en las que el individuo hace un ejercicio mental de dejar en paréntesis lo que se sabe que es cierto y especular sobre una posibilidad falsa como si fuera cierto. Los eventos en el futuro (por ejemplo) que son contrarios al estado actual, pero que todavía no pueden conocerse como verdaderos o falsos se denominan condicionalmente hipotéticos, no contrafactuales (Westby, 2016).

La lengua española, gracias al modo gramatical subjuntivo, ofrece la posibilidad de pensar e imaginar finales alternativos a historias autobiográficas. Ese tipo de pensamiento es muy importante dadas las implicancias adaptativas que comporta así como su relación con cierta emocionalidad y se conoce como pensamiento contrafactual o contrafáctico. El lenguaje que permite expresar dicho pensamiento se ha denominado lenguaje contrafactual. A continuación, se darán algunas de las características centrales de dicho pensamiento y lenguaje, ya que forman parte del objeto de estudio de la presente investigación.

4.1 Características formales

Si se piensa en una expresión como "Si hubiera llamado a mi amiga, habríamos salido a bailar", fácilmente se concluye que hace referencia a un evento que contradice el hecho que realmente ocurrió y, a menudo, se vincula a sentimientos o etiquetas léxicas que contienen culpa o algún sentimiento asociado (arrepentimiento, pesar, remordimientos, lamentos, etc.).

El pensamiento que se está viendo reflejado en estos casos se entiende como pensamiento contrafactual y, como objeto de estudio, forma parte de un área interdisciplinar denominada razonamiento contrafactual, la que es compartida por la lingüística, la psicología, la lógica y las neurociencias. El razonamiento contrafactual es una característica distintiva de la cognición humana que permite la capacidad de “salir” de la experiencia inmediata y lograr perspectivas alternativas, soñadas e imaginadas. Las representaciones mentales del razonamiento contrafactual de la experiencia pasada (p.e., eventos pasados imaginados o resultados futuros posibles que son aún inciertos), nos habilitan para planificar y predecir, contribuyen a la creatividad y el insight¹⁵, y dan lugar tanto a ciertas emociones (p.e. arrepentimiento y culpa) como atribuciones sociales que, eventualmente, contribuyen a la conducta adaptativa y el aprendizaje.

Como señalan Urrutia & de Vega (2012a), el uso cotidiano y natural de las expresiones cognitivas contrafactuales contrasta con lo enrevesado de su formato lingüístico, esto es, el uso del pretérito pluscuamperfecto o condicional compuesto del modo subjuntivo. El subjuntivo es el modo de la irrealidad por excelencia y, en el caso del contrafactual, sitúa el centro deíctico entre la realidad del hablante (su aquí y ahora) y un tiempo pasado donde transcurrió la acción (Urrutia & de Vega, 2012a).

La expresión de condicionales causales y contrafactuales generalmente implica el uso de cláusulas dependientes, por ejemplo, en el condicional hipotético causal: "Si hace suficiente calor, iremos a nadar" o el contrafactual causal: "Si le hubiera echado bencina al auto, habría partido". Aunque tanto hipotéticos causales como contrafácticos utilizan con frecuencia estructuras sintácticas similares, los contrafactuales son más complejos que los condicionales hipotéticos. Ambos tipos de condicionales se pueden usar para el razonamiento lógico, pero los contrafactuales se usan generalmente para promover la resolución de problemas futuros o para regular las propias emociones. Por lo tanto, el pensamiento

¹⁵ Insight es un término anglosajón de difícil traducción al castellano que tiene un significado similar a *darse cuenta*, *consciencia* o *tomar consciencia*, pero psicológicamente es más profundo e introspectivo que dichas expresiones.

contrafáctico es un aspecto importante del desarrollo de habilidades de funciones ejecutivas (Westby, 2016).

En el área de la psicología social, donde la emocionalidad tiene un papel relevante, Gilovich & Medvec (1994) apuntan que los contrafactuales pueden ser expresiones de pesar tanto por la acción (el deseo de no haber hecho lo que se hizo) como por la inacción (desear haber hecho algo) y parecen tener una distribución temporal en términos de que en el corto plazo (días o semanas) las personas parecen escoger el uso de contrafactuales de pesar por la acción (p.e tendría que haberme callado), ya que las acciones inmediatas tienen mayor impacto en las decisiones y experiencias del presente, en cambio, a largo plazo (meses o años) parecen usarse con mayor frecuencia contrafactuales de inacción (debería haber escogido otra ruta) ya que los eventos, lejanos en el tiempo, parecen implicar un menor o nulo riesgo en el momento actual y sólo están limitados por nuestra imaginación. Ahora bien, los contrafactuales no son solo el reflejo de lo no ocurrido, sino un elemento que gatilla procesos constructivos orientados al futuro a través de la simulación mental de posibilidades novedosas y creativas (Roese, Sanna & Galinsky, 2005). En este sentido, implicarse en la actividad lingüística y cognitiva de la contrafactualidad permitiría prevenir errores, dado que se llevan a cabo inferencias de las causas de un hecho al analizar tanto la cláusula condicional antecedente como consecuente y las posibilidades que se abren a partir de ellas.

De acuerdo con lo anterior, MacMullen, Markman & Gavanski (1995) destacan dos tipos de contrafactuales que toman direcciones opuestas en cuanto a la emocionalidad que gatillan: contrafactuales ascendentes (upward) y descendentes (downward). La primera categoría consiste en una comparación directa entre una situación real negativa y una posibilidad mejor y deseable. Así en "Si hubiera ahorrado dinero, habría tenido una mejor pensión", el contrafactual sirve como una especie de instrucción para mejorar la acción futura tanto de la persona como de los demás. Distinto es el caso de los contrafactuales descendentes como "Si hubiera subido a ese bus, me habría muerto en el choque", donde los eventos podrían haber sido peores y se establece cierto alivio, consolación o gratitud por la situación presente o futura en un marco de emociones características (Roese, Sanna & Galinsky, 2005).

4.2 Lenguaje contrafactual y corporeidad

Son escasas las investigaciones que han indagado la relación entre lenguaje contrafactual y la corporeidad, a pesar de que existen indicios indirectos que permiten sustentar ciertas hipótesis. Se sabe, por ejemplo, que la lectura de oraciones contrafactuales de acción interfiere con la planificación de una respuesta de acción, tal como lo hacen las oraciones de acción simple (De Vega & Urrutia, 2011). También, que el lenguaje no literal o metafórico, como “captar” o “agarrar” la idea, involucra regiones pre-motoras que se superponen con redes de ejecución de acción (Boulenger, Hauk & Pulvermüller, 2008). Igualmente, las representaciones múltiples desencadenadas por las oraciones contrafactuales provocan activaciones más fuertes que las factuales, porque compiten entre sí y, por lo tanto, involucran procesos de inhibición o control prefrontales lo que se evidenció en pacientes con Parkinson y lesiones de la corteza prefrontal quienes ven perjudicada la generación y razonamiento en contrafactuales (Beck, Riggs, & Gorniak, 2009; McNamara, Durso, Brown & Lynch, 2003).

El fundamento de lo anterior tiene que ver con que el razonamiento contrafactual involucra procesos de control prefrontal porque estas tareas, que involucran aspectos cognitivos de teoría de la mente, requieren el desacoplamiento de las alternativas de los estados reales (Krueger, Barbey & Grafman, 2009).

Los contrafactuales pueden comprometer la competencia entre interpretaciones alternativas de los hechos, específicamente en las regiones prefrontales mediales. Los estudios de imágenes que investigan la comprensión del discurso narrativo, por ejemplo, informan la activación de regiones prefrontales mediales alrededor del área motora suplementaria (AMS) en la comprensión de estas oraciones, debido al aumento de las demandas para mantener múltiples representaciones (las metas de los personajes, ubicaciones, acciones, etc.). Por otro lado, estudios de neuroimagen y electrofisiológicos indican que zonas del AMS y pre-AMS están involucradas en la resolución de la competencia entre acciones físicas alternativas en tareas de ir/no-ir (go/no-go), y tareas de cambio de tarea

y parada (Chen et al., 2009; Goel, 2007; Simmonds, Pekar & Mostofsky, 2008; Speer et al., 2009; Yarkoni, Speer & Zacks, 2008).

Urrutia, Gennari & de Vega (2012) se preguntaron si las acciones en oraciones contrafactuales se procesaban como acciones de oraciones fácticas, en relación a un parámetro neural y corpóreo del esfuerzo físico, es decir, si la implicación del cuerpo en términos de un contenido semántico-pragmático específico, hacía o no una diferencia en las ya conocidas diferentes formas de procesar oraciones factuales y contrafactuales. De ser así, dicha diferencia debiese observarse en las regiones premotoras y parietales relacionadas con la acción que se superponen con la ejecución de la acción. Por otro lado, es igualmente posible que se hubiesen generado otros escenarios en la comprensión de contrafactuales con valores diversos en sus parámetros corpóreos, por ejemplo, si la comprensión contrafactual involucra la competición entre múltiples representaciones de la acción descrita en la frase, se deberían provocar respuestas más intensas de los contrafactuales que las declaraciones fácticas en las regiones prefrontales mediales, además de las regiones relacionadas con la motricidad y que contribuyen a las representaciones de la acción.

Para dilucidar los mecanismos de procesamiento neural, comprender mejor la naturaleza de las representaciones semánticas implicadas en la comprensión de las acciones contrafactuales y analizar el grado en que se dan las representaciones de acción sensorio-motora cuando se comprenden acciones contrafactuales y cómo se procesa el significado de tales oraciones en virtud del parámetro corpóreo del esfuerzo físico, Urrutia et al (2012) se preguntaron si el lenguaje contrafactual activa áreas motoras al igual lenguaje factual. En su estudio con fMRI sometieron a una tarea experimental a 18 participantes (13 mujeres) hispanohablantes de alrededor de 30 años con estudios de grado y posgrado de la ciudad de York, Reino Unido. Se manipularon cuatro condiciones experimentales: oraciones contrafactuales de alto esfuerzo físico (CFAE), oraciones contrafactuales de bajo esfuerzo físico (CFBE), oraciones factuales de alto esfuerzo físico (FAE) y oraciones factuales de bajo esfuerzo físico (FBE), más algunas oraciones de control que describían acciones mentales. Las oraciones contrafactuales se componían de dos cláusulas: antecedente y consecuente.

Su estudio demostró que hubo un solapamiento entre las acciones físicas, identificadas por un localizador, y el contenido lingüístico de esfuerzo físico, tanto para oraciones factuales como contrafactuales. Específicamente, las estructuras parietales, conocidas por su activación ante la planificación de las acciones dirigidas a objetos, fueron sensibles al esfuerzo físico descrito por la oración, independientemente de su grado de facticidad. Además, un amplio grupo de áreas adyacentes a la corteza motora y pre-frontal medial respondió con mayor fuerza a las oraciones contrafactuales que a las factuales, indicando, de esta manera, el costo cognitivo de los contrafactuales al gestionar y/o inhibir las representaciones de acciones alternativas. Los autores señalan que sus resultados son consistentes con las teorías sensoriomotoras del significado, en relación a que la experiencia relevante para la acción y la cognición no incluye solamente representaciones de acción, sino también su selección y manipulación, determinando diferencias entre grados de esfuerzo físico.

Si bien el estudio anterior constituyó un paso importante en la comprensión de los predicados contrafactuales y sus correlatos neuronales mediante la técnica de fMRI, este experimento se realizó con predicados de acción, esto es, eventos que implicaban acciones físicas, por tanto, en la presente investigación, se dará un paso más al abordar tanto el contenido de acción como el contenido mental en el procesamiento de frases contrafactuales, con distintos niveles de esfuerzo. En la presente investigación se trabajará con la técnica de electrofisiología que tiene un alto poder temporal, pero bajo poder espacial, por tanto el estudio aportaría a explicar con mayor detalle el procesamiento cognitivo temporal de los distintos grados de esfuerzo con contenidos aún más abstractos, considerando que las frases contrafactuales tienen un contenido abstracto por encontrarse en un pasado eventual con ramificaciones futuras hipotéticas.

4.3 Lenguaje contrafactual y envejecimiento

En cuanto a la relación del envejecimiento con los procesos cognitivos contrafactuales existe escasa evidencia, la que se expondrá a continuación.

Considerando la importancia del razonamiento contrafactual como representaciones mentales que sirven a otros procesos cognitivos, tales como la planificación, el razonamiento causal, la resolución de problemas y la toma de decisiones en la vejez, McNamara, Durso, Brown & Lynch (2003) lograron demostrar que los adultos mayores con enfermedad de Parkinson producen significativamente menos pensamientos contrafactuales que los mayores sanos, a pesar de equipararse previamente en sus niveles de memoria semántica, lo que podría indicar que el pensamiento y lenguaje contrafactual serían una medida de envejecimiento cognitivo sano y la base neuronal de dicha mantención/afectación parece radicar primordialmente en los lóbulos frontales (McNamara et al., 2003).

Por otro lado, también se han verificado diferencias en los procesos de memoria gatillados por el razonamiento contrafactual entre jóvenes y personas mayores. Un estudio sobre razonamiento contrafactual encontró que los adultos mayores tienen una memoria más vulnerable al falso recuerdo cuando se implica en razonamientos de tipo contrafactual, es decir, el hecho de pensar contrafactualmente les induce a una mayor proporción de errores y sesgos en el recuerdo en comparación con los jóvenes (Gerlach, Dornblaser & Schacter, 2014). El mecanismo cognitivo subyacente parece ser la supresión de alternativas que es parte de los procesos inhibitorios y atencionales.

En efecto, Radvansky, Zacks & Hasher (2005) demostraron cómo los adultos jóvenes y los adultos mayores difieren en la susceptibilidad a la interferencia, reflejando menor capacidad de inhibición para materiales lingüísticos, lo que afecta, consecuentemente, los sistemas de memoria, especialmente la de trabajo, es decir, el lenguaje contrafactual impone mayores costos de procesamiento a los adultos mayores.

Si la supresión es un proceso crítico que subyace al procesamiento contrafactual, también podríamos esperar una dificultad selectiva en la comprensión de los contrafactuales asociados con el envejecimiento, porque los adultos mayores muestran un declive en los procesos inhibitorios que podría afectar su memoria para los textos. Por ejemplo, Radvansky et al (2005) han mostrado cómo los adultos jóvenes y los adultos mayores difieren en la inhibición.

El conjunto de estos efectos, no obstante, aún no ha sido explorado en el contexto de contrafactuales de contenido corpóreo ni mental en población envejecida.



Capítulo 5. Lenguaje, corporeidad y envejecimiento

En la presente sección se dará una visión sobre las aproximaciones que se han realizado al envejecimiento desde las perspectivas corpóreas relacionadas con el lenguaje en función de la hipótesis principal de la presente investigación, partiendo de especificaciones sobre el sistema nervioso en el adulto mayor y aclarando el modo que este tiene de representarse la acción, aspecto fundamental para comprender cómo se corporeiza el esfuerzo físico y mental.

5.1 Envejecimiento neurocognitivo

Como se detalló en capítulos precedentes, envejecer se asocia con cambios en casi todos los ámbitos de la vida, por ejemplo, la condición física, los sentidos, la función cerebral y la cognición. Cada órgano sensorial se ve afectado en el envejecimiento (Ulfhak, Bergman & Fundin, 2002), lo que afecta la percepción (Fozard & Gordon-Salant, 2001). Los déficits sensoriales son generalizados y tienden a presentarse en más de una modalidad, siendo el más prevalente el déficit en el gusto, seguido por los sentidos del tacto, olfato, vista y audición (Correia et al., 2016). Fenómenos similares se producen en el sistema motor con una pérdida de las neuronas motoras, disminución de la masa muscular (sarcopenia) y disminución de la fuerza, lo que resulta en alteraciones de la marcha y el equilibrio (Boelens, Hekman & Verkerke, 2013).

A nivel cerebral, la reducción de la corteza en adultos jóvenes ocurre a un ritmo de 0,12% por año, mientras que en mayores de 52 años este porcentaje anual alcanza el 0,35% (Dennis & Cabeza, 2008). La atrofia cortical asociada a la edad se distribuye de un modo relativamente específico a lo largo de varias regiones cerebrales. Los lóbulos frontales experimentan un deterioro más acelerado (entre 0,90% y 1,50% por año), mostrando así una especial vulnerabilidad, la que ha llevado a proponer una *teoría del envejecimiento cognitivo del lóbulo frontal* (West, 1996), según la cual los procesos cognitivos mediados por esta

corteza (e.g. las funciones ejecutivas) presentaran mayor predisposición al deterioro con la edad.

En la zona anterior de los lóbulos frontales se localiza la corteza prefrontal, la que muestra una contracción pronunciada con la edad (Raz, 2000). Los adultos mayores muestran una activación reducida de la corteza frontal izquierda inferior (Stebbins et al., 2002) y aumento de la activación de regiones homólogas en el hemisferio derecho o de diferentes subregiones de la corteza prefrontal en relación con los adultos jóvenes (Cabeza, 2002). A esto se agrega que la corteza prefrontal se ve dañada por cambios en la expresión de genes y proteínas como los canales de calcio y los receptores GABA (Thibault & Landfield, 1996), los que generan daños neuronales por exceso de excitación bioeléctrica (Bishop, Lu & Yankner, 2010). También se ha evidenciado que la corteza prefrontal genera una respuesta más pobre a los estímulos externos, transmitiendo una activación neuronal menos coordinada y más difusa (Bishop et al., 2010). Por su parte, la corteza parietal presenta una tasa de descenso en su volumen de entre 0,34% y 0,90% por año (Dennis & Cabeza, 2008) e, igualmente, la corteza temporal muestra una atrofia sustancial y progresivamente mayor del hipocampo frente a una relativa conservación de la corteza entorrinal (Dennis & Cabeza, 2008), con las correspondientes declinaciones en el lóbulo temporal medial (Burke & Barnes, 2006).

Considerando estos declives y tomando en cuenta que hay un sistema de neuronas espejo que se extiende sobre el lóbulo frontal inferior, el parietal inferior y áreas temporales superiores (Buccino et al., 2001), es probable que procesos tales como la observación y predicción de acciones, teoría de la mente, resonancia empática, resonancia motora y la simulación sensorio-motora en el adulto mayor se vean afectados, influenciando así la comprensión del lenguaje de acción, incluyendo aquel que incorpora referencias (explícitas o implícitas) al esfuerzo real (físico o mental). Esto constituye una hipótesis no ha sido comprobada aún en el plano lingüístico y resulta un objeto de interés para la psicolingüística interesada en los procesos de envejecimiento.

Por otro lado, el sistema motor en el adulto mayor, comprendido como el desempeño y la activación de la corteza motora y premotora, se ve igualmente afectado con el envejecimiento, y se ha relacionado con una menor frecuencia de participación en actividades sociales (Buchman et al., 2009) así como con aislamiento y sentimientos de soledad (Buchman et al., 2010). Los déficits de rendimiento del sistema motor en los adultos mayores parecen ser provocados por la disfunción de los sistemas nerviosos central y periférico, así como el sistema neuromuscular (Seidler et al., 2010). Estos déficits de rendimiento motor incluyen dificultades para la coordinación (Seidler, Alberts & Stelmach, 2002.), un aumento de la variabilidad del movimiento (Contreras-Vidal, Teulings & Stelmach, 1998), la desaceleración del movimiento (Buckles, 1993), así como dificultades con el equilibrio y la marcha (Tang & Woollacott, 1996), en comparación con los adultos jóvenes. Estos déficits tienen un impacto negativo en la capacidad de los adultos mayores para realizar actividades de la vida diaria. Desde los estudios con imágenes funcionales se han observado cambios generalizados relacionados con la edad en las redes motoras corticales.

Los adultos mayores requieren una activación más compleja del sistema motor para alcanzar desempeños similares a los de sujetos jóvenes (Ward & Frackowiak, 2003), experimentan un decremento en la excitabilidad de circuitos inhibitorios intracorticales (Hortobágyi, del Olmo & Rothwell, 2006) y de la corteza motora (Oliviero et al., 2006), lo que ha sido verificado con TMS. El potencial evocado motor, que se registra con esta técnica, es significativamente menor que en jóvenes (Oliviero et al., 2006) y el rendimiento motor varía como función del cambio en las regiones corticales y con los parámetros de la tarea a realizar (Ward, Swayne & Newton, 2008). La motricidad fina también se ve afectada, dada la evidencia de dificultades en la coordinación espacial de los movimientos de la muñeca y dedos (Contreras-Vidal, Teulings & Stelmach, 1998). La atrofia asociada con la edad de las regiones de la corteza motora y el cuerpo caloso puede precipitar o coincidir con descensos en aspectos motores (e.g. equilibrio y marcha), así como con déficits en la coordinación y movimientos desacelerados.

En consecuencia, la degeneración de los sistemas de neurotransmisión (principalmente el dopaminérgico) puede contribuir a la disminución de la motricidad gruesa y fina relacionadas con la edad, así como a mayores déficits cognitivos.

5.2 Representación de la acción en la vejez

La imaginería es una modalidad clave para la creación de representaciones, en este caso, representaciones de la acción en el contexto de su planificación y ejecución (Gabbard, 2009; Kosslyn, Thompson & Ganis, 2006). La representación de la acción es una habilidad que también parece decaer con la edad (Gabbard, Caçola & Cordova, 2011), aunque la extensión y condiciones en que se genera dicho efecto no están plenamente esclarecidos (Nedelko et al., 2010). Esta falta de claridad tiene que ver con evidencia contradictoria. A través de técnicas de fMRI, Nedelko et al (2010) encontraron evidencia tanto de actividad compensatoria como de un nivel mantenido en la actividad de las neuronas espejo de la corteza premotora ventrolateral y la corteza parietal inferior en mayores al compararlos con jóvenes, en tareas de observación e imaginación de actos motores en primera persona. Por otro lado, Caçola, Roberson & Gabbard (2013) hallaron que los mayores fueron significativamente más lentos e imprecisos, tanto para representarse las acciones (en general) como para realizar imaginería motora, cuando los efectores implicados estuvieron sometidos a esfuerzo, mostrando así que los modelos internos de acción se vuelven imprecisos con el avance de la edad (Personnier et al., 2008). Una posible explicación a esto puede tener que ver con los distintos niveles de complejidad que tiene representarse acciones rutinarias y simples versus tareas o movimientos inusuales o complejos. Esta idea es respaldada por los datos de Saimpont et al (2013), los que sugieren que la capacidad para llevar a cabo imaginería motora está preservada en las personas mayores para actividades usuales o simples, tales como caminar distancias cortas, señalar objetos con extremidades superiores a velocidad natural en contraste con acciones inusuales o difíciles tales como mover el brazo de modo rápido y preciso entre diferentes *targets* de tamaño decreciente, así como imaginarse caminando por senderos estrechos (Personnier et al., 2010).

Ahora bien, este decremento en la habilidad para representar mental y efectivamente planes de acción motora, se ha relacionado con la sobreestimación y la subestimación de las propias capacidades físicas al momento de planificar movimientos (Gabbard, 2015), lo que se ha asociado con caídas. En relación al punto anterior, los hallazgos neurofisiológicos sugieren una disminución de la capacidad para activar el sistema corticoespinal por órdenes motoras en adultos mayores (Sale & Semmler, 2005). Del mismo modo, los mayores son menos capaces de incrementar su actividad cortical motora cuando se requiere el aumento de la producción de fuerza, indicando una disminución de la capacidad para cambiar la actividad cerebral en respuesta al cambio de parámetros de tareas motoras (Ward et al., 2008). Otro factor de declive en el sistema motor de los mayores es el déficit, ya mencionado, en la circulación y captación de dopamina, lo que ha llevado a plantear que su cerebro estaría en un continuo preclínico con la Enfermedad de Parkinson (EP), en términos de que su cerebro observa, simula y predice de modo similar al de una persona portadora de EP (Bäckman & Farde, 2005).



5.3 Enfoque corpóreo del lenguaje y procesos de envejecimiento

Los modelos de envejecimiento cognitivo revisados en capítulos anteriores plantean que la comprensión del lenguaje no presenta diferencias significativas entre mayores y jóvenes, dada la preservación del nivel semántico. Las perspectivas corpóreas, por otro lado, vienen a predecir efectos diferenciales del envejecimiento sobre el procesamiento de contenidos semánticos que resulten desafiantes en la adultez mayor, de acuerdo a ciertos “parámetros” y sin que recursos y procesos cognitivos de orden superior, como las memorias de trabajo verbal y visoespacial, se vean necesariamente implicadas en dicha representación o simulación (De Scalzi, Rusted & Oakhill, 2015; Salas-Herrera, 2015).

En este contexto, es relevante aclarar que la noción de parámetro dice relación con que todas las acciones, percepciones y simulaciones hacen uso de parámetros neuronales. Por

ejemplo, la acción de alcanzar un objeto hace uso del parámetro neuronal de la dirección; la acción de levantar dicho objeto hace uso del parámetro neuronal de la fuerza, etc. Tal parametrización neuronal es penetrante e impondría una estructura jerárquica en el cerebro, esto es, los mismos valores de los parámetros que caracterizan la estructura interna de las acciones y “simulaciones” de acciones caracterizan la estructura interna de los conceptos relacionados con las acciones (Gallese & Lakoff, 2005) y, por consiguiente, el lenguaje. Igualmente, conviene especificar que el término “simulación” implica simular (mental e inconscientemente) el contenido de acción o perceptual de una frase, usando el mismo sistema neuronal activado al momento de actuar o percibir en la realidad material (Glenberg & Robertson, 2000), es decir, hay un uso compartido de mecanismos neuronales entre procesos sensorio-motores y procesos cognitivos de alto nivel (Pulvermüller, 2013).

Según lo argumentado, un parámetro neuronal que experimentaría transformaciones en el proceso de envejecer sería el parámetro del esfuerzo (Gallese & Lakoff, 2005). Pudiendo, eventualmente, haber otros tales como el tiempo, la posición, el espacio, las emociones y el dolor. En este contexto, la predicción corpórea es que, al cambiar la estructura y funcionamiento de los procesos sensorio-motores, la simulación del significado también debiese experimentar variaciones medibles, por lo que sería esperable observar diferencias significativas en dimensiones del procesamiento semántico en experimentos conductuales (tiempos de respuesta en zonas críticas de lectura de frases) y neurocognitivos (e.g. potenciales relacionados con eventos) en comparación con las simulaciones que realicen jóvenes en frases de alto y bajo esfuerzo físico. Por otro lado, el conocimiento acumulado sobre imaginación y representación motora permite, igualmente, suponer que la propagación de la activación será más rápida e intensa en jóvenes, lo que indica que la simulación que realiza el adulto mayor sea más lenta y/o imprecisa, salvo que la tarea sea, para él, usual y simple o que se activen los mecanismos compensatorios suficientes. En todo caso, estas parecen ser tendencias globales y aún no lo suficientemente clarificadas, menos en el contexto lingüístico del español de Chile.

La evidencia de efectos corpóreos en el lenguaje de los adultos mayores es escasa. A la fecha se registra tan solo un experimento conductual que ha indagado tangencialmente en esta población con el efecto ACE mediante oraciones de transferencia con contenido de acción concreta y la realización de movimientos hacia adelante y atrás en el teclado de un computador. En el mentado estudio, De Scalzi et al (2015) investigó si el ACE existe para personas con enfermedad de Alzheimer (EA), utilizando grupos de jóvenes, mayores sanos y portadores de EA. Si el ACE puede facilitar la comprensión del lenguaje, y también si la ACE todavía puede producirse si el orden de los dos eventos se invierte, es decir, si el movimiento precede la comprensión de oraciones de transferencia. En el Experimento 1, los participantes con EA, adultos jóvenes y adultos mayores sanos fueron evaluados en una adaptación del paradigma ACE. En el Experimento 2, el mismo paradigma se modificó para incluir un movimiento del brazo que los participantes tenían que realizar antes de la exposición de la oración en la pantalla.

Los resultados indican que los participantes jóvenes y los adultos mayores sanos respondieron más rápido cuando la dirección implícita en la oración coincidía con la dirección de la acción manual, indicando que las diferencias en contenidos concretos no difieren entre jóvenes y mayores en términos generales. Esto es relevante porque los mayores no serían significativamente más lentos o imprecisos que los jóvenes para contenidos de acción física, es decir, contenidos concretos. Igualmente y en consonancia con los estudios de Glenberg & Kaschak (2002) y Glenberg, Sato & Cattaneo, (2008a), los participantes jóvenes respondieron más rápido a las oraciones concretas “desde” que a las oraciones “hacia”.

Interesantemente, en el estudio de De Scalzi et al (2015) emergió un patrón distinto para los adultos mayores, con un Efecto ACE emergiendo más rápidamente en las oraciones concretas “hacia” lo que se atribuye a un efecto del envejecimiento. Una posible razón por la que las frases “hacia” producen efectos de compatibilidad más fuertes en mayores podría ser que la frase “hacia”: *Usted le da el libro a Laura*, se refiere a sí mismo como el agente que realiza la acción, mientras que la frase “desde”: *Laura le da el libro a usted* lo que hace es

no involucrar directamente una acción del participante. Imaginarse a sí mismo como el agente puede activar un esquema que contribuya a un mejor desempeño de las personas mayores en las frases “hacia”, lo que coincide con la evidencia que indica que el uso de esquemas en las poblaciones de mayor edad es más frecuente y más visible (Hutton et al., 1996). Mayor evidencia sobre esta explicación del “efecto de agente” la brindan Schwarzkopf et al (2011), quienes demostraron que la lectura de oraciones en tercera persona no produjo un Efecto ACE, apoyando la idea de que lo que importa es si el lector logra simular ser el agente de la oración y si las condiciones inducen o no interpretaciones autorreferenciales.

Además de los anteriores resultados, la autora señala que la interacción acción - lenguaje sería bidireccional y no involucraría, necesariamente, la participación directa de los sistemas de memoria en la comprensión del lenguaje. Dado este escenario, propone un “efecto *priming* de la acción sobre el lenguaje” donde la comprensión lingüística se ve apoyada por movimientos simples, lo que podría inaugurar líneas fructíferas de investigación en lingüística clínica desde el punto de vista de la evaluación e intervención, sobre todo en poblaciones clínicas (De Scalzi et al., 2015).

Ahora bien, si bien aparece evidencia relacionada con el contenido de acción y concreto, queda la incógnita sobre lo que podría ocurrir con contenidos mentales o de carácter abstracto en adultos mayores y como podría esto ser explicado, eventualmente, por teorías corpóreas (desde niveles de corporeidad fuerte a una corporeidad débil).

La evidencia sobre conceptos abstractos en la vejez es aún más limitada. Asumiendo que la representación de los conceptos abstractos cambia de la edad adulta a la edad avanzada, Borghi & Binkofski (2014) propusieron una propuesta corpórea y situada, el Enfoque de las Palabras como Herramientas sociales (PCHS), que podría explicar cómo representan los conceptos abstractos las personas mayores. En específico, desarrollaron hipótesis sobre conceptos los abstractos en el envejecimiento centrándose en el Enfoque PCHS y reinterpretaron hallazgos previos a la luz de dicha teoría, proponiendo que PCHS

puede dar cuenta de los hallazgos existentes y proporcionar un marco adecuado para poner a prueba el conocimiento conceptual en adultos mayores.

Según PCHS Según WAT, todos los conceptos se basan en la percepción, la acción y los sistemas emocionales; sin embargo, la información transmitida a través del lenguaje en un contexto social es particularmente crucial para los conceptos abstractos, mientras que la información sensoriomotora es más crucial para los concretos. Los conceptos concretos se adquieren típicamente a través de la interacción sensoriomotora con la palabra referente. Para adquirir conceptos abstractos, en cambio, nos beneficiamos más de los insumos lingüísticos y sociales, ya que sus referentes no son objetos/entidades claramente definidos.

La importancia del lenguaje para los conceptos abstractos se debe a muchas razones. Primero, las etiquetas pueden ayudar, como una especie de pegamento, a mantener juntas experiencias variadas y heterogéneas. En segundo lugar, las explicaciones ofrecidas por otras personas son cruciales para comprender el significado de las palabras. En consecuencia, los conceptos abstractos se adquieren más tarde que los concretos, se benefician más de la información transmitida lingüísticamente y están más influenciados por el contexto social. Consistentemente, la edad de adquisición y la modalidad de adquisición, a pesar de ser distintas propiedades de las palabras, correlacionan negativamente con la concreción y positivamente con la abstracción (Della Rosa et al., 2010). En tercer lugar, el lenguaje interno puede ayudarnos a volver a explicarnos el significado de las palabras abstractas, por lo general más complejas que las concretas (Borghi & Zarcone, 2016).

Para avanzar en las predicciones sobre conceptos abstractos en adultos mayores derivados de PCHS, se hará referencia a estudios recientes sobre personas mayores sanas, sin pretender exhaustividad. Incluso si se carece de evidencia específica en conceptos abstractos en el envejecimiento saludable, hay evidencia de que las habilidades lingüísticas en general se conservan en personas de edad avanzada, aunque el rendimiento de comportamiento puede ser debido a la activación de redes neuronales diferentes (Laumann Long & Shaw, 2000; Whiting, Chenery, & Copland, 2011; Shafto et al., 2012). Basándonos en los efectos: Edad

de adquisición de palabras y frecuencia de ocurrencia de palabras, generalmente correlacionados (las palabras de alta frecuencia son adquiridas tempranamente), se podrían predecir mayores dificultades en el dominio/uso de palabras abstractas en adultos mayores, ya que estas palabras se adquirieron más tarde. Cuando se produce la degradación del sistema semántico, las palabras más frecuentes se suelen preservar mejor que las palabras menos frecuentes (Jefferies et al., 2009). Sin embargo, es necesario notar que también se ha encontrado un efecto contrario al de concreción, es decir, la ventaja en el procesamiento y recuperación de conceptos concretos sobre abstractos (p.e. Harciarek & Kertesz, 2011 para una revisión).

En ausencia de patologías específicas y dado que la memoria léxico-semántica, expresada en medidas de vocabulario, se mantiene e incluso sigue aumentando con el envejecimiento, el declive de conceptos abstractos debería ser menos marcado que el declive de los concretos, ya que, comparados con conceptos concretos, los abstractos se adquirieron principalmente a través de información transmitida lingüísticamente y su representación depende más del lenguaje. Por lo tanto, el efecto de concreción debería reducirse con el envejecimiento (debido a la disminución menos pronunciada de los conceptos abstractos). No obstante, la evidencia sobre el efecto de concreción en el envejecimiento saludable es escasa.

Al respecto, Peters & Daum (2008) encontraron una reducción del efecto de concreción con el envejecimiento normal. Ellos investigaron los efectos del envejecimiento en tareas de recuerdo. Probaron tres grupos de participantes (edades promedio de 21, 42 y 61 años) en una tarea de codificación profunda: los participantes tenían que calificar las palabras como agradables o no. Después de un intervalo, los participantes debían responder "recordar" si estaban seguros de haber visto la palabra y recordar asociaciones, emociones, etc. con ella; y responder "saber" cuando reconocieron la palabra pero no asociaron ninguna información adicional con ella. La recolección de palabras concretas disminuyó progresivamente con la edad, mientras que el recuerdo de palabras abstractas mostró un descenso solo del grupo joven al de mediana edad, sin un mayor descenso entre la edad media y avanzada, revelando

la reducción prevista del efecto de concreción en el grupo más viejo. Shafto et al. (2012) con un paradigma de decisión léxica, en su lugar, proporcionó evidencia de una sensibilidad incrementada para la imaginabilidad, la que correlacionó con la concreción en adultos mayores más que en adultos más jóvenes. Shafto et al. (2012) manipularon palabras, imaginabilidad de palabras y fonología (medida por competición de cohortes) con registro de fMRI. Encontraron habilidades léxicas preservadas (en términos de la capacidad para distinguir palabras de no-palabras) en adultos mayores, y un mejor desempeño con palabras altamente imaginables tanto en jóvenes como en mayores. Los participantes mayores manifestaron una mayor sensibilidad a imaginabilidad y una menor sensibilidad a la competencia de cohortes, consistente con evidencia que muestra una reducción de las capacidades fonológicas después de mediados de los 70 años.

En un estudio reciente de fMRI, Roxbury, McMahon, Coulthard & Copland, (2016) también llevaron a cabo una tarea de decisión léxica, en la que los jóvenes superaban a los adultos mayores (edad promedio 71) en tiempos de respuesta y precisión, y el efecto de concreción se conservaba con el envejecimiento. Sin embargo, los fundamentos neuronales difirieron entre jóvenes y mayores, de manera consistente con la hipótesis de que los mecanismos compensatorios operan en los ancianos.

Curiosamente, la actividad del Giro Frontal Inferior izquierdo (GFI), asociada con procesos fonológicos, aumentó para palabras abstractas en comparación con palabras concretas, solo para adultos mayores. Los resultados también mostraron un incremento en la actividad para palabras abstractas en adultos mayores, en comparación con los adultos más jóvenes en el Giro Fusiforme Izquierdo, un área asociada a la recuperación de atributos visuales (Binder et al., 2009). También se encontraron diferencias en el Giro Angular. Es de notar que los conceptos abstractos están caracterizados por sus atributos visuales, mientras que los concretos se caracterizan por diferentes modalidades sensoriales, particularmente la táctil y somatosensorial (Connell & Lynott, 2012) y que el enlentecimiento cognitivo acaecido en la vejez afecta más a tareas de dominios espaciales que de dominios verbales (Lima, Hale & Myerson, 1991). Una posibilidad es que las discrepancias se deban a

diferencias en las tareas: el efecto de concreción parece reducirse con la edad en tareas de recuerdo, pero se conserva en la decisión léxica. La diferencia puede deberse al diferente nivel de procesamiento que implican (superficial vs. profunda), o al énfasis puesto en la velocidad de procesamiento, que es mayor en la tarea de decisión léxica. Mientras que los adultos mayores tienen un vocabulario preservado, cuando necesitan activarlo rápidamente están en desventaja debido a su lentitud cognitiva general (Salthouse, 2000). Sin embargo, es posible que puedan compensar mejor las palabras más definidas en su forma lingüística que en la forma perceptual cuando la tarea no se basa en la velocidad. De hecho, durante la tarea de decisión léxica auditiva más superficial (Roxbury et al., 2016) el efecto de concreción se conservó en el nivel conductual, pero las redes neuronales del fenómeno difirieron entre el grupo de mayor edad y el más joven. Específicamente, el reclutamiento de GFI izquierdo en adultos mayores para palabras abstractas y pseudopalabras indica que tiene lugar algún tipo de procesamiento fonológico. Esto, de acuerdo con el Enfoque PCHS, podría estar asociado con la verbalización encubierta del significado (habla interna). Vale la pena señalar que el procesamiento fonológico disminuye con el envejecimiento en función del déficit de propagación del priming desde los nodos semánticos a los fonológicos (Burke & MacKay, 1997; MacKay, 1987), sin embargo, los adultos mayores siguen confiando en el habla interna (Alderson-Day & Fernyhough, 2015).

Según lo predicho por el Enfoque PCHS, la activación del GIF izquierdo podría reflejar la activación de estrategias compensatorias, que involucran información lingüística transmitida en cuanto a contenido y de la forma lingüística, ambas cruciales para la representación de conceptos abstractos. La activación del GIF izquierdo jugaría así un papel compensatorio, en particular para los conceptos abstractos, los que se adquieren en etapas posteriores de la vida. Es importante considerar que, de acuerdo con el Enfoque PCHS, los conceptos abstractos no activan solo la información lingüística, sino que también se basan en la percepción, en particular en la modalidad visual. A pesar del declive de la visión con la edad, la evidencia reciente ha demostrado que la importancia de las características visuales en comparación con otras modalidades sensoriales es mayor para los adultos mayores que para los adultos más jóvenes (Costello & Bloesch, 2017; Maguinness et al., 2013). Esta

activación de la modalidad visual podría asociarse con la activación del Giro Fusiforme izquierdo (Roxbury et al., 2016).

En términos resumidos, según el Enfoque PCHS, los conceptos abstractos se basan en la experiencia sensoriomotriz y lingüística/social. Consistentemente, la pérdida de palabras abstractas, que típicamente se adquieren más tarde y son menos frecuentes que las concretas, se compensaría al reactivar constantemente sus características fonológicas/lingüísticas y visuales a lo largo de la vida, ya que existirían mayores oportunidades para aquello. Con base en este enfoque, se propone que los conceptos abstractos y concretos deberían tener una trayectoria diferente de declive. Cuando comienza el declive, los conceptos concretos, que dependen más del conocimiento sensoriomotor y episódico, deberían disminuir más rápidamente, mientras que los conceptos abstractos deberían disminuir más lento, ya que también se basan en el conocimiento lingüístico. De acuerdo con PCHS, los conceptos abstractos se basan en la experiencia sensoriomotora de manera similar a los concretos, pero se basan más en la experiencia lingüística que en los conceptos concretos. Por lo tanto, la predicción es que las trayectorias de declive de conceptos concretos y abstractos son distintas y están impulsadas por un peso diferente de los componentes conceptuales subyacentes (lingüístico, visual, motor, social, emocional, etc.). Más específicamente, se hipotetiza un declive menos marcado de los conceptos abstractos en comparación con los conceptos concretos, a pesar de su adquisición más tardía. Por otro lado, si el declive de ambos tipos de conceptos fuera determinado principalmente por la edad de adquisición de la palabra y los efectos de frecuencia, los conceptos abstractos deberían disminuir más rápidamente. Sin embargo, esta inferencia deberá ser probada empíricamente.

En síntesis, se conoce poco sobre cómo nuestra representación de conceptos abstractos cambia con el envejecimiento y cómo se relaciona con el procesamiento del lenguaje abstracto y mental. Algunas pruebas tentativas muestran que los conceptos abstractos se deterioran menos que los concretos, probablemente porque dependen más del lenguaje y la sociabilidad, y se ha demostrado que el vocabulario y el conocimiento

semántico están conservados en las personas mayores. Si se deterioran, se activan estrategias compensatorias, reclutando redes neuronales dedicadas al procesamiento fonológico y, posiblemente, al procesamiento visual. Esta evidencia está en línea con el Enfoque PCHS, según la cual los conceptos abstractos activan tanto la información perceptual como la lingüística y no está en línea con las hipótesis derivadas de que los efectos de edad de adquisición y de frecuencia de ocurrencia de la palabra que señalan un mayor declive de los conceptos abstractos. Sin embargo, es necesaria una mayor investigación empírica para obtener un conocimiento más claro.

Las futuras investigaciones deberán resolver si, como plantea PCHS, en el envejecimiento no patológico, las definiciones de conceptos abstractos mantengan una mayor riqueza que las concretas, en relación a los contextos sociales en los que se adquieren y utilizan. Teniendo en cuenta los diferentes resultados sobre el efecto de concreción obtenido con diferentes tareas, se necesitan más estudios para determinar si las restricciones de tiempo de las tareas basadas en velocidad permitirán, y en qué medida, el pleno acceso a recursos tales como el discurso interno que caracteriza más a los conceptos abstractos que los concretos. También es probable que se encuentre una configuración electrofisiológica de la preservación relativa a los conceptos abstractos con EEG, posiblemente indicada por una modulación del componente N400 del ERP relacionado con el efecto de concreción (West & Holcomb, 2000), y la comprensión y predictibilidad de las oraciones (DeLong, Groppe, Urbach & Kutas, 2012). Un contenido abstracto relevante para esta investigación es el contenido de carácter mental, el que tiene la particularidad de incorporar niveles de esfuerzo mental que están en relación a la operación cognitiva que se realice y que puede diferir entre la población adulto mayor y joven por el desuso de ciertas actividades mentales en el caso de los mayores.

Capítulo 6. Objetivos e hipótesis

6.1 *Objetivo general*

Determinar el impacto que tienen los declives corporales relacionados con los procesos de envejecimiento normal en la comprensión del lenguaje de acción en base al parámetro del esfuerzo mental, en contextos lingüísticos factuales y contrafactuales, desde un punto de vista conductual y neurocognitivo.

6.2 *Objetivos específicos*

OE1: Identificar las diferencias significativas en comprensión de oraciones de acción física con contenidos semánticos de alto y bajo esfuerzo, en contextos factuales y contrafactuales, entre jóvenes y adultos mayores en un estudio conductual.

OE2: Determinar las diferencias significativas en comprensión de oraciones de acción mental con contenidos semánticos de alto y bajo esfuerzo, en contextos factuales y contrafactuales, entre jóvenes y adultos mayores en un estudio conductual.

OE3: Comparar las diferencias significativas que presentan las personas mayores al momento de procesar oraciones de acción mental con diversos niveles de esfuerzo, en contextos factuales y contrafactuales, en términos de los potenciales relacionados con eventos N400 y P600 en un experimento electrofisiológico.

6.3 Hipótesis General

Los declives cerebrales asociados al envejecimiento impactarán negativamente los procesos de simulación del lenguaje, conduciendo a que la comprensión de este lenguaje se lleve a cabo de manera más lenta y, probablemente, más imprecisa en comparación con la población de jóvenes.

6.4 Hipótesis Específicas

H1: Los jóvenes comprenderán de modo más rápido y preciso el lenguaje de acción real con distintos grados de esfuerzo que los adultos mayores. Los adultos mayores tendrán tiempos de respuesta más largos y/o mayor proporción de errores para el lenguaje de acción real de alto esfuerzo.

H2: Los jóvenes comprenderán de modo más rápido y preciso el lenguaje de acción mental y con distintos grados de esfuerzo que los adultos mayores. Los adultos mayores tendrán tiempos de respuesta más largos y/o mayor proporción de errores para el lenguaje de acción mental de alto esfuerzo.

H3: Los jóvenes comprenderán de modo más rápido y preciso el lenguaje contrafactual y con distintos grados de esfuerzo que los adultos mayores. Los adultos mayores tendrán tiempos de respuesta más largos y mayor proporción de errores para el lenguaje contrafactual de alto esfuerzo.

H4: Los adultos mayores presentarán mayor N400 para el lenguaje de alto esfuerzo mental que para el de bajo esfuerzo mental.

H5: Los adultos mayores presentarán mayor P600 para lenguaje en contexto contrafactual que para el lenguaje en contexto factual.

SEGUNDA PARTE

Capítulo 7. Marco metodológico

7.1 Tipo de estudio

Ambos estudios son de tipo experimental, con manipulación de los niveles que pueden tomar las variables bajo estudio y un grupo contraste o control que es el de jóvenes presente en el primero de los experimentos. El primer experimento es conductual y el segundo neurocognitivo, usando electroencefalografía con la técnica de potenciales relacionados con eventos. A fin de organizar la información se especificarán las propiedades de ambos experimentos. Se presentarán las secciones empíricas de ambos estudios ordenados según las publicaciones a las que dieron lugar.

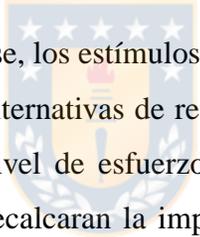


7.2 Proceso normativo

El proceso normativo o de validación de estímulos experimentales (normativo) tiene como finalidad asegurar la validez y confiabilidad del material a ser usado en él o los experimentos posteriores, de manera que se controle el sesgo con que el investigador construyó o escogió dichos estímulos, obedeciendo así a los principios de objetividad y rigurosidad de la investigación científica.

Dicho proceso está compuesto de tres fases: a) selección o construcción de los estímulos experimentales; b) sometimiento de determinadas dimensiones de los estímulos experimentales al juicio de una población equivalente a la del estudio experimental lo suficientemente numerosa y c) determinación de criterios estadísticos en base a los resultados obtenidos que permitan optar por el material más adecuado.

La primera fase fue cumplida en conjunto con las profesoras guía del presente estudio, con quienes se llevó a cabo un exhaustivo proceso de construcción de frases con diferentes niveles de imaginabilidad, esfuerzo y en contextos tanto factuales como contrafactuales. La elección del modo gramatical, el tipo de frase, tiempo verbal, etc. se decidió en base a la literatura previa. El trabajo para cumplimentar esta etapa se llevó a cabo en reuniones al interior del Departamento de Español y de la Facultad de Educación en base a una metodología cercana al brainstorming o lluvia de ideas. Las frases eran posteriormente analizadas mediante un debate que abordó su coherencia semántica, consideraciones léxicas y, sobre todo, plausibilidad pragmática; tomando en cuenta los grupos de referencia (jóvenes y adultos mayores). Producto de esta fase se definieron 200 frases las que fueron divididas en cuatro grupos de 50 cada uno.



En relación a la segunda fase, los estímulos ya organizados en grupos se vaciaron en un cuestionario tipo likert con 7 alternativas de respuesta. Dicho instrumento especificó la dimensión a ser controlada –el nivel de esfuerzo de cada frase– mediante instrucciones precisas así como ejemplos que recalcaran la importancia de utilizar toda la escala likert administrada, evitando así la polarización de las respuestas, comportamiento sabido en este tipo de instrumentos de “papel y lápiz”. Las 200 frases fueron evaluadas por un grupo de 70 jóvenes universitarios estudiantes de Fonoaudiología 3er año en mayo de 2016. Del mismo modo, 20 adultos mayores profesores universitarios calificaron estas 200 frases.

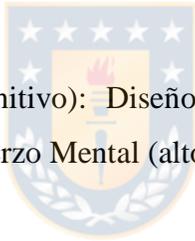
Finalmente, en base a un criterio consensuado con las tutoras, a partir de las medias estadísticas de cada frase. Todas las frases que tuvieran una media estadística de 5,5 o más se consideran de “alto esfuerzo” y, aquellas de 2,5 menos en su media estadística son consideradas de “bajo esfuerzo” para ambos tipos de imaginabilidad (alta y baja) y en ambos contextos (factual y contrafactual).

El proceso normativo, entonces, arrojó un total de 30 frases por cada nivel o condición experimental, es decir: 30 frases de alto esfuerzo físico factual, 30 frases de bajo esfuerzo físico factual, 30 frases de alto esfuerzo mental factual, 30 frases de bajo esfuerzo mental factual, 30 frases de alto esfuerzo físico contrafactual, 30 frases de bajo esfuerzo físico contrafactual, 30 frases de alto esfuerzo mentalcontrafactual y 30 frases de bajo esfuerzo mentalcontrafactual. Todos estos estímulos se adjuntan en el Anexo 1 de modo contrabalanceado.

7.3 Diseños experimentales

Experimento 1 (conductual): Diseño factorial de 2 Contextos (factual vs. contrafactual) x 2 Niveles de Esfuerzo (alto vs. bajo) x 2 Niveles de Imaginabilidad (alta vs. baja).

Experimento 2 (neurocognitivo): Diseño factorial de 2 Contextos (factual vs. contrafactual) x 2 Niveles de Esfuerzo Mental (alto vs. bajo).



7.4 Variables

Variables Independientes

VI 1: Esfuerzo mental alto en contexto lingüístico factual

VI 2: Esfuerzo mental bajo en contexto lingüístico factual

VI 3: Esfuerzo mental alto en contexto lingüístico contrafactual

VI 4: Esfuerzo mental bajo en contexto lingüístico contrafactual

Variables Dependientes

VD 1: Amplitud componente N400

VD 2: Amplitud componente P600

7.5 EEG y sus componentes

La actividad eléctrica cerebral se puede registrar colocando electrodos en el cuero cabelludo de una persona (Kaan, 2007). La señal eléctrica detectable en el cuero cabelludo se llama señal electroencefalográfica (EEG). Dicha actividad es capaz de proporcionar información sobre dos tipos de actividad cerebral: la espontánea y los potenciales relacionados con eventos (ERP) (Carretié, 2009).

Los ERP son cambios rápidos (respuestas) en la actividad eléctrica del sistema nervioso, originados por eventos, estímulos o tareas puntuales. En función de la modalidad sensorial por la que se percibe o a través de la que se exprese el acontecimiento que origina el ERP se clasifica el potencial en ERP: visual, auditivo, somatosensorial, olfativo, gustativo o motor. A pesar de que se registran mediante electroencefalografía, la pequeña amplitud (voltaje de la onda entre picos) de los ERP hace que aparezcan ocultos en un registro EEG de actividad espontánea, el que posee una amplitud muy superior. Por este motivo se desarrollan tareas experimentales para conseguir detectar esta débil señal de modo no invasivo (Carretié, 2009).

Los ERP constituyen respuestas psicofisiológicas relativamente complejas puesto que cuentan con diversos elementos denominados “componentes” (Carretié, 2009). Conceptualmente, un componente es una señal neuronal que se registra desde el cuero

cabelludo y que es generada en un módulo neuroanatómico específico cuando una operación computacional (cognitiva) es llevada a cabo (Luck, 2005). Un componente suele identificarse en base a su polaridad (signo eléctrico positivo (P) o negativo (N)), su latencia (tiempo de inicio o de llegada al pico donde es posible hablar de componentes de latencia corta, media y larga) y su distribución en el cuero cabelludo, es decir, en qué lugares del cuero cabelludo una onda es más pequeña o más grande (Carretié, 2009; Kaan, 2007). En todo caso, estos aspectos pueden ser superficiales y realmente no capturar la esencia de un componente (Carretié, 2009; Luck, 2005). Para subsanar estas dificultades es preferible usar definiciones operativas. Una definición operacional dada por Donchin, Ritter & McCallum (1978) es que un componente es un conjunto de cambios de potencial que pueden observarse y ser relacionados funcionalmente a una variable experimental o a una combinación de variables experimentales. En otras palabras, un componente de ERP es una fuente de variabilidad observada y controlable.



Los ERP se obtienen presentando al participante estímulos y/o una determinada tarea, y registrando los potenciales eléctricos (ondas cerebrales) desde el inicio del estímulo u otro evento de interés. Posteriormente, estos potenciales se promedian a lo largo de un gran número de ensayos del mismo tipo. El promedio mejorará los potenciales cerebrales que están relacionados con el inicio del evento y reducirá los potenciales cerebrales que no están vinculados al inicio del evento y que se supone son aleatorios (Kaan, 2007). La figura 1 muestra el proceso de obtención de la señal electrofisiológica.

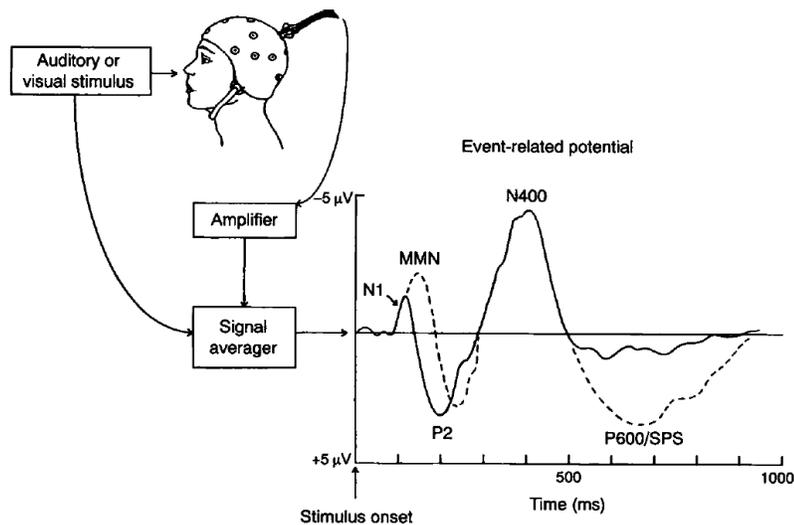


Figura 1. Ilustración de cómo se obtienen los ERP.

La actividad eléctrica se registra desde el cuero cabelludo mientras el participante está, por ejemplo, leyendo o escuchando palabras. La señal así obtenida se amplifica y promedia, con bloqueo de tiempo para el estímulo de interés, produciendo el ERP. Por lo general, se comparan dos o más condiciones (representadas por la línea sólida y punteada). El componente MMN (negatividad no coincidente) es más grande en los electrodos frontales, el N400 suele ser el más grande en las zonas centrales, y el P600 es el más grande en las zonas parietales. Esta figura se publicó originalmente como la Figura 1 en Osterhout, McLaughlin & Bersick (1997) (p.204).

Un ERP estándar se muestra en la Figura 1. El tiempo en milisegundos se representa en el eje X, con '0' correspondiente al tiempo de inicio de los estímulos o eventos relevantes; el eje Y representa las diferencias de voltaje en microvoltios. En esta figura, se trazó la polaridad negativa hacia arriba y muestra el ERP para un solo electrodo, aunque típicamente, los ERPs se registran de 16 a 128 electrodos simultáneamente. El ERP es una secuencia de deflexiones positivas y negativas. Se han distinguido varios componentes como N1, P2 y N400. Por ejemplo, el P2 es el segundo pico positivo que ocurre en el ERP; un N400 es una forma de onda negativa con una latencia máxima de aproximadamente 400 ms. Los

experimentos a menudo contienen dos o más condiciones e investigan cómo cambian las formas de onda ERP en función de la manipulación experimental.

Como se señaló, un componente es, idealmente, un reflejo de los mecanismos neuronales involucrados en ciertos procesos funcionales (cognitivos o perceptuales). Sin embargo, se debe tener en cuenta que la relación entre la forma de un ERP por un lado y los procesos funcionales y neuronales subyacentes es algo vaga: la latencia, la amplitud máxima e incluso la distribución del cuero cabelludo pueden variar incluso aunque se puede afirmar que los procesos funcionales y neuronales subyacentes son los mismos. Además, una forma de onda de ERP particular puede reflejar diversos procesos funcionales y neuronales. Por lo tanto, medir amplitudes de pico o latencias puede no ser la forma óptima de identificar componentes. Para superar este inconveniente, se han desarrollado técnicas matemáticas alternativas, como el *análisis de componentes independientes* y el *análisis de componentes principales*, para descomponer los ERP en subcomponentes (Makeig et al., 1997).

Los potenciales cerebrales relacionados con eventos reflejan la actividad eléctrica a gran escala en el cerebro. Más específicamente, reflejan una amplia actividad que, finalmente, afecta la acumulación sincrónica de potenciales postsinápticos en grandes grupos de neuronas. Tales potenciales solo pueden medirse en el cuero cabelludo si las neuronas están situadas relativamente cerca del cráneo, y son paralelas entre sí (configuración abierta). Las células piramidales en la neocorteza cumplen estos criterios. Por lo tanto, es probable que estas células contribuyan más a la actividad medida en el cuero cabelludo. La polaridad de una forma de onda (positiva o negativa) no es muy informativa con respecto a los mecanismos neuronales subyacentes. La polaridad puede depender de si las conexiones a las neuronas son inhibitorias o excitatorias, pero esto también se ve afectado por la ubicación y orientación de las neuronas, y la ubicación de los electrodos. Investigaciones recientes sugieren que los ERP pueden no solo reflejar cambios sistemáticos en la amplitud en

respuesta a cada evento, sino que también pueden verse afectados por un reinicio en el tiempo (fase) de las señales oscilatorias en curso en el cerebro (Makeig et al., 2004).

7.5.1 Componentes relacionados con el lenguaje

Dado que el presente estudio se relaciona con procesos de comprensión lingüística, a través de la presentación visual de estímulos y desde un enfoque corpóreo, será relevante describir los componentes electrofisiológicos asociados al lenguaje. También es necesario considerar el nivel del lenguaje implicado (oracional), por lo que focalizaremos en aquellos componentes y análisis relevantes para todos estos aspectos.



PROCESAMIENTO SEMÁNTICO

N400

En un documento fundamental sobre los ERP y el procesamiento del lenguaje, Kutas & Hillyard (1980) informaron sobre un componente de negatividad para las palabras que son semánticamente anómalas en relación con el contexto previo (*entregó el pan caliente con calcetines*), que denominaron componente N400. Desde entonces, cientos de experimentos replicaron estos resultados e investigaron los mecanismos cognitivos y neuronales que subyacen a este componente (que luego se ha subdividido en varios subcomponentes).

El N400 es un componente de negatividad, con un pico entre 300 y 500 ms después del inicio del estímulo crítico (palabra o imagen). Sin embargo, el N400 parece retrasarse y presentar una amplitud más pequeña en personas mayores (Gunter, Jackson & Mulder, 1992; Gunter, Jackson & Mulder, 1995; Harbin, Marsh & Harvey, 1984; Woodward, Ford & Hammett, 1993). En su estudio, Gunter et al (1992) exploraron las diferencias de edad en el

componente N400. Su tarea consistió en que un grupo de jóvenes estudiantes y un grupo de académicos mayores leyeron una serie de oraciones congruentes e incongruentes seguidas de una tarea de reconocimiento. Las diferencias de edad se encontraron tanto en exactitud como en los tiempos de respuesta a la tarea de reconocimiento. Por otro lado, el N400 provocado en la tarea de lectura se retrasó en 120 ms aproximadamente y se redujo en amplitud en el grupo de personas mayores. Gunter et al (1995), esta vez con jóvenes y mayores enfrentados a la lectura de frases con cargas altas y bajas de memoria de trabajo, encontraron el mismo efecto. La demora esta vez fue de 37 ms y la amplitud se redujo en $1\mu\text{V}$, para condiciones de baja carga de memoria en mayores, ya que en condiciones de alta carga de memoria de trabajo, el N400 tendía a desvanecerse en dicha población.

El componente N400 típicamente tiene un máximo de amplitud (pico de amplitud) en zonas centroparietales derechas (Hinojosa, Martín-Loeches & Rubia, 1999), aunque la distribución del cuero cabelludo difiere según el modo de presentación (visual, auditiva) y la naturaleza de los estímulos (imágenes, palabras). El término *N400* se usa a menudo para referirse al componente en sí (todas las palabras de contenido obtienen un N400) y la expresión *efecto N400* se usa para referirse a la diferencia en la amplitud N400 en dos condiciones (por ejemplo, palabras semánticamente anómalas vs. palabras plausibles, o palabras precedidas por una palabra no relacionada versus una palabra relacionada). Se han propuesto varias fuentes neuronales para el N400, entre las que se encuentran las ubicaciones en el lóbulo temporal anterior (Nobre & McCarthy, 1995).

La concepción predominante sobre el componente N400 es que refleja la dificultad para *integrar semánticamente* un estímulo con su contexto anterior. Este contexto puede ser una sola palabra, oración, discurso (Van Berkum, Hagoort & Brown, 1999), un contexto no lingüístico, como una secuencia de imágenes (West & Holcomb, 2002) o una película (Sitnikova, Kuperberg & Holcomb, 2003). Un argumento a favor de la opinión de que el N400 refleja la integración semántica es que la amplitud N400 de las palabras de contenido

(sustantivos, verbos y adjetivos) disminuye con cada posición de palabra lineal creciente en la oración, es decir, con un contexto semántico más firmemente establecido (Van Petten, 1993; Van Petten & Kutas 1990). En segundo lugar, la amplitud N400 se ve afectada por la expectativa de la palabra dada el contexto anterior: si una palabra es muy esperada, de acuerdo a un contexto anterior, que muchas veces proviene del conocimiento de mundo, como en *la factura vencerá a fin de mes*, donde las facturas suelen vencer normalmente a fin de mes, la amplitud N400 es menor que cuando la palabra es inesperada, pero aún plausible, como en *la factura vencerá al final de la hora* (Kutas & Hillyard, 1984).

También se ha encontrado que el N400 es sensible a las **propiedades léxicas**, aunque esto es un tanto controvertido. Las palabras de contenido que son muy frecuentes en el lenguaje provocan un N400 más pequeño que las palabras de frecuencia más baja (Van Petten, 1993; Van Petten & Kutas 1990, 1991). Además, el N400 es más pequeño para palabras con más vecinos léxicos (Holcomb, Grainger & O'rouke, 2002). Más aún, el componente N400 es sensible al *priming* léxico subliminal (Deacon, Hewitt, Yang & Nagata, 2000; Rolke, Heil, Streb & Hennighausen, 2001), que generalmente se considera un proceso automático e intra-léxico (Brown & Hagoort, 1993). Al respecto, en un estudio de *priming* léxico enmascarado usando 3 palabras, siendo la tercera la palabra *target*, Deacon et al (2000) compararon los ERP de ensayos donde la tercera palabra estaba relacionada (camión-gato-perro) con aquellos donde la tercera palabra no estaba relacionada (doctor-camión-perro). Los autores obtuvieron un efecto *priming* en la amplitud media de N400, es decir, el N400 era más grande cuando los estímulos adyacentes no estaban relacionados que cuando estaban relacionados, demostrando así que el componente N400 es sensible al nivel léxico en estudios que usan el paradigma *priming*. Así mismo, el N400 es sensible a las **relaciones semánticas a largo plazo** (Federmeier & Kutas, 1999). Por ejemplo, dado el contexto “Querían que el hotel se viera más como un complejo tropical. Así que a lo largo del camino de entrada plantaron filas de...”, la palabra *palmeras* es muy esperada por la introducción del concepto: “complejo tropical”. Un final inesperado como *tulipanes* provoca un gran N400. Sin embargo, un final inesperado que está categorialmente relacionado con la terminación

esperada, como *pinos*, provoca una amplitud de N400 menor que los finales no relacionados categorialmente, como *tulipanes*, aunque ambas son terminaciones igualmente inverosímiles e inesperadas. Esto sugiere que las relaciones semánticas entre la palabra esperada y la que realmente aparece afectan al N400, y no solo al contexto inmediato anterior.

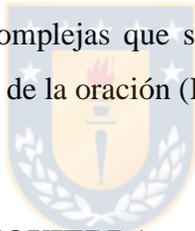
Los estudios sobre corporeidad en psicolingüística que utilizan como variable dependiente el componente N400 a menudo usan medidas que reflejan la dimensión abstracción-concretud, tanto para palabras como frases. El que una palabra o frase sea más concreta o abstracta se relaciona con las posibilidades de imaginar (imaginabilidad), visualizar o simular una percepción respecto a los referentes a los que alude dicha palabra o frase. Esto se puede ilustrar con el estudio de Holcomb, Kounios, Anderson & West (1999), quienes utilizaron ERP con foco en el componente N400 para indagar si las palabras finales; congruentes, anómalas o neutrales, respecto a un contexto oracional previo, tenían una distribución similar o distinta en función de dos niveles de imaginabilidad opuestos: palabras concretas vs. abstractas. Algunos ejemplos de las palabras concretas que usaron estos autores son: mesa, mano, pistola, rosa; y de palabras abstractas: idea, aptitud, diversión, etc. Ahora bien, el procedimiento para categorizar una palabra como “concreta” o “abstracta” no es arbitrario, sino que responde a un procedimiento de *normativización*, consistente en presentar un listado de palabras a una cierta muestra y que sean estas personas quienes operen como jueces, rankeando dichas palabras en la dimensión abstracción-concretud. Volviendo a su estudio, Holcomb et al (1999) informan que consideraron como abstractas aquellas palabras con un promedio máximo de 2,52 y concretas aquellas con una media mínima de 6,19 (su escala fue de 1 a 7, siendo el puntaje directamente proporcional al nivel de concretud). Equiparando dichas palabras para frecuencia de palabras y longitud de palabras de modo tal que el eventual efecto que se encontrase se pudiera atribuir al nivel de abstracción/concreción de las palabras más que a otras variables léxicas.

Igualmente, los estudios sobre corporeidad han debido definir operacionalmente diversas variables corpóreas: esfuerzo, posición, dirección, rotación, peso, etc. en función del aspecto corpóreo específico que se ha querido investigar. Dentro de los estudios relacionados con el lenguaje y que usan el componente N400 se puede mencionar el de Santana & de Vega (2013), donde los autores estudiaron la compatibilidad motora en el lenguaje relacionado con acciones físicas. En el primero de sus experimentos, los participantes leyeron frases en las que un protagonista realizó dos acciones manuales diferentes de forma simultánea o consecutiva (p.e., mientras/después de limpiar la herida, desenrolló el vendaje...). Los ERP se midieron en el verbo de la segunda cláusula (p.e., desenrollado) y el nombre (p.e., vendaje). En particular, solo el sustantivo mostró efectos de compatibilidad, es decir, un N400 más grande en la versión simultánea (incompatible) que en la versión consecutiva (compatible), lo que sugiere que los lectores deben integrar el significado de toda la oración para evaluar la viabilidad de las acciones. En el Experimento 2, la compatibilidad motora se manipuló de una manera diferente: todas las oraciones describían al protagonista realizando dos acciones simultáneas que eran ambas manuales (mientras limpiaba la herida desenrollaba el vendaje), o una acción que era perceptiva y la otra manual (mientras miraba la herida desenrolló el vendaje). Los efectos del N400 para la condición incompatible anterior se replicaron, nuevamente en el sustantivo de la segunda cláusula.

Los resultados demostraron que los lectores del lenguaje de acción emplean su conocimiento pragmático del mundo para probar la viabilidad de las acciones motoras, teniendo en cuenta las limitaciones incorporadas de tales acciones (Santana & de Vega, 2013).

PROCESAMIENTO SINTÁCTICO

Muchos estudios de ERP que investigan el procesamiento sintáctico han usado oraciones que contienen palabras gramaticales y agramaticales o que son sintácticamente correctas, pero que no son preferibles como continuación del fragmento de la oración precedente (p.e. oraciones de vía muerta). Un ejemplo de una oración de vía muerta es *Juan pintó la mesa y la silla ya estaba terminada* (Kaan & Swaab, 2003). Inicialmente, la mesa y la silla se interpretan como el objeto directo de pintado. En ese momento, sin embargo, dicho análisis ya no opera y, en cambio, *la silla* debe ser reanalizada como el sujeto del verbo *estar*. Recuérdese que en estos experimentos las palabras suelen presentarse una a una (Swaab et al., 2012). Dos tipos de componentes se han asociado con violaciones o dificultades sintácticas: la negatividad anterior izquierda y el componente P600. Estos componentes se discuten a continuación. Además, se ha observado una onda negativa lenta a través de múltiples palabras en oraciones complejas que se ha asociado con la carga de memoria operativa durante el procesamiento de la oración (King & Kutas 1995; Münte et al., 1998).



NEGATIVIDAD ANTERIOR IZQUIERDA

Se observa una negatividad anterior izquierda (LAN por sus siglas en inglés) para violaciones gramaticales (Coulson, King & Kutas, 1998; Friederici, Pfeifer & Hahne, 1993; Kutas & Hillyard 1983) y, más raramente, para oraciones de vía muerta (Kaan & Swaab 2003). Como su nombre indica, la LAN es una negatividad que es más prominente en las posiciones anteriores e izquierda del cuero cabelludo. Sin embargo, su lateralidad y ubicación anterior no son consistentes entre los estudios (Hagoort, Wassenaar & Brown, 2003), y el etiquetado a menudo se usa de manera bastante descuidada. Se han distinguido dos tipos de LAN en función de su sincronización: una LAN temprana (ELAN), que se produce típicamente de 100 a 200 ms después del inicio del estímulo crítico, y una LAN que normalmente alcanza un máximo entre 300 y 500 ms. Se han encontrado potenciales generadores neurales de la ELAN en la circunvolución frontal inferior y el lóbulo temporal anterior (Friederici et al., 2000).

El ELAN se ha asociado con el procesamiento automático de información de estructura de frase. Normalmente se encuentra para categorías de palabras o violaciones de la estructura de frases (por ejemplo, cuando un participio pasivo sigue a un determinante en lugar de un sustantivo) (Friederici et al., 1993; Hahne & Friederici, 1999; Neville et al., 1991). Posteriormente, la LAN de 300-500 ms se ha asociado con dificultades con los procesos de concordancia morfosintáctica (Friederici, 2002). Sin embargo, esta interpretación de la LAN es controvertida, ya que la LAN más reciente también se ha encontrado para violaciones de estructura de frase (Hagoort et al., 2003) y un componente temprano para violaciones de concordancia (Deutsch & Bentin, 2001). Un factor que puede influir en el tiempo es la posición del afijo que contiene la información de la concordancia o categoría de palabras: cuanto antes el analizador encuentre la información, antes percibirá la dificultad y más pronto se generará una LAN. Otra controversia se refiere a la especificidad de la LAN en relación con el lenguaje: mientras que algunos investigadores afirman que refleja procesos específicos de la sintaxis, otros afirman que es un índice más general de carga de la memoria operativa (Coulson et al., 1998; Kluender & Kutas, 1993).

P600

El segundo componente elicitado para continuaciones sintácticamente incorrectas o no preferidas de una oración es el P600 (Hagoort, Brown & Groothusen, 1993; Osterhout & Holcomb, 1992). Este componente se ha obtenido de manera bastante consistente a través de diferentes estudios y en diversas lenguas, y puede (o no) estar precedido por una LAN (E). Un P600 es una deflexión positiva con un máximo posterior, alcanzando un máximo entre, aproximadamente, 500 y 900 ms (Figura 1) .1 Se ha demostrado que el P600 es sensible al grado en el que se espera una continuación sintáctica: las continuaciones con palabras agramaticales provocan una P600 mayor que las que son gramaticales, pero no preferidas (Osterhout, Holcomb & Swinney, 1994).

Además, el P600 puede ser provocado por continuaciones que son tanto gramaticales como preferidas, pero simplemente más difíciles de procesar que una condición control. Por ejemplo, Kaan, Harris, Gibson & Holcomb (2000) investigaron preguntas sobre *wh*, como *Emily se preguntó a quién el intérprete había imitado en el concierto para la diversión de la audiencia* (*Emily wondered who the performer in the concert had imitated for the audience's amusement*). En el verbo incrustado (subrayado), es decir, la posición en la que se integra sintáctica y temáticamente la estructura, se observó un componente P600 mayor en relación con una condición de control que contiene *si* en lugar de *quién*, como en *Emily se preguntó si el intérprete en el concierto había imitado a una estrella del pop para la diversión de la audiencia* (*Emily wondered whether the performer in the concert had imitated a pop star for the audience's amusement*) (Kaan et al., 2000).

Los estudios conductuales han demostrado que el analizador sintáctico humano integra inmediatamente una expresión *wh* en el verbo, especialmente cuando este verbo es transitivo, como los que se usaron en el estudio de Kaan et al (2000) (Boland, Tanenhaus, Garnsey & Carlson, 1995; Stowe 1986). Debido a que la frase-*wh* no es adyacente al verbo, existe cierta dificultad para establecer la relación sintáctica y temática entre la frase -*wh* y el verbo léxico (Gibson 1998, 2000). La aparición de un P600 en este caso, por lo tanto, sugiere que el P600 no está restringido a errores sintácticos o continuaciones sintácticamente inesperadas, sino que se extiende a condiciones de mayor demanda sintáctica. Sin embargo, el P600 no se limita a la dificultad sintáctica. Por ejemplo, estudios recientes informan un P600 en situaciones en las que se necesita establecer un nuevo referente discursivo en el modelo del discurso (Burkhardt 2005, 2006; Wijnen & Kaan, 2006). Fuera del dominio del lenguaje, se ha encontrado un componente P600 por violaciones de la estructura musical (Besson & Macar 1987; Patel, Gibson, Ratner, Besson & Holcomb, 1998), secuenciación (Núñez-Peña & Honrubia-Serrano, 2004) y reglas matemáticas (Lelekov, Dominey & Garcia-Larrea, 2000). Esto sugiere que el P600 ocurre cuando un estímulo es difícil de integrar en la estructura del contexto anterior, independientemente de la naturaleza de dicha estructura (sintáctica, lingüística, musical, matemática, narrativa, etc.).

Se han propuesto varias hipótesis sobre los procesos cognitivos subyacentes al P600. Asumiendo un modelo en serie de procesamiento de oraciones, Friederici (2002) distingue varias etapas de análisis: (i) construcción de estructuras de frases; (ii) verificación de concordancia y otros procesos que operan en una estructura de frase y (iii) procesos de integración y revisión temática. El P600 es un reflejo de estos procesos de revisión posteriores (no automáticos). El ELAN y LAN, por otro lado, están asociados con la primera y la segunda fases del procesamiento sintáctico, respectivamente. Hagoort (2003), por otro lado, asume un modelo de unificación paralela del procesamiento de oraciones. En contraposición al modelo de procesamiento sintáctico que intenta dar cuenta de los efectos de ERP relacionados con la sintaxis de modo serial, es decir, donde se procesa a través de módulos encapsulados y donde la información sintáctica es segregada de la información semántica, Hagoort (2003) presenta evidencia a favor un modelo que funciona en paralelo; donde la información semántica guía inmediatamente el proceso de interpretación sintáctica una vez que se encuentra disponible. Esto se conoce como el *modelo de inmediatez* y supone una integración rápida a la vez que simultánea de información tanto sintáctica como semántica. Luego, el P600 refleja el tiempo que lleva unificar la información sintáctico/semántica y seleccionar un análisis entre los análisis competitivos del *input* lingüístico; la LAN refleja la incapacidad de unificar debido, por ejemplo, a errores de concordancia.

Otras interpretaciones no asumen una función sintáctica o lingüística única del P600. Algunos investigadores (Coulson et al., 1998) consideran al P600 como una instancia del componente P3b encontrado para estímulos inesperados (Donchin & Coles 1988). Van Herten, Chwilla & Kolk (2006) interpretan el P600 como un reflejo de un *proceso general de monitoreo de errores* (Kolk & Chwilla, 2007). Este proceso de supervisión se activa siempre que se detecta una discrepancia entre la sintaxis y la semántica, o entre la entrada esperada y la real, por ejemplo. Esta interpretación se propuso inicialmente para dar cuenta de un P600 encontrado a violaciones semánticas aparentes, como en el verbo comer en: “*en el desayuno los huevos suelen comer...*” (Kuperberg et al., 2003). Aunque el sintagma

nominal de *los huevos* es semánticamente anómalo como tema de alimentación, se ha observado un P600, pero no un N400 en esta y otras condiciones similares (Hoeks, Stowe & Wunderink, 2004; Kim & Osterhout, 2005; Van Herten, Kolk & Chwilla, 2005). En su estudio, Kolk et al (2003) compararon los efectos de ERP de las anomalías sintácticas y semánticas a mitad de frase en oraciones relativas de sujeto y objeto. En el Experimento 1, los participantes hicieron juicios de aceptabilidad, mientras que en el Experimento 2 leyeron para comprender. Las anomalías sintácticas se referían al desacuerdo entre sujeto y verbo, mientras que las anomalías semánticas se relacionaban con eventos inverosímiles (p.e., * *El gato que huyó de los ratones corrió por la habitación*). Las anomalías semánticas no provocaron un efecto N400. Las anomalías semánticas y sintácticas provocaron efectos P600, con distribuciones centro-parietales similares en el cuero cabelludo. Para ambos tipos de anomalía, los efectos del P600 fueron modulados por la complejidad sintáctica: fueron relativamente pequeños (Experimento 1) o ausentes (Experimento 2) en oraciones relativas a objeto. En conjunto, sus resultados sugieren que: (a) la memoria de trabajo verbal es un sistema de capacidad limitada; (b) no se subdivide en un componente interpretativo y postinterpretativo (Caplan & Waters, 1999); (c) el P600 puede reflejar la presencia de un sesgo semántico en oraciones sintácticamente no ambiguas; (d) el P600 está relacionado con el monitoreo del lenguaje: su función es verificar la veracidad de un evento inesperado (lingüístico); (e) si se realiza dicha comprobación, no hay integración del evento y, por lo tanto, no hay efecto N400. Ejemplificando, el conflicto entre el rol temático preferido y real de *“El gato...corrió”* desencadena el monitoreo y el reprocesamiento de errores (por lo tanto, un P600) y bloquea la integración semántica (de ahí la ausencia de un N400).

Focalizando en la población de adultos mayores, Federmeier, McLennan, De Ochoa & Kutas (2002) examinaron los cambios en la organización de la memoria semántica y su uso durante el envejecimiento, registrando los ERP a medida que adultos jóvenes y mayores escuchaban oraciones que: 1) terminaban con la palabra esperada; 2) una palabra inesperada de la misma categoría semántica o 3) una palabra inesperada de una categoría diferente. La mitad de los contextos eran altamente restrictivos, lo que se determinó con estudios

normativos. En ambos grupos, las palabras esperadas provocaron un N400 menor en la ventana temporal de 300-500 (ms) en comparación con las palabras inesperadas, y las palabras inesperadas provocaron un N400 más pequeño cuando estaban relacionadas categorialmente. Mientras que los adultos jóvenes mostraron una mayor reducción de N400 a palabras inesperadas, pero relacionadas, en contextos de alta restricción, los adultos mayores mostraron la tendencia opuesta. Por lo tanto, a diferencia de los adultos jóvenes, los mayores no parecen usar el contexto de manera predictiva. Sin embargo, los adultos mayores con mayor fluidez verbal y un vocabulario más amplio mostraron un patrón de respuesta similar al grupo de jóvenes, lo que sugiere que la disponibilidad de recursos puede compensar ciertos cambios relacionados con la edad (Federmeier, 2002).

Aunque los mecanismos cognitivos asociados con los componentes N400, LAN y P600 todavía se debaten, la distinción entre estos componentes ha sido valiosa para investigar el procesamiento del lenguaje en adultos mayores, afásicos y estudiantes de segundos idiomas, entre otras poblaciones (Kaan, 2007).

TERCERA PARTE

Capítulo 8. “Comprensión de oraciones de esfuerzo en jóvenes y adultos mayores desde una perspectiva corpórea”

8.1 Resumen

Las teorías corpóreas del significado han demostrado que la comprensión lingüística de las acciones y la realización de las mismas tendrían un sustrato neural común (De Vega, 2008; Fisher & Zwaan, 2008; Glenberg & Kaschak, 2002). Los estudios conductuales y neurocognitivos en este campo se han concentrado en jóvenes y han explorado escasamente semánticas distintas a las de acción real, lo que constituye un vacío de conocimiento importante al momento de considerar las perspectivas corpóreas como teorías de la cognición con una validez que abarque el ciclo vital completo (Salas-Herrera, 2015). Mediante un experimento conductual se examinó la respuesta de jóvenes y mayores a semánticas de bajo y alto nivel de esfuerzo en condiciones de alta y baja imaginabilidad y contextos lingüísticos reales y contrafactuales. Los resultados muestran que el lenguaje de acción está corporeizado en los adultos mayores en términos que, al momento de procesarlo, los aspectos motores influyen en los tiempos de respuesta a palabras de activación rápida a diferencia de frases con un contenido mentalista y contrafactual (semántica de acción abstracta), reflejando así cómo los declives motores afectan, de modo específico, el procesamiento del lenguaje en los mayores. El lenguaje abstracto (mentalista y contrafactual) experimenta desbalances que son ajustados rápidamente, probablemente a través de sistemas compensatorios que apoyan las funciones lingüísticas. Se hace necesario investigar en mayor profundidad estos procesos compensatorios en el contexto del envejecimiento cognitivo normal así como otros parámetros corpóreos en el envejecimiento, tales como las emociones, desde una perspectiva lingüística corpórea.

Palabras clave: Lenguaje, corporeidad, envejecimiento, esfuerzo, imaginabilidad, contrafactual.

8.2 Método

8.2.1 Participantes

50 adultos mayores (22 mujeres) de la ciudad de Concepción, con una edad media de 66.18 (D.E.: 4.39) y 49 jóvenes universitarios (36 mujeres) de la Universidad de Concepción (Chile) con una media de edad de 21.28 (D.E.: 1.08). Ningún participante tuvo evidencias y/o antecedentes de enfermedad del sistema nervioso central, abuso de sustancias, problemas de aprendizaje, enfermedad psiquiátrica o enfermedad médica grave, y no tomaban medicamentos conocidos por tener efectos de acción central. Todos ellos tenían una visión normal o corregida, diestros y hablantes nativos del español. Previo al experimento, se evaluó a cada participante con pruebas cognitivas, escalas de tamizaje y psicopatológicas a fin de valorar diferencias individuales y excluir a sujetos que presentaran ciertas condiciones no deseadas (p.e. depresión, demencia, etc.). Las pruebas aplicadas fueron Minimal State Examination (Folstein, Robins & Helzer, 1983), Escala de Depresión Yesavage (Yesavage, Brink & Rose, 2000) en mayores y Escala de Depresión del Centro para Estudios Epidemiológicos en jóvenes (Gempp, Avendaño & Muñoz, 2004), más una breve encuesta que valoró funcionalidad (sobre todo en el plano sensoriomotor). Su participación fue gratuita y consentida, la que se registró mediante un protocolo validado por el Comité de Ética de la Universidad de Concepción. La duración media de esta evaluación fue de 15 mins.

8.2.2 Materiales

Con la finalidad de implementar un experimento que permitiera probar la hipótesis de si el cuerpo envejecido afecta la comprensión del lenguaje de acción y mental, en contextos factuales y contrafactuales, se elaboraron frases que correspondieran con ocho tipos de semánticas: alto esfuerzo físico real (AEF), bajo esfuerzo físico real (BEF), alto esfuerzo mental real (AEM), bajo esfuerzo mental real (BEM), alto esfuerzo físico en contrafactual (AECF), bajo esfuerzo físico en contrafactual (BECF), alto esfuerzo mental en

contrafactual (AECM), bajo esfuerzo mental en contrafactual (BECM). Para tal efecto se construyeron 32 oraciones de cada una de las semánticas, las que se distribuyeron en 4 bloques asignados aleatoriamente a cada participante. Además, cada sujeto leyó 20 oraciones sensorio-perceptuales que no implicaban esfuerzo (EN) en modo indicativo y que sirvieron de relleno. En total, cada persona respondió a un bloque compuesto por 84 oraciones, las que se ejemplifican en la Tabla 2.

Tabla 2. Ejemplos de estímulos en la tarea de lectura

Ítem	Oraciones	Condición experimental
AEF	AHORA/ESTÁS/ ENTERRANDO /UN CADÁVER/EN LA FOSA	Alto Esfuerzo Físico Real
BEF	AHORA/ESTÁS/ENTERRANDO/LA SEMILLA/EN EL HUERTO	Bajo Esfuerzo Físico Real
AEM	AHORA/ESTÁS/RESUMIENDO/LA MATERIA/PARA LA PRUEBA	Alto Esfuerzo Mental Real
BEM	AHORA/ESTÁS/RESUMIENDO/UN CAPÍTULO/DE LA SERIE	Bajo Esfuerzo Mental Real
AECF	DEBERÍAS/HABER/ATRAPADO/EL CABALLO/CON EL LAZO	Alto Esfuerzo Físico Contrafactual
BECF	DEBERÍAS/HABER/ATRAPADO/LA POLILLA/CON TUS MANOS	Bajo Esfuerzo Físico Contrafactual
AECM	DEBERÍAS/HABER/COMPUESTO/LA SINFONÍA/PARA LA GALA	Alto Esfuerzo Mental Contrafactual
BECM	DEBERÍAS/HABER/COMPUESTO/LA RIMA/PARA EL POEMA	Bajo Esfuerzo Mental Contrafactual
EN	AHORA/ESTÁS/ESCUCHANDO/LA CANCIÓN/EN EL CONCIERTO	Oración de relleno
Nota: Las barras diagonales (/) corresponden al lugar donde se segmentó la oración		

8.2.3 Procedimientos y medidas de interés

Se usaron técnicas que permitiesen obtener medidas on-line durante la comprensión (Irrazábal & Molinari, 2005): técnica de la ventana móvil (Just, Carpenter & Woolley, 1982) y de reconocimiento rápido (Chang, 1980). En la primera, al comienzo de la tarea, los participantes observaron guiones y espacios en la pantalla del computador. Los guiones correspondían a las letras de cada palabra y los espacios a los lugares de segmentación de la oración. Al pulsar una tecla se desenmascaraba el segmento siguiente y se enmascaraba el que acababa de leer. En el reconocimiento rápido, luego de leer cada oración se les presentó una palabra de prueba de modo que los sujetos debían decidir si dicha palabra estaba o no en la oración que acababan de leer presionando la letra P (la que se encontraba con una pegatina

color rojo) para respuestas afirmativas y la letra Q (con pegatina verde) para respuestas negativas. Las medidas de interés registradas fueron el tiempo de lectura del objeto directo de cada frase y el tiempo de respuesta a la palabra de reconocimiento rápido. El experimento fue autoadministrado utilizando el software E-Prime 2.0 Professional (Schneider et al., 2002 a,b).

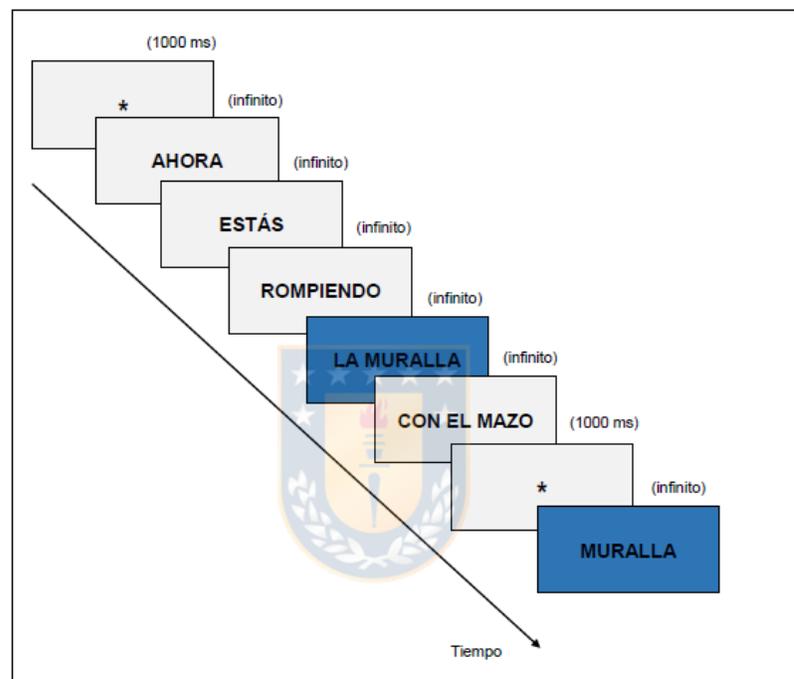


Figura 5. *Secuencia temporal de un ensayo*

Las zonas azuladas corresponden a los segmentos y palabras de interés (objeto directo y palabra de activación)

8.2.4 Diseño

Las condiciones experimentales fueron analizadas en un diseño factorial de 2 Contextos (factual vs. contrafactual) x 2 Niveles de Esfuerzo (alto vs. bajo) x 2 Niveles de Imaginabilidad (alta vs. baja). Es importante aclarar que alta imaginabilidad correspondió a frases de verbos de acción física y baja imaginabilidad a frases usando verbos mentales.

8.3 Resultados

8.3.1 Efectos corpóreos del envejecimiento en el tiempo de lectura del objeto directo

En torno al objeto directo se organiza una de las principales hipótesis de este estudio. Para evaluar las diferencias individuales en la simulación del significado esperada para este segmento se aplicó un diseño mixto intergrupo. Con la intención de explorar los resultados por etapa del desarrollo, se hicieron análisis intragrupo (ver Gráfico 2). Mediante Anova de Medidas Repetidas se buscaron las diferencias significativas. Este análisis es típicamente realizado en la evaluación de la actuación de sujetos bajo diferentes condiciones de tratamiento en estudios transversales (Maxwell & Delaney, 2003). Los resultados indican una interacción significativa entre las variables contexto-esfuerzo-imaginabilidad-grupo $F(1, 98) = 5,617$, $MSE = 20881,082$, $p = 0,02 < 0,05$, $\eta^2 = 0,144$ (Corrección Greenhouse-Geisser). Su tamaño del efecto es $\eta^2_p/f = 0,41^{16}$. El tamaño del efecto se obtuvo ingresando el eta cuadrado (η^2), correspondiente al valor de significancia obtenido, de manera directa al programa G* Power 3.1. y refleja un tamaño del efecto grande (Castro & Martini, 2014; Cohen, 1969). Al mismo tiempo, teniendo el tamaño de muestra y el tamaño del efecto, se calculó la potencia estadística ($1-\beta$), la que para el presente caso es de 0,99, indicando que la potencia estadística es alta.

¹⁶ Calculado usando G* Power 3.1 (Faul, Erdfelder, Buchner & Lang, 2009).

Posteriormente, se llevó a cabo un análisis mediante *t de Student para muestras relacionadas* de modo localizar dónde se producían específicamente las diferencias significativas y observar su dirección. Como prueba de estimación de la esfericidad se usó Greenhouse-Geisser, debido a su carácter conservador (Pascual-Llobell, Frías-Navarro, García & Pérez, 1996), la que arrojó valores de esfericidad medios y altos, permitiendo evitar métodos multivariados.

Este análisis reveló que la única variable que se comportó distinta de acuerdo a la edad de los sujetos fue la de *bajo esfuerzo mental*, lo que implica que los mayores demoran significativamente más que los jóvenes en el tiempo que dedican a lectura de contenidos de bajo esfuerzo mental [$F(1, 98) = 2.38, p = 0.02 < 0.05$]. De igual manera, se halló un efecto principal en torno al esfuerzo físico, tanto en los jóvenes [$F(1, 98) = 2.493, p = 0.015 < 0.05$], como en los mayores [$F(1, 98) = 2.08, p = 0.04 < 0.05$], dedicaron más tiempo a la lectura de frases de alto esfuerzo en comparación con las frases de bajo esfuerzo físico. El Gráfico 2 muestra los tiempos de respuesta de ambos grupos al momento de leer el objeto directo de las oraciones experimentales.

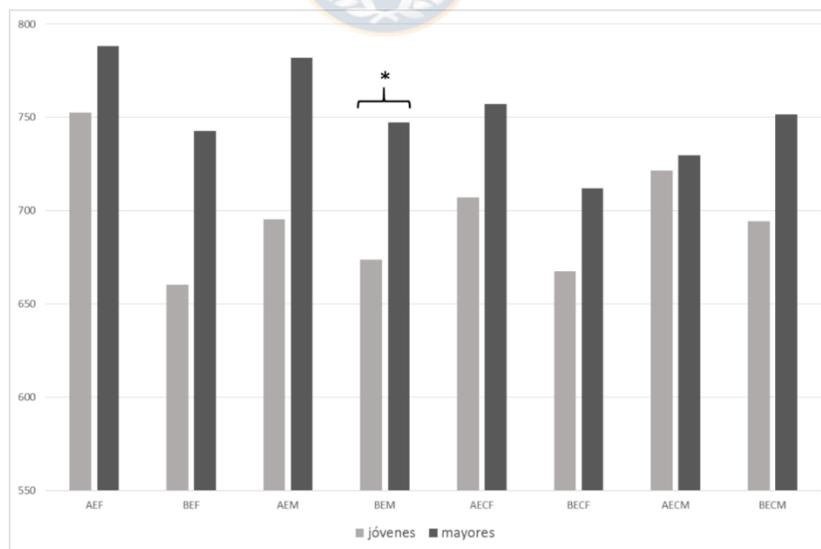


Grafico 2. *Tiempos dedicados a lectura por condición experimental y grupo etario*

AEF: Alto esfuerzo físico; **BEF:** Bajo esfuerzo físico; **AEM:** Alto esfuerzo mental; **BEM:** Bajo esfuerzo mental; **AECF:** Alto esfuerzo físico en contrafactual; **BECF:** Bajo esfuerzo físico en contrafactual; **AECM:** Alto esfuerzo mental en contrafactual; **BECM:** Bajo esfuerzo mental en contrafactual.

8.3.2 Efectos de la corporeidad en el tiempo de respuesta a la palabra de activación

Los resultados de diferencias significativas ($\alpha = 0.05$) se resumen en la Tabla 9. En relación a las variables significativas intragrupo están las variables: imaginabilidad ($p = 0.001$; $PE = 0.93$); imaginabilidad-grupo ($p = 0.000$; $PE = 0.994$). La interacción de variables más relevante para este estudio, contexto-imag-esfuerzo-grupo, es significativa ($p = 0.016 < 0.05$). Su tamaño del efecto es $d = 0.29$. Este valor se obtuvo, ingresando el eta cuadrado (η^2) correspondiente al valor de significancia obtenido de manera directa al programa G* Power 3.1. y refleja un tamaño del efecto mediano según Cohen (1969).

Al mismo tiempo, teniendo el tamaño de muestra y el tamaño del efecto, es posible calcular la PE, la que para el presente caso es de 0.99, indicando que la potencia estadística es alta, ergo, la probabilidad de rechazar acertadamente la hipótesis nula cuando esta es realmente falsa es muy alta para el presente estudio. Los gráficos 3 y 4 muestran los tiempos de respuesta de jóvenes y mayores, respectivamente, al momento de leer la palabra de activación para cada condición experimental.

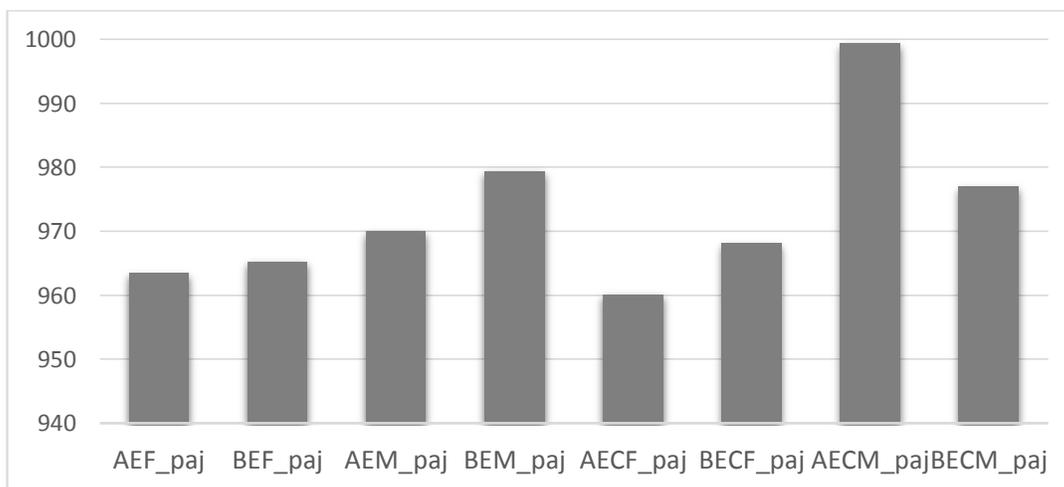


Gráfico 3. *Tiempos de respuesta a la palabra de activación en jóvenes.*

El Gráfico 3 muestra que no existen diferencias significativas entre los tiempos de respuestas de los jóvenes para ninguna combinación de semánticas, indicando así que procesan los contenidos en forma similar. En todo caso, se observa la tendencia relativa a que los contenidos abstractos (mentales factuales y contrafactuales) parecen requerir mayor tiempo de procesamiento lo que coincide con la literatura previa (p.e. West & Holcomb, 2000).

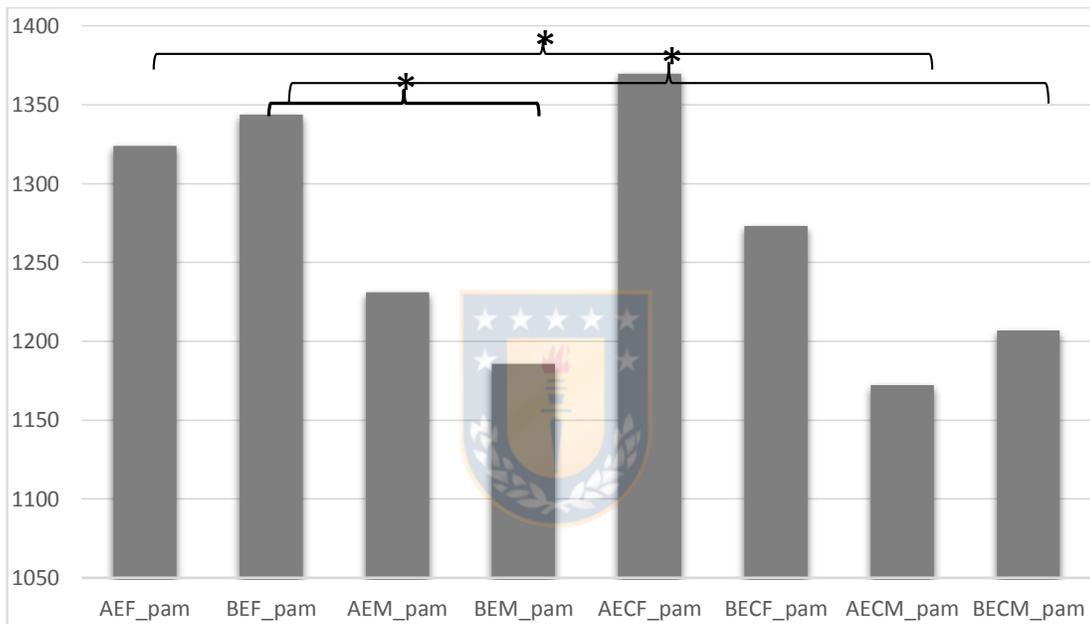


Gráfico 4. *Tiempos de respuesta a la palabra de activación en mayores.*

El Gráfico 4 muestra que existen diferencias significativas entre semánticas de: alto esfuerzo físico factual y alto esfuerzo mental contrafactual; bajo esfuerzo físico factual y bajo esfuerzo mental factual; bajo esfuerzo físico factual y bajo esfuerzo mental contrafactual. Estas diferencias indican un patrón distinto al del grupo de jóvenes, por lo que pueden considerarse efectos corpóreos específicos del envejecimiento. Los mayores responden al procesamiento y simulación de frases abstractas (mentales y contrafactuales) de una mejor manera, dado que dichos estímulos presentan un menor nivel de corporeización. En las frases físicas (factuales y contrafactuales) no emerge un patrón claro lo que se puede interpretar como un desajuste o descalibración.

8.3.3 Efectos generales del enlentecimiento en la respuesta a la palabra de activación

En los mayores, y de modo contrastante con los tiempos de respuesta de los jóvenes, se encontró un efecto de enlentecimiento general y común a todas las semánticas (Gráfico 5), el que concuerda con las predicciones que hacen los modelos de enlentecimiento (Cerella, 1985; Salthouse, 1996). Dichas teorías postulan que las disminuciones relacionadas con la edad en el rendimiento cognitivo son causadas por la desaceleración de los procesos componentes (Salthouse, 2000).

A nivel neurofisiológico, los mecanismos explicativos serían la pérdida de mielinización para información transmitida por conexiones seriales, la pérdida de células funcionales para vías múltiples o una propagación retardada, debido en el funcionamiento de los neurotransmisores o sincronización reducida de los patrones de activación (Salthouse, 1992). En cualquier caso, el modelo no logra el nivel de sensibilidad suficiente para comprender, explicar y predecir los resultados diferenciales por niveles de esfuerzo, imaginabilidad y contexto factual/contrafactual encontrados en el presente estudio.

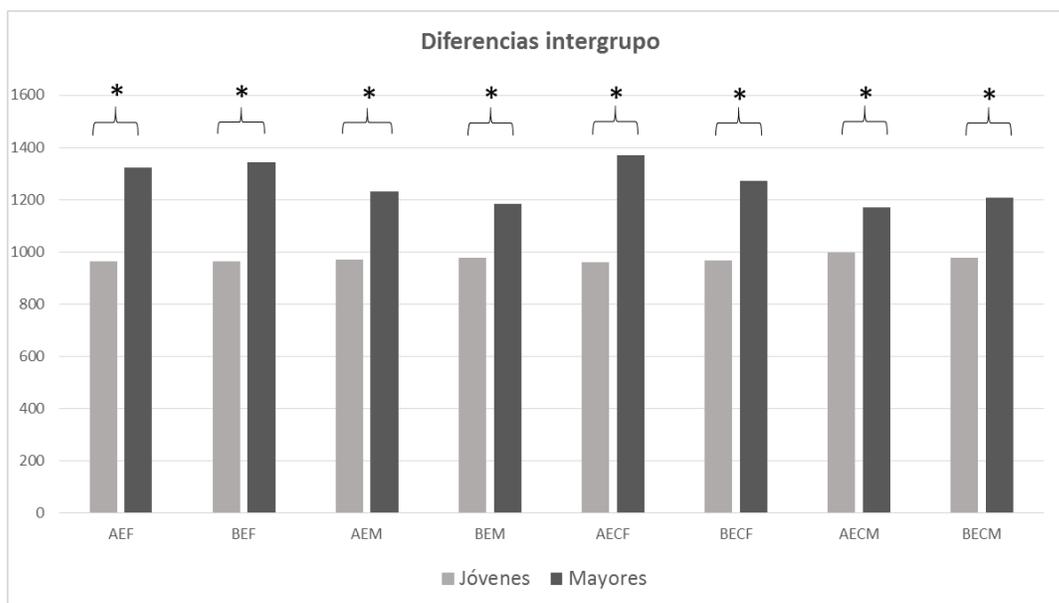


Gráfico 5. Diferencias intergrupo en tiempos de respuesta a palabra de activación.

En relación al resto de segmentos de la oración, así como en la proporción de respuestas correctas a la palabra de activación, no se hallaron diferencias significativas ni otros efectos en los análisis estadísticos.

8.4 Discusión

8.4.1 Tiempos de lectura con ventana móvil y relación con estudios previos

Las resultado del desbalance o dificultades en la discriminación del nivel de esfuerzo en el bajo esfuerzo mental en la lectura de frase pueden relacionarse con los efectos encontrados en otras funciones cognitivas, en particular con los hallazgos de Maginness et al (2013), quienes descubrieron que los participantes mayores fueron menos sensibles al momento de discriminar el peso de las cajas cuando las levantaban, un efecto paradójicamente más pronunciado en la condición de cajas livianas. La explicación se dio a la mayor saliencia de las señales visuales en dicha condición. En nuestro caso, la explicación para este efecto de esfuerzo mental bajo podría vincularse con una relación entre la baja imaginabilidad del bajo esfuerzo mental, interactuando con una mayor dependencia de claves visuales, lo que ha sido descrito como una mayor descorporeización en la adultez mayor (Costello & Bloesch, 2017).

Efectivamente, al explorar los cambios relacionados con la edad en el procesamiento sensorial, la representación mental y la relación acción-percepción y cómo estas dimensiones pueden ser entendidas a través de la perspectiva de la cognición corpórea, se ha encontrado que, en comparación con los adultos más jóvenes, los mayores muestran una mayor tendencia a favorecer el procesamiento visual sobre los factores corporales en los tres dominios, lo que lleva a la conclusión que los adultos mayores están menos corporeizados que los adultos jóvenes. La dominancia visual sería un mecanismo compensatorio en el cual los adultos mayores se basan más en las regiones cerebrales de procesamiento visual para compensar las reducciones relacionadas con la edad en el volumen cortical y subcortical de la materia gris

(Diaconescu, Hasher & McIntosh, 2013) y, al presentar las frases de bajo esfuerzo mental un nivel de imaginabilidad menor, esta dominancia visual se logra aprovechar en menor medida, generando esta descalibración inicial que, al parecer, luego se compensaría en la tarea de reconocimiento rápido.

8.4.2 Tiempos de respuesta a palabras de activación rápida y Teoría LBA

Evolutivamente, la cognición necesita responder a la demanda de controlar la acción, ya que sin ella el individuo y la especie enfrentarían el peligro de su extinción (Glenberg, Witt & Metcalfe, 2013). En este contexto, cabe preguntarse por las acciones que desempeñan los adultos mayores y cómo sería posible abordar sus relaciones con la comprensión del lenguaje desde una perspectiva corpórea. En función de las restricciones que impone el proceso de envejecer, tanto física como cognitivamente, las personas mayores dejan de realizar actividades que realizaban en etapas anteriores de su desarrollo. Su capacidad para levantar pesos, correr, realizar cambios bruscos en su marcha y movimientos es menor (Salas-Herrera, 2015). Esto parece tener efectos en la comprensión del lenguaje.

En términos más específicos, la Teoría LBA (Glenberg & Gallese, 2012) enfatiza la existencia de dos instancias: controladores y predictores, así como los procesos de comparación que se dan entre ellos que permiten anticipar las acciones de uno mismo y del entorno (social y físico) a fin de mantener la coherencia en las respuestas y hacer las calibraciones necesarias de modo de conseguir las metas comunicacionales a través del uso del lenguaje articulado.

Al intentar interpretar los datos conductuales de este experimento desde la Teoría LBA (Glenberg & Gallese, 2012) es importante imaginar la situación específica de los adultos mayores (sobre todo en relación a lo que ocurre en etapas previas del desarrollo como la adultez joven y media, occidentalmente consideradas estándar de normalidad, adaptabilidad y funcionalidad). En la comprensión del lenguaje, el controlador (Glenberg & Gallese, 2012) administra efectores que, progresivamente, han experimentado los efectos del

envejecimiento físico, tanto a nivel de extremidades como de circuitos cerebrales (Salas-Herrera, 2015). Como consecuencia, tanto el paso del tiempo como el hecho de experimentar su vida a través de efectores envejecidos conlleva la restricción de realizar ciertas actividades más demandantes. Por ende, se seleccionarían sólo aquellas actividades rutinarias, indispensables y que estén acordes a las capacidades de fuerza, equilibrio, coordinación y velocidad permitida por el cuerpo envejecido, un proceso que se asemeja a la “optimización selectiva” de Baltes & Baltes (1990). A nivel del predictores (Glenberg & Gallese, 2012) empiezan a modificarse los modelos internos de acción y percepción (ya que la percepción es influida por la acción en términos de que lo percibido está en función de las metas que se pueden conseguir con los rangos de acción disponibles en términos de recursos). Esta alteración tendría un carácter adaptativo, ya que las predicciones tanto de acciones de sí mismo como de las respuestas del entorno (sobre todo social), una vez que se activan los efectores, necesitan sincronizarse. De esta manera, se hace posible la comprensión y producción del lenguaje sin costos pragmáticos.

Por otro lado, desde el punto de vista cognitivo, las personas mayores tienden a desarrollar mayor sabiduría (Lim & Yu, 2015; Pennebaker & Stone, 2003), su inteligencia cristalizada, en cuanto a índice compuesto por habilidades como material y contenidos previamente adquiridos, razonamiento deductivo, resolución de analogías y conocimiento general; es significativamente mayor a los jóvenes (Craik & Bialystok, 2006; Horn & Cattell, 1967; Matsumoto, 2009), han acumulado un léxico cuantioso (Verhaeghen, 2003) y sus procesos semánticos (Thornton & Light, 2006; Zacks & Hasher, 2006) se mantienen indemnes lo que, por lo que es esperable que respondan al procesamiento y simulación de frases abstractas (mentales y contrafactuales) de una mejor manera, dado que dichos estímulos presentan un menor nivel de corporeización (Zwann, 2014) al ser presentados de modo aislado, sin un *contexto* que dé soporte a la simulación. Igualmente, es esperable que los *predictores* experimenten procesos de compensación (Park & Reuterz-Lorens, 2009; Reuter-Lorenz & Park, 2014), lo que no ocurre a nivel de efectores (cuerpo), con la correspondiente incidencia en los procesos de simulación motora (imaginaria, modelos internos, planificación motora). Lo que pasaría es que al momento de enfrentar la tarea

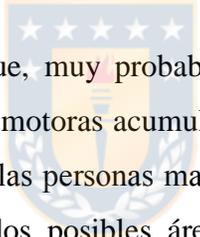
experimental de leer frases con alto esfuerzo físico, el proceso de simulación, guiado por la resonancia motora compara al controlador (deteriorado) con un predictor (conservado), produciendo como resultado un desajuste o descalibración que se expresa, conductualmente, en mayores tiempos de respuesta para frases de alto esfuerzo físico en comparación con frases del mismo nivel, pero de tipo abstracto (contrafactuales) y en frases de bajo esfuerzo físico, contrastándolas con oraciones de bajo esfuerzo tanto mental como contrafactual (ambas abstractas).

A nivel mental, el envejecimiento normal es la expresión del balance entre procesos de declive y compensación que mantienen la funcionalidad cognitiva con disminuciones que no llegarían a afectar significativamente la calidad de vida de las personas mayores. Por otro lado, el principal aporte es corroborar que los procesos de simulación motora evidencian esta descalibración, cuya explicación provendría del desajuste entre el controlador y el predictor. Esta evidencia, por cierto, apoya la hipótesis de que el lenguaje posee una dimensión corpórea que afecta de modo diferencial a las personas mayores, fruto de la interacción entre compensación cognitiva, declive físico y mayor dependencia visual en un contexto que también ejerce un efecto (Zwann, 2014).

8.5 Conclusiones

Los resultados de este estudio proporcionan información sobre la naturaleza corpórea del procesamiento del discurso a través de los efectos de la edad, en concreto, de los declives motores. Con respecto al procesamiento de oraciones con semántica de esfuerzo, el estudio es el primero en documentar experimentalmente la relación entre el procesamiento en línea y tiempos de respuesta a zonas específicas de la oración, usando análisis de varianza en un gran número de participantes mayores hispanohablantes. Los resultados indican que las relaciones difieren dependiendo de la edad, lo que trae aparejada las diferencias corporales y la experiencia con el mundo. Los tiempos de lectura del objeto directo de esfuerzo mental menos bajo fueron significativamente distintos entre grupos, lo que sugiere que las personas

mayores necesitan mayor tiempo para simular el significado de bajo esfuerzo mental y comprender dicho segmento. No se hallaron diferencias significativas en relación a otros segmentos de la oración, ni con otras semánticas para los tiempos de lectura, demostrando así que, en ausencia de diferencias sintácticas, la comprensión del discurso de los adultos mayores se ve afectada por variables extra-lingüísticas, y dicho efecto es específico. Este argumento se refrenda en los tiempos de respuesta a la palabra de activación rápida, otra medida de procesamiento on-line, donde operarían sistemas compensatorios, apoyando la simulación de experiencias más abstractas. En esta medida, se expresaron las diferencias físicas entre grupos etarios y se observa el efecto de la corporeidad en el procesamiento del lenguaje, ya que los mayores demoraron significativamente más en responder a palabras de activación rápida de frases de alto y bajo esfuerzo físico en comparación con semánticas mentales y contrafactuales (ambas abstractas).



Es importante clarificar que, muy probablemente, las diferencias encontradas se deben más bien a las experiencias motoras acumuladas, habilidades mantenidas/perdidas y el nivel de conservación física de las personas mayores más que a su “*edad*”, en términos literales, lo que abre al menos dos posibles áreas de indagación en lo inmediato que permitirían profundizar y expandir los hallazgos de este estudio: el estudio de poblaciones que mantengan rutinas de actividades y ejercicios que permitan que la conservación de capacidades para realizar esfuerzo físico y en personas afectadas por enfermedades o condiciones que, justamente, afecten las capacidades de esfuerzo, locomoción o equilibrio, como algunas demencias en sus diferentes estadios (p.e.: enfermedad de Parkinson). Por lo que sería recomendable replicar el estudio, usando este material experimental, en otras poblaciones y/o usando otras técnicas (p.e.: electrofisiología).

Por último, se concluye que los resultados son generalmente consistentes con las hipótesis corpóreas y el papel del cuerpo en el procesamiento del lenguaje de acción física, inclusive afectando el procesamiento del lenguaje de acción abstracta.

CUARTA PARTE

Capítulo 9. “El esfuerzo mental y los contrafactuales modulan la comprensión del lenguaje en adultos mayores: un estudio de ERP”

9.1 Resumen

Las teorías corpóreas sostienen que la comprensión del lenguaje implica la activación de sistemas sensoriales-motores específicos en el cerebro, pero no se ha indagado en aquellos parámetros que permitan entender semánticas de mayores niveles de abstracción. La presente investigación ERP tuvo como objetivo investigar más a fondo la respuesta del cerebro envejecido a las frases factuales/contrafactuales y con niveles de esfuerzo mental alto/bajo en hablantes nativos del español de Chile.

Los resultados muestran que las estructuras lingüísticas factuales inciden en el procesamiento en función del esfuerzo mental que revistan: a mayor esfuerzo mental contenido en la frase, menor implicación del adulto mayor en el procesamiento lingüístico. Este efecto se expresa a través de una negatividad temprana (componente N400) como resultado de una incoherencia semántico/pragmática, gatillada corpóreamente. Algo similar ocurre con las frases contrafactuales de bajo esfuerzo.

En cambio, las frases contrafactuales de alto esfuerzo capturan buena parte de los recursos de procesamiento desde las fases atencionales (P300) hasta el cierre del significado de las oraciones (P600), probablemente por aspectos semánticos (doble significado del contrafactual), cognitivos (mayor conocimiento de mundo y acumulación de experiencias sensoriomotoras de los adultos mayores) y corpóreos (mayor interés o motivación por simular un evento desafiante en términos ficticios) que demuestran que el lenguaje de las personas mayores es modulado por aspectos corpóreos de manera temprana.

Palabras clave: Lenguaje, corporeidad, envejecimiento, esfuerzo, ERP, EEG, contrafactual.

9.2 Método

9.2.1 Participantes

Participaron en el experimento 27 adultos mayores (15 mujeres), reclutados de grupos comunitarios de adultos mayores de Concepción, Chile. Todos ellos fueron seleccionados por mostrar una preferencia manual derecha, según el Edinburgh Handedness Inventory (Odfield, 1971). Se aceptaron sólo personas diestras con un coeficiente de lateralidad superior a 60. Se eliminó a una participante por la presencia de excesivos artefactos en sus registros EEG. Además, todos/as aprobaron favorablemente las pruebas psicológicas aplicadas. Ningún participante tuvo evidencias y/o antecedentes de enfermedad del sistema nervioso central, abuso o consumo problemático de alcohol y otras sustancias, problemas de aprendizaje o memoria, trastorno psiquiátrico o enfermedad médica grave, y no tomaban medicamentos conocidos por tener efectos de acción central. Todos ellos tenían una visión normal o corregida y eran hablantes nativos del español.

Momentos previos al experimento, se evaluó a cada participante con pruebas cognitivas, escalas de tamizaje y psicopatológicas a fin de excluir a sujetos que presentaran condiciones no deseadas (p.e. depresión, demencia, etc.). Las pruebas aplicadas fueron Minimental State Examination (Folstein, Robins & Helzer, 1983) y Escala de Depresión Yesavage (Yesavage, Brink & Rose, 2000), más una breve encuesta que valoró funcionalidad (sobre todo en el plano sensoriomotor). Su participación fue gratuita y consentida, la que se registró mediante un protocolo validado por el Comité de Ética de la Universidad de Concepción. La duración media de esta evaluación fue de 15 mins.

9.2.2 Materiales y procedimientos

Se elaboraron 160 frases correspondientes a cuatro tipos de semánticas: 40 frases de alto esfuerzo mental real (FAM), 40 de bajo esfuerzo mental real (FBM), 40 de alto esfuerzo mental en contrafactual (CAM) y 40 de bajo esfuerzo mental en contrafactual (CBM). Dichas oraciones se ejemplifican en la Tabla 3.

Tabla 3. Ejemplos de estímulos en la tarea de lectura		
Ítem	Oraciones	Condición experimental
FBM	AHORA/ESTÁS/CONTANDO/LOS CAMIONES/EN LA AVENIDA	Factual Bajo Esfuerzo Mental
FAM	AHORA/ESTÁS/PLANEANDO/LA ESTRATEGIA/PARA EL PARTIDO	Factual Alto Esfuerzo Mental
CBM	DEBERÍAS/HABER/CONTADO/ LOS CAMIONES/EN LA AVENIDA	Contrafactual Bajo Esfuerzo Mental
CAM	DEBERÍAS/HABER/PLANEADO/ LA ESTRATEGIA/PARA EL PARTIDO	Contrafactual Alto Esfuerzo Mental
Nota: Las barras diagonales (/) corresponden al lugar donde se segmenta la oración		

Posterior a la lectura de cada frase, se le presentaba al participante una palabra, la que debía decidir si estaba o no en la frase recién leída y constituía una prueba de activación cuya respuesta es una medida de coherencia.

9.2.3 Diseño

Las condiciones experimentales fueron analizadas en un diseño factorial de 2 tipos de contexto (Factual vs. Contrafactual) x 2 tipos de esfuerzo (Mental Bajo vs. Mental Alto). Las técnicas y procedimientos de presentación de estímulos son las mismas del Experimento 1.

9.2.4 Registro electrofisiológico

Se utilizó un montaje de EEG de alta densidad, con 58 electrodos delgados Ag / AgCl montados en un gorro elástico que se ajustaba a la medida de la cabeza. 5 de ellos eran de tipo cucharilla (10 mm de diámetro) y se colocaban en la zona ocular: uno bajo el ojo izquierdo y otro junto al canto del ojo derecho para medir los movimientos oculares. Dos se pusieron en la zona de los mastoides (bajo cada oreja), utilizándose como referencia promedio para el resto de electrodos (registro monopolar) y uno en la frente, que se usó como toma de tierra.

Las localizaciones de los electrodos en el cuero cabelludo fueron: FP1, FP2, F3, F4, C3, C4, P3, P4, O1, O2, F7, F8, T7, T8, P7, P8, FZ, CZ, PZ, F1, F2, P1, P2, AF3, AF4, P5, P6, FC5, FC6, C5, C6, TP7, TP8, PO5, PO6, FPZ, FCZ, CPZ, POZ, OZ, PO3, PO4, CP1, CP2, CP3, CP4, C1, C2, F5, F6, FC3, FC4, FC1, FC2, CP5, CP6, PO7 y PO8. Estas localizaciones siguieron el sistema estándar 10/20 de localización de los electrodos. La impedancia interelectrodo fue mantenida por debajo de los 5 K Ω . Las bioseñales fueron procesadas por un amplificador Neuronic en una banda entre 0.02-100 Hz. En el análisis de los ERPs se eliminaron de los promedios individuales todas aquellas ventanas que contenían movimientos oculares (EOG superior a 80 μ) y aquellos artefactos que contaminaban las medidas como ruido de movimiento corporal o de los músculos faciales, entre otros. Este procedimiento se hizo gracias al filtro que realiza automáticamente el programa de análisis de Neuronic, pero luego se corrigió manualmente cada ventana para comprobar que el criterio de eliminación siempre fuera el mismo y así realizar una limpieza más estricta de cada ventana. Los estímulos para el sistema de registro EEG se presentaron a través del software E-Prime 2.0 Professional. Las señales de EEG se prepararon para un análisis de potenciales relacionados con eventos (ERPs) para revelar si los componentes endógenos como P300, N400 o P600 distinguían entre el significado factual y contrafactual, y entre niveles de esfuerzo mental alto y bajo. La elección de las ventanas de tiempo para el análisis de ERP/EEG se basó en criterios teóricos y estadísticos. Específicamente, se aplicó el método estadístico no paramétrico de las permutaciones (incluido en el paquete Neuronic EP

Workstation) para estimar las comparaciones de la prueba t por pares entre los niveles de una variable en cada punto de datos (Maris & Oostenveld, 2007; Urrutia, 2011). Los segmentos del ERP que alcanzaron el criterio estadístico en los análisis de permutación se seleccionaron como ventanas temporales para analizarlas, de acuerdo a la distribución topográfica de los componentes del ERP descritos en la literatura.

En cada frase experimental se registraron los ERPs de una palabra (*gerundio*) y dos sintagmas (objeto directo y complemento circunstancial). Al medir el objeto directo se produjeron problemas técnicos, por lo que los resultados se referirán al *gerundio* como **POSICIÓN 1** y al *complemento circunstancial* como **POSICIÓN 2**. La POSICIÓN 1 refleja los efectos asociados al procesamiento del verbo principal de la oración, por tanto indica el tipo de acción realizada e implica, tempranamente, el nivel de esfuerzo asociado a la misma, como se aprecia en los ejemplos de la Tabla 3. La POSICIÓN 2 captura los efectos relacionados tanto con el cierre de la oración como aquellos que se van incorporando y acumulando en el procesamiento de la misma. En varios estudios de ERP se encuentra que los aspectos o “problemas” implicados en el procesamiento lingüístico de algún lugar de la oración tienden a provocar no solo un efecto local de ERP para el elemento léxico que encarna el aspecto de procesamiento, sino también un efecto más global para los finales de oraciones (Hagoort, Brown & Groothusen, 1993; Osterhout & Holcomb, 1992; Osterhout & Nicol, 1999). Es probable que estos efectos de terminación de la oración se deban a una respuesta de resumen de la oración, recapitulación de la misma o procesos de toma de decisiones (Hagoort, 2003). En referencia al contexto lingüístico contrafactual, autores como Just & Carpenter (1980) y Rayner, Kambe & Duffy (2000) afirman que el final de la oración tiene un estatus especial y es posible que ERPs específicos de procesamiento de recapitulación, que difieren en historias factuales y contrafactuales, tomen lugar en este punto (Urrutia, de Vega & Bastiaansen, 2012).

Por ejemplo, en la oración: “Ahora estás **resumiendo** la trama **de ese libro**”, se envió una señal sincrónica al EEG correspondiente al inicio de la palabra “**resumiendo**” (*gerundio*) y otra señal correspondiente al sintagma “**de ese libro**” (*complemento*

circunstancial). La finalidad de registrar ambas posiciones fue la de comprobar el curso temporal del procesamiento del nivel de esfuerzo en contextos de diferente nivel de abstracción a lo largo de la oración. Para analizar la señal electrofisiológica en la posición 1, se tomó como línea base 200 ms. previos a la posición analizada y la ventana total de registro se prolongó otros 1200 ms. tras la presentación del estímulo. Para la posición 2, la línea base fue de 200 ms., mientras que la ventana temporal se prolongó a los 1000 ms.

9.3 Resultados

Luego de un análisis preliminar con el estadígrafo del software de Análisis de los ERPs, incluido en el programa Workstation, se decidió exportar seis ventanas de la POSICIÓN 1 para un posterior análisis de varianza de medidas repetidas (ANOVA de Medidas Repetidas), mediante SPSS.

Las siguientes ventanas están comprendidas en diferentes tiempos mientras los adultos mayores leían el gerundio de la frase (POSICIÓN 1). La primera ventana estaba comprendida entre 150-300 ms. La segunda entre 200-600 ms. La tercera entre 350-500 ms. La cuarta entre 400-600 ms. La quinta entre 550-700 ms. y la sexta, más tardía, entre 550-800 ms. tras la presentación del gerundio.

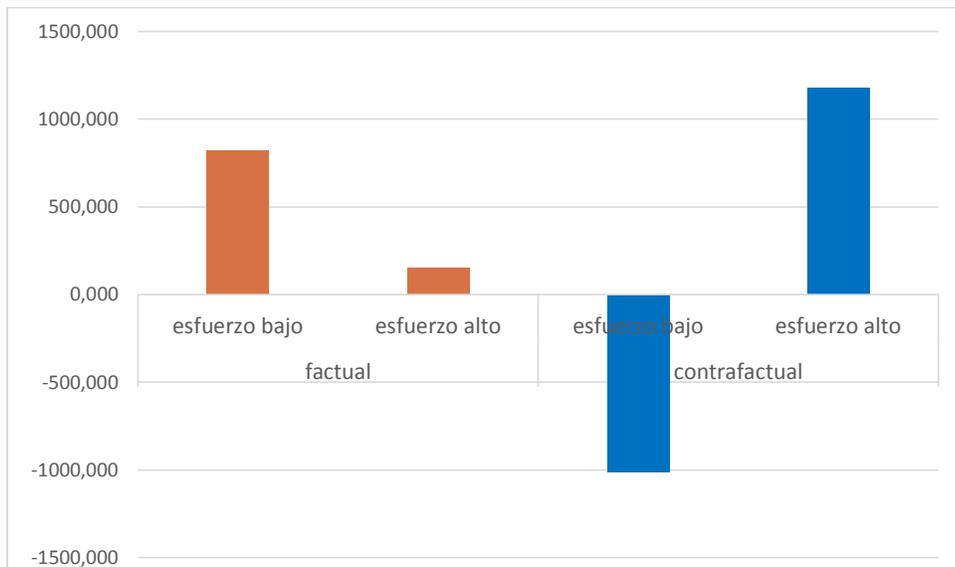
En relación a la POSICIÓN 2. La ventana que resulta con interacciones significativas está comprendida entre 630-750 ms.

POSICIÓN 1

Ventana 150-300 ms. Hubo efectos significativos sobre el conjunto de los 58 electrodos, encontrando una interacción significativa Contexto x Esfuerzo $F(1, 25) = 4,935$, $MSe = 385350228,7$, $p < 0.05$; $\eta^2 = 0,165$; $\eta^2_{p/f} = 0,445$; $1-\beta = 1.0$, (Corrección Greenhouse-Geisser).

El componente que teóricamente podría hallarse en esta ventana temporal es el P300, que se distribuye desde la zona frontal a la temporal y se corresponde con procesos ejecutivos de inhibición cognitiva y memoria operativa (Johnson, 1993). En función de lo anterior se escogió como ROI los electrodos: FP1, FP2, AF3, AF4, F1, F2, F3, F4, FC1, FC2, FC3, FC4, F5, F6, F7, F8, FC5, FC6, C5, C6, CP5, CP6, T7, T8, TP8, TP7, Fz, Cz y Pz, donde se encontró interacción significativa entre los factores Contexto x Esfuerzo $F(1, 25) = 6,887$, $MSe = 200893084,1$, $p < 0.05$; $\eta^2 = 0,216$; $\eta^2_{p/f} = 0,525$; $1-\beta = 1.0$ (Corrección Greenhouse-Geisser). La visualización de este efecto se muestra en el Gráfico 6.

Gráfico 6. Medias en la ROI de 150-300 ms.



El análisis de los electrodos mediales Fz, Cz y Pz se realizó por separado. En dichos electrodos se halló una interacción significativa Contexto x Esfuerzo $F(1, 25) = 5,207$, $MSe = 23420367,52$, $p < 0.05$; $\eta^2 = 0,172$; $\eta^2_{p/f} = 0,456$; $1-\beta = 1.0$ (Corrección Greenhouse-Geisser). Las Figuras 7 y 8 muestran la amplitud que se logra en los electrodos mediales para cada condición experimental.

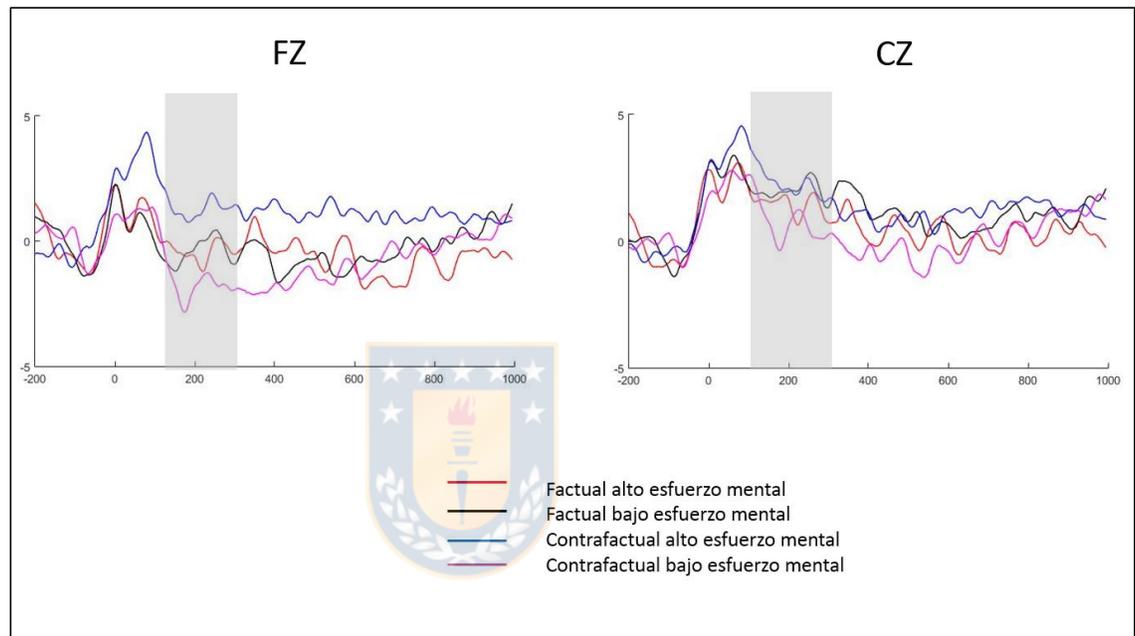


Figura 7: Condiciones experimentales en los electrodos Fz y Cz entre 150-300 ms.

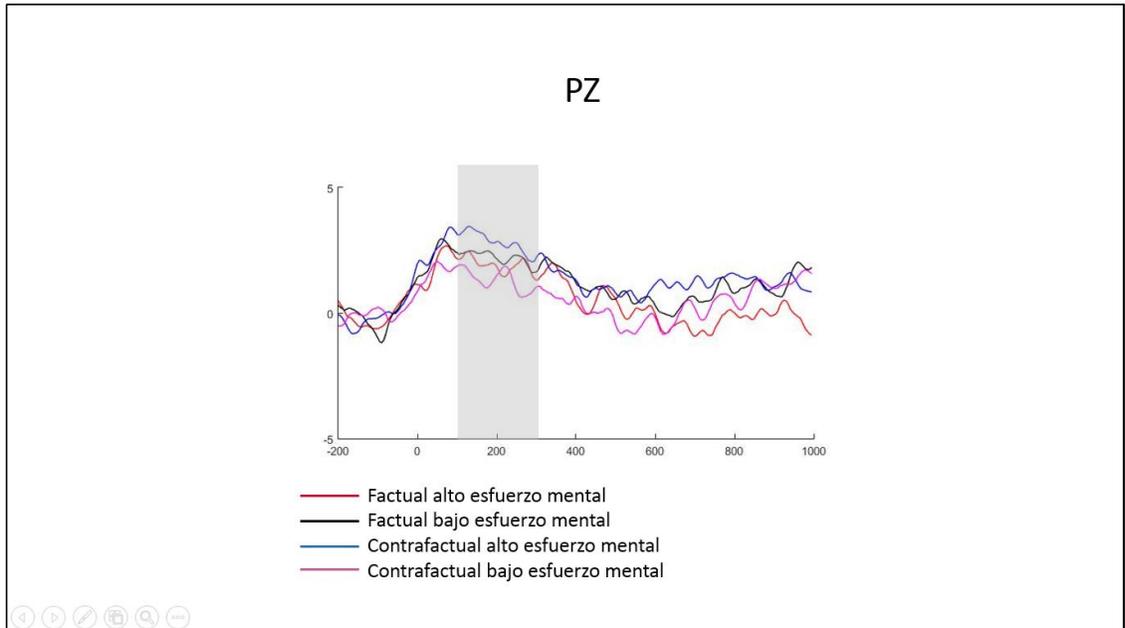


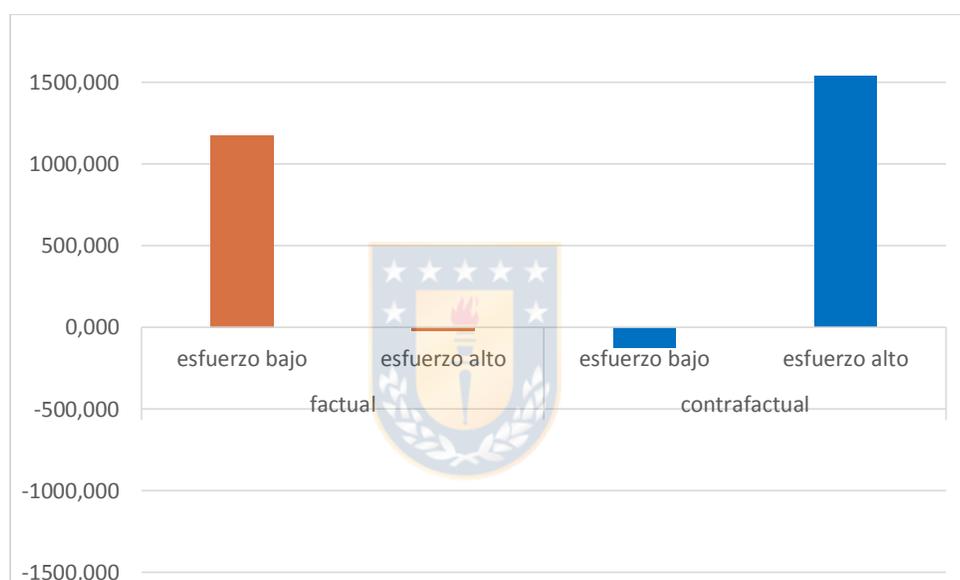
Figura 8: *Condiciones experimentales en el electrodo Pz entre 150-300 ms.*

La topografía de este efecto es frontal, central, centroparietal y temporoparietal, sugiriendo mayor presencia del sub-componente P300a relacionado con procesos de atención selectiva e inhibición cognitiva y, secundariamente, con procesos de memoria operativa (sub-componente P300b), todas ellas funciones ejecutivas.

Ventana 200-600 ms. Hubo efectos significativos sobre el conjunto de los 58 electrodos, encontrando una interacción significativa Contexto x Esfuerzo $F(1, 25) = 4,476$, $MSe = 4384465334,7$, $p < 0.05$; $\eta^2 = 0,152$; $\eta^2_{p/f} = 0,423$; $1-\beta = 1.0$ (Corrección Greenhouse-Geisser). En esta ventana temporal es esperable hallar el componente N400, una negatividad entre 200 y 600 ms, más grande en sitios centro-parietales, con un sesgo hacia el hemisferio derecho para el lenguaje escrito (Kutas & Federmeier, 2011; Van Petten & Rieffers, 1995). Se escogió como ROI a 34 canales: C3, C4, P3, P4, P7, P8, P1, P2, P5, P6, C5, C6, PO5, PO6, PO3, PO4, CP1, CP2, CP3, CP4, C1, C2, CP5, CP6, PO7, PO8, Fz, Cz, Pz, FPz, FCz, CPz, POz y Oz donde se encontró interacción significativa entre los factores Contexto x Esfuerzo $F(1, 25) = 4,207$, $MSe = 330401238,1$, $p < 0.05$; $\eta^2 = 0,144$; $\eta^2_{p/f} = 0,41$; $1-\beta = 1.0$ (Corrección Greenhouse-Geisser). Este efecto se visualiza en el Gráfico 7.

Los canales mediales se analizaron por separado y se encontró en ellos interacción significativa entre los factores Contexto x Esfuerzo $F(1, 25) = 4,238$, $MSe = 63211215,87$, $p < 0.05$; $\eta^2 = 0,145$; $\eta^2_p/f = 0,41$; $1-\beta = 1.0$ (Corrección Greenhouse-Geisser). En esta ventana temporal el N400 se expresa mayormente en las zonas posteriores: parietales, centrales y en menor medida en zonas parieto-occipitales.

Gráfico 7. Medias en la ROI de 200-600 ms.



Por su parte, las Figuras 9 a la 16 permiten observar las diferencias de voltaje (amplitud de voltaje) entre las diferentes condiciones experimentales. Se puede apreciar cómo predomina la positividad del contrafactual de alto esfuerzo mental, seguido del bajo esfuerzo en contexto factual. La distribución topográfica de esta ventana temporal se observa mayormente en las áreas centrales parietales derecha, de acuerdo a la topografía de una N400 clásica. Sin embargo, la onda cerebral tiene una morfología con varios cambios de voltaje dentro del rango temporal, lo que hace pensar que es una onda típica de la población en estudio, como se puede apreciar en las siguientes figuras.

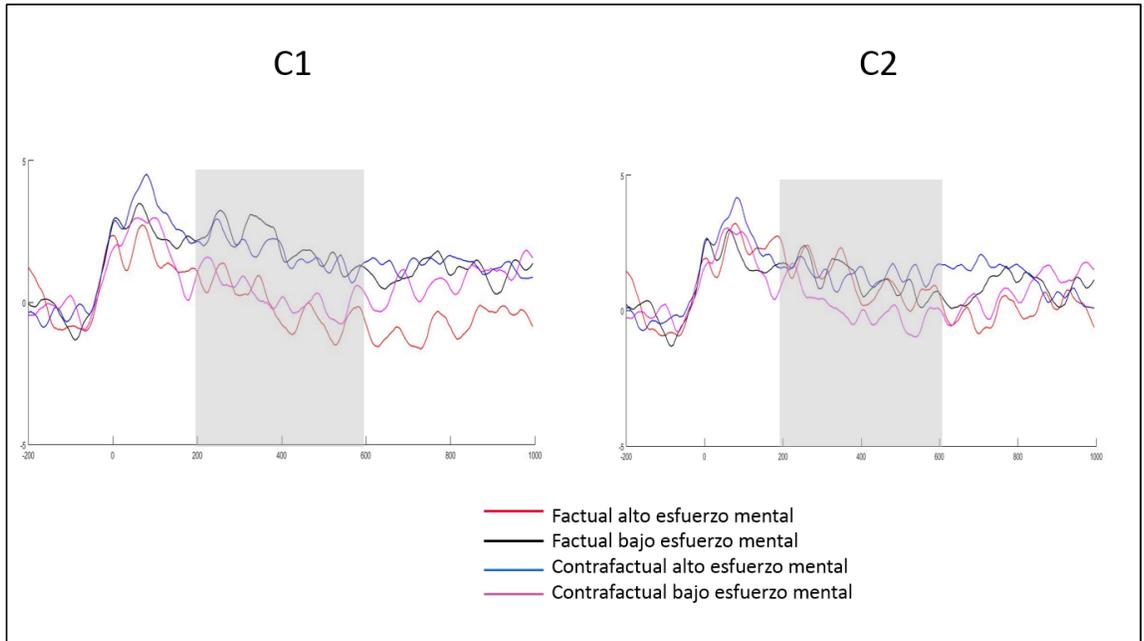


Figura 9: Condiciones experimentales en los electrodos C1 y C2 entre 200-600 ms.

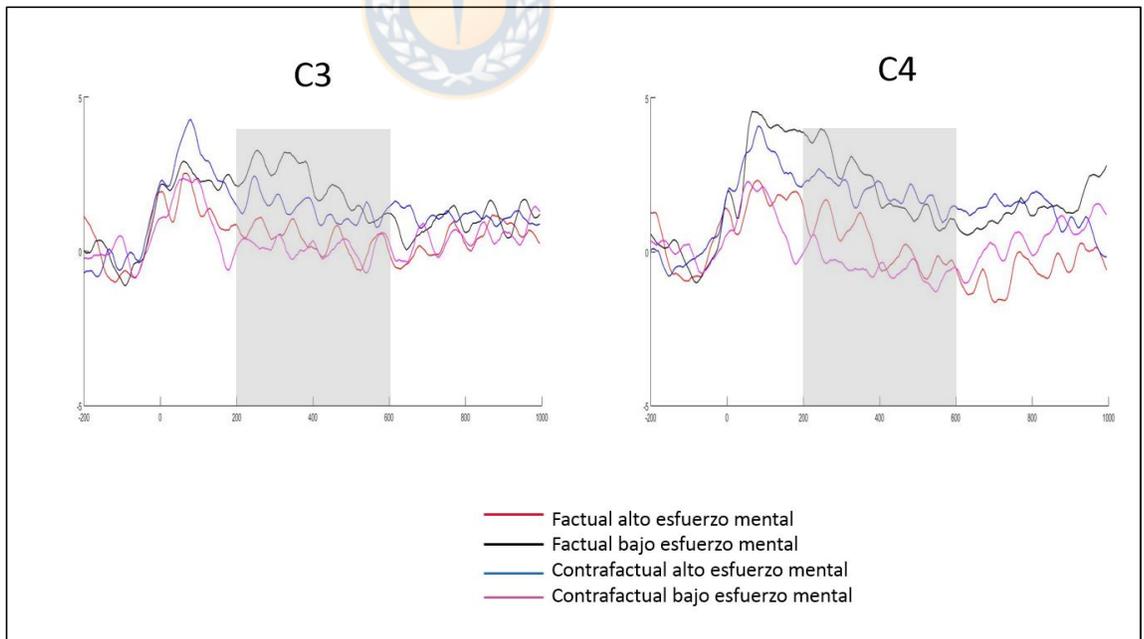


Figura 10: Condiciones experimentales en los electrodos C3 y C4 entre 200-600 ms.

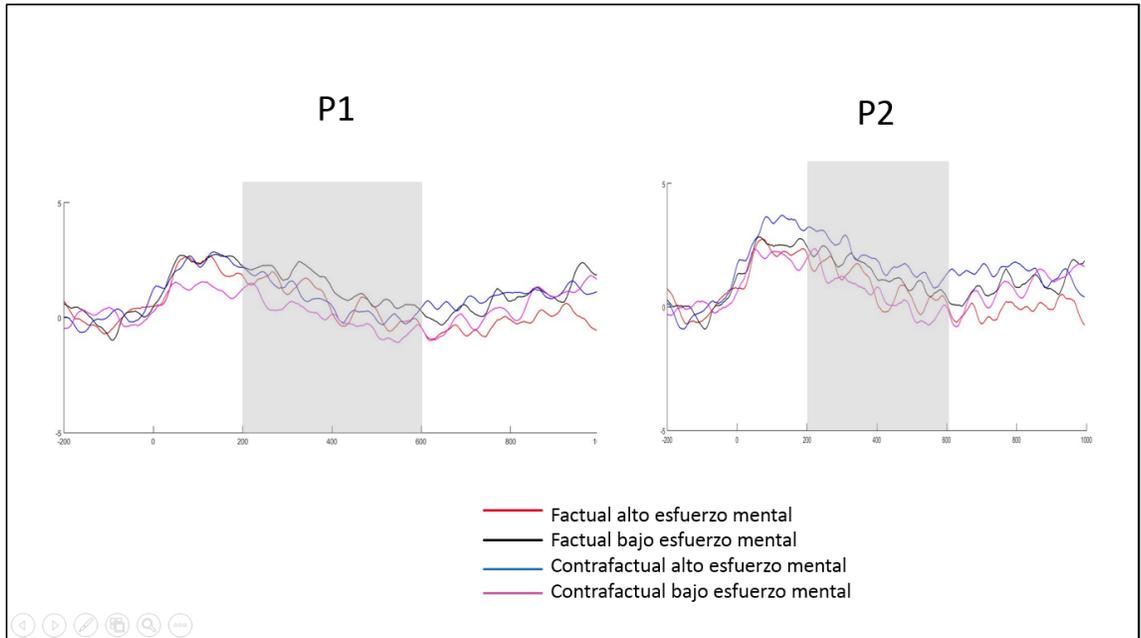


Figura 11: Condiciones experimentales en los electrodos P1 y P2 entre 200-600 ms.

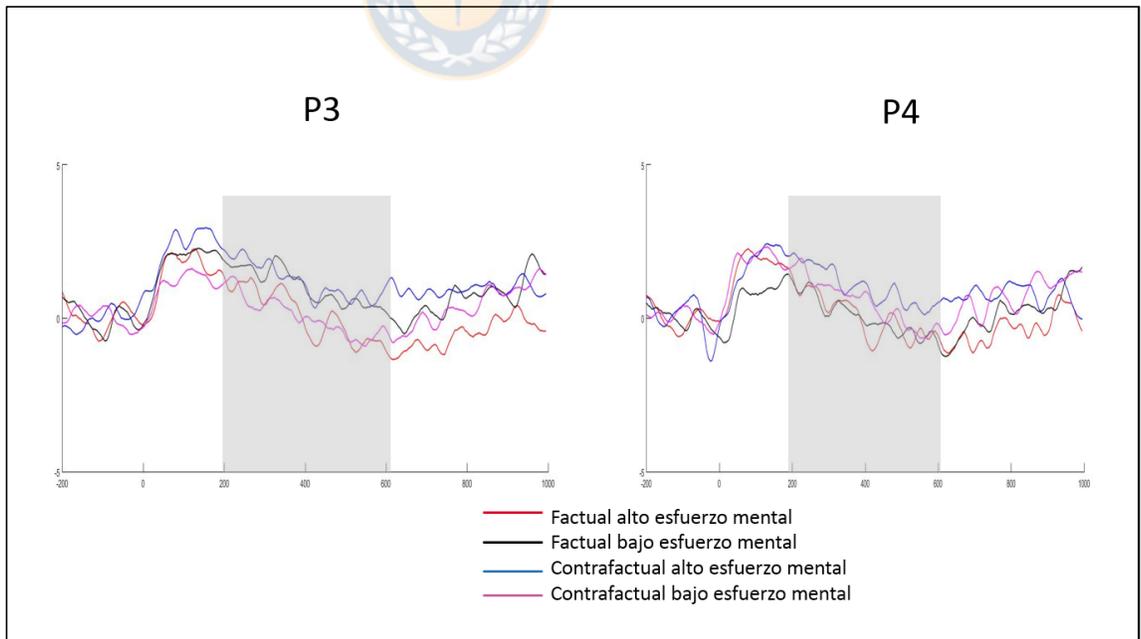


Figura 12: Condiciones experimentales en los electrodos P3 y P4 entre 200-600 ms.

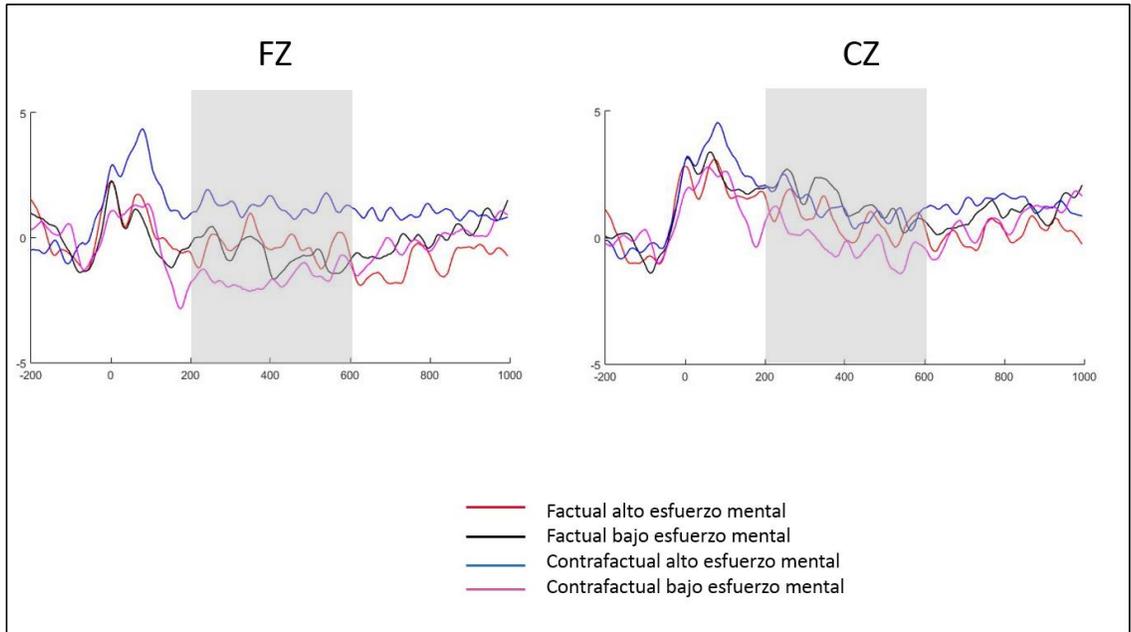


Figura 13: Condiciones experimentales en los electrodos Fz y Cz entre 200-600 ms.

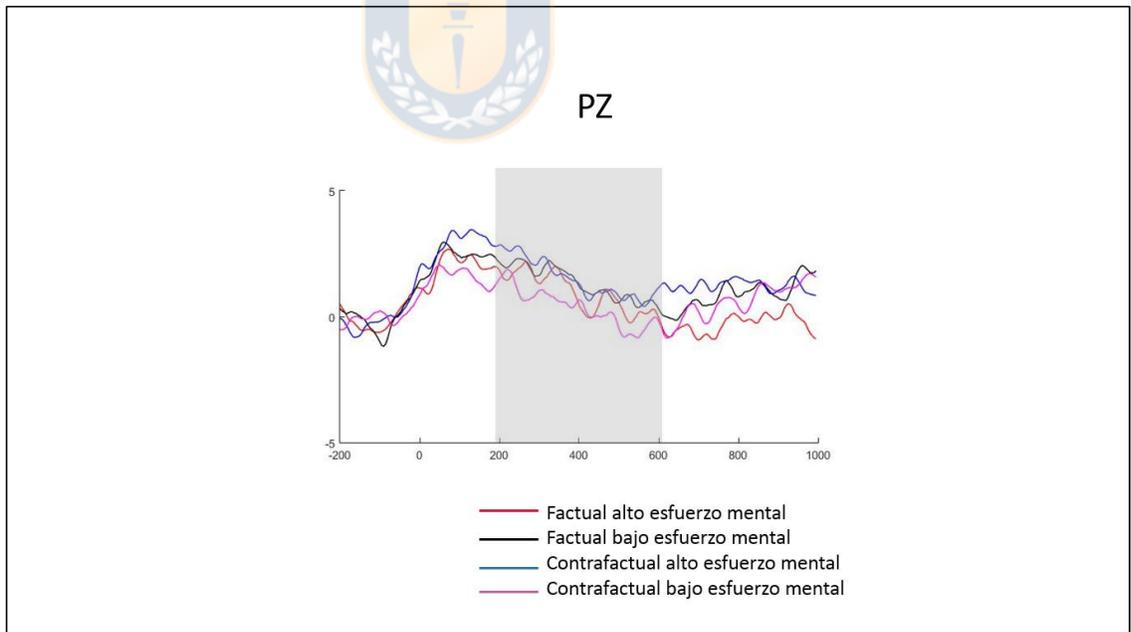


Figura 14: Condiciones experimentales en el electrodo Pz entre 200-600 ms.

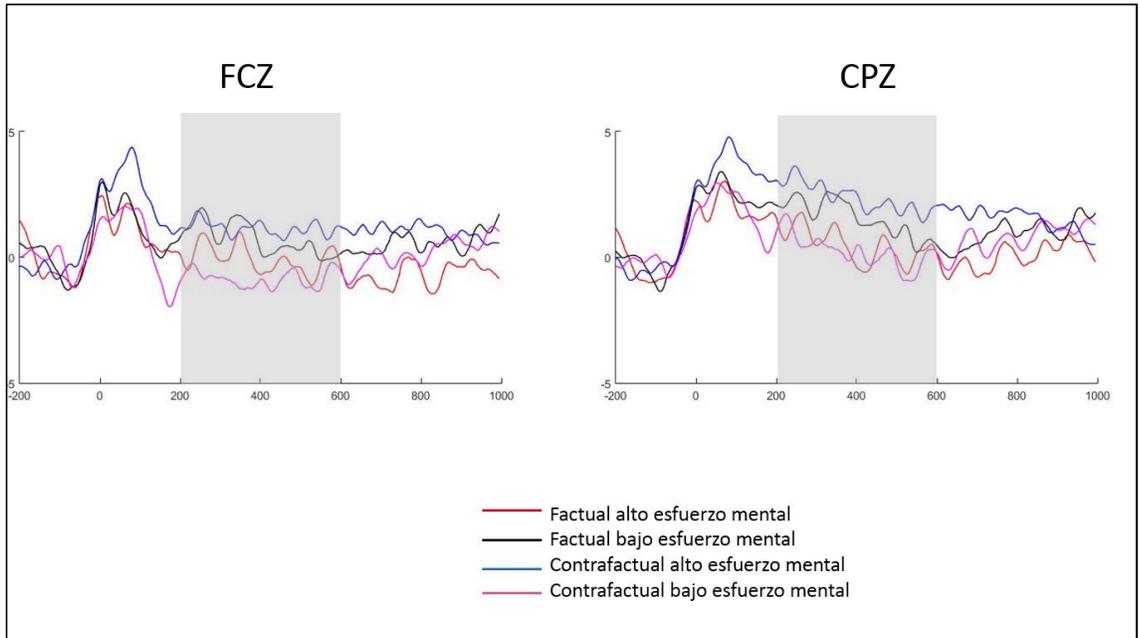


Figura 15: Condiciones experimentales electrodos FCz y CPz entre 200-600 ms.

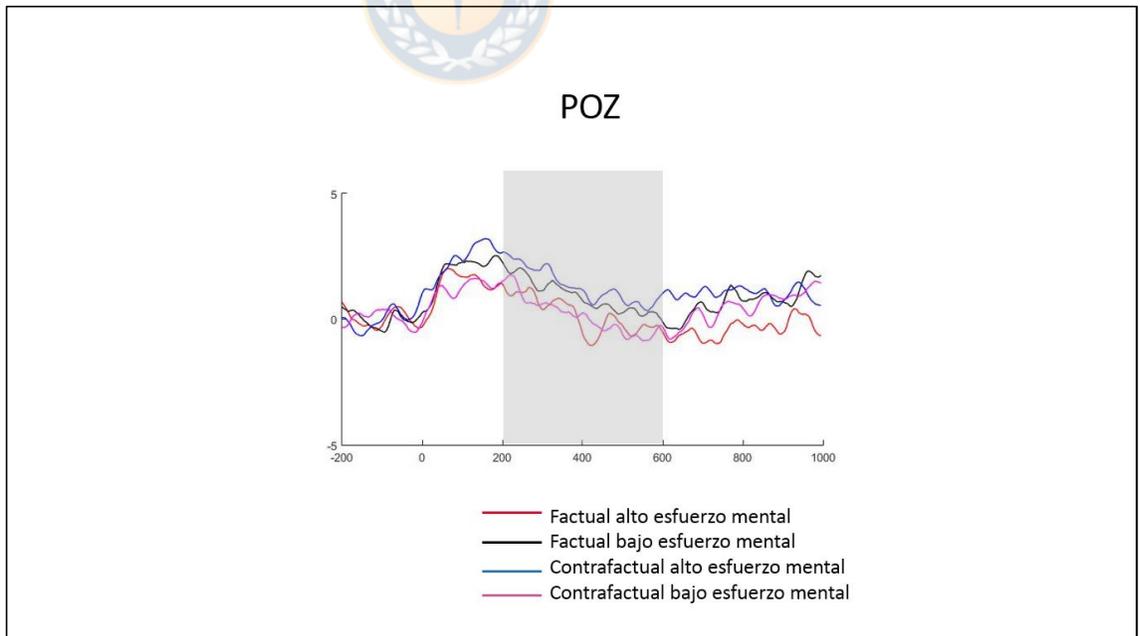


Figura 16: Condiciones experimentales en el electrodo POz entre 200-600 ms.

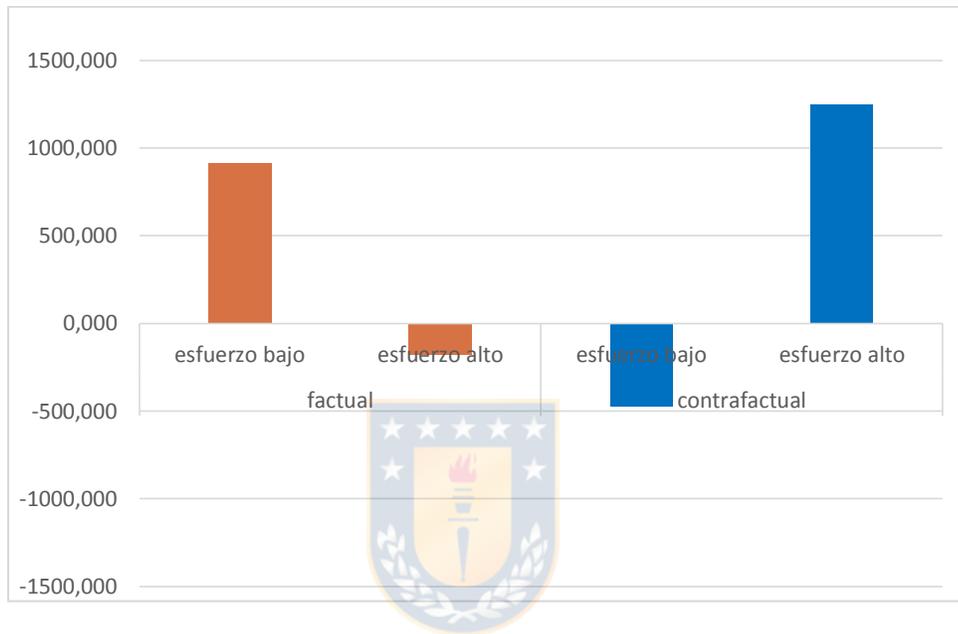
Ventana 350-500 ms. No hubo efectos significativos sobre el conjunto de los 58 electrodos, hallándose solamente una tendencia marginal ($p=0,08 > 0,05$) en la interacción Contexto x Esfuerzo. Al igual que en el caso anterior, es esperable hallar una negatividad alrededor de los 400 ms. (N400).

Existen pocos datos sobre el efecto de la edad en el componente N400 (Tsolaki, Kosmidou, Hadjileontiadis, Kompatsiaris & Tsolaki, 2015). La literatura reciente sugiere que las diferencias relacionadas con la edad no son significativamente importantes (Grieder, Crinelli, Koenig, Wahlund, Dierks & Wirth, 2012); Komes, Schweinberger & Wiese, 2014; Wilkinson, Yang & Dyson, 2013), mientras que los estudios que emplean tareas lingüísticas semánticas presentan diferencias inconsistentes relacionadas con la edad en N400 (Tsolaki et al., 2015). Kemmotsu et al. (2012) encontraron una reducción de N400 con el envejecimiento en el área prefrontal izquierda, que también correlacionó con un tiempo de respuesta más lento, mientras que Wilkinson et al. (2013) describieron una reducción de N400 para el grupo joven cuando realizaron un cambio relacionado con la tarea. También existe evidencia que señala que en la población mayor el componente N400 se vuelve más frontal cuando se restringe la información del contexto para interpretar o reinterpretar una frase (Wlotko & Federmeier, 2012), sobre todo para aquellos adultos mayores con mayor fluencia verbal (Wlotko, Lee & Federmeier, 2010), lo que es relevante dado que en el nivel oracional al que se circunscribe el presente estudio no existe información contextual antes de la frase crítica.

En función de las razones entregadas anteriormente, la ROI se amplió a zonas frontales escogiendo así los siguientes 32 canales: F3, F4, C3, C4, P3, P4, T7, T8, F1, F2, P1, P2, C5, C6, TP7, TP8, PO5, PO6, PO3, PO4, CP1, CP2, CP3, CP4, C1, C2, FC3, FC4, FC1, FC2, CP6, CP5, Cz, FCz y CPz. En ellos se encontró una interacción significativa entre los factores Contexto x Esfuerzo $F(1, 25) = 4,220$, $MSe = 390132201,0$, $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,144$; $\eta^2_p/f = 0,41$; $1-\beta = 1,0$ (Corrección Greenhouse-Geisser). El Gráfico 8 muestra la distribución del efecto en las semánticas estudiadas.

Los canales mediales Cz, FCz y CPz se analizaron por separado y se encontró en ellos interacción significativa entre los factores Contexto x Esfuerzo $F(1, 25) = 4,797$, $MSe = 31794213,87$, $p < 0.05$; $\eta^2 = 0,161$; $\eta^2_{p/f} = 0,44$; $1-\beta = 1.0$ (Corrección Greenhouse-Geisser).

Gráfico 8. Medias en la ROI de 350-500 ms.



Por otro lado, se observan las diferencias de amplitud entre las cuatro condiciones experimentales en las Figuras de la 17 a la 22. Los contrafactuales de bajo esfuerzo y los factuales de alto esfuerzo gatillan el efecto N400. Este efecto en este rango temporal tiene una distribución topográfica más frontal que la ventana anterior, como se puede apreciar en los gráficos siguientes.

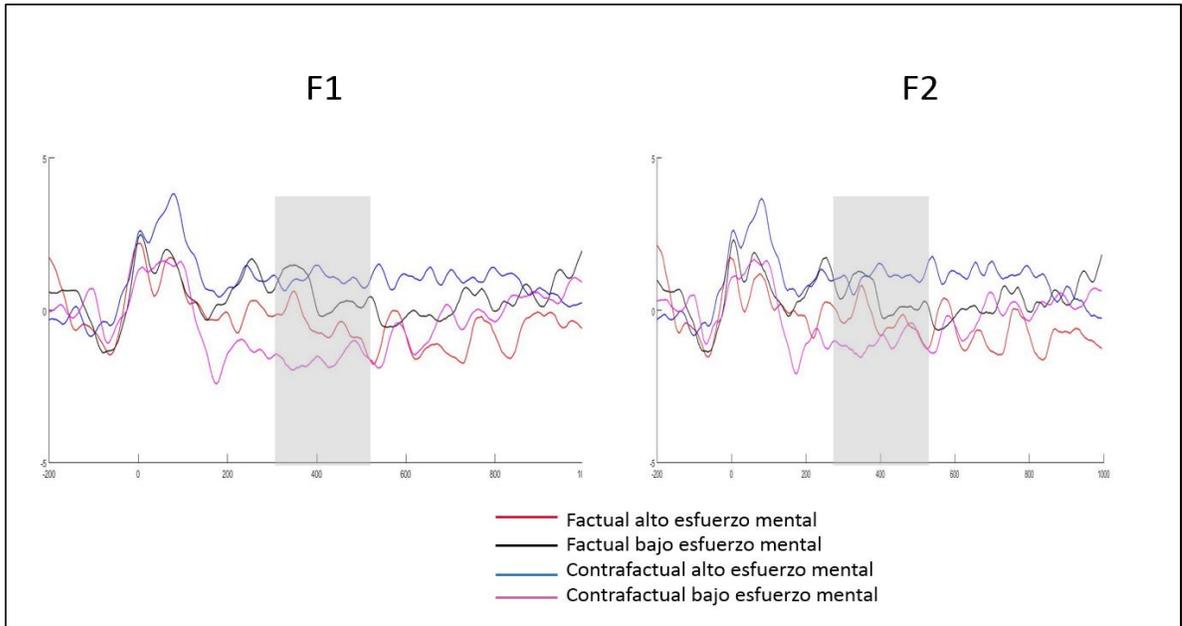


Figura 17: Condiciones experimentales en los electrodos F1 y F2 entre 350-500 ms.

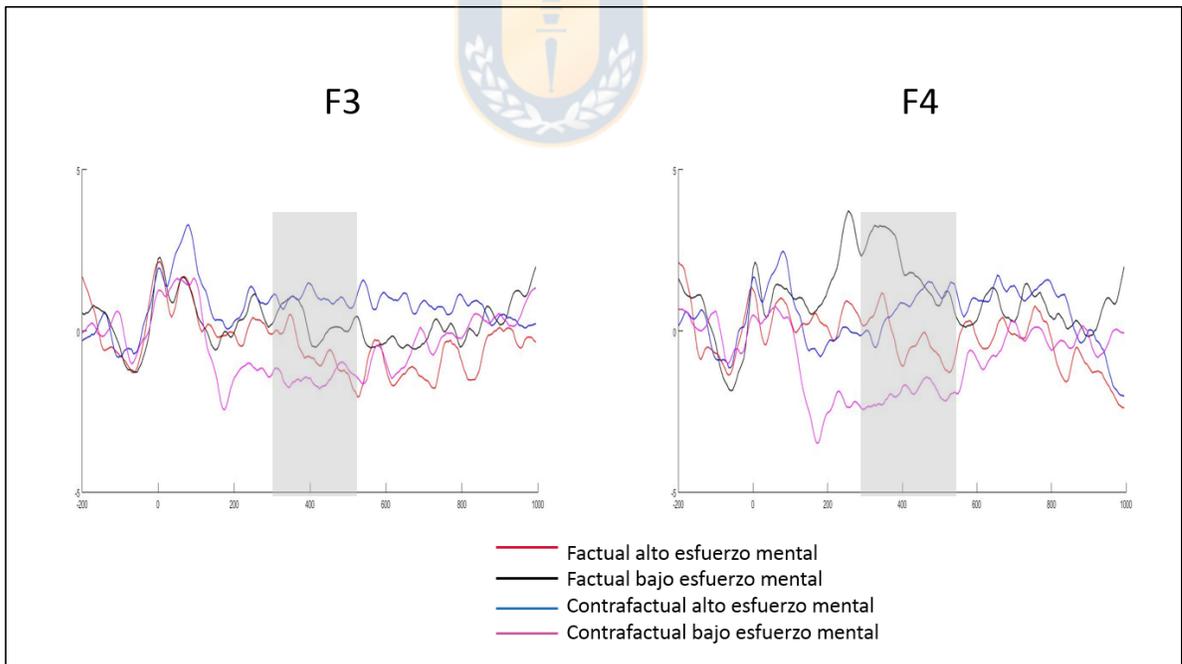


Figura 18: Condiciones experimentales en los electrodos F3 y F4 entre 350-500 ms.

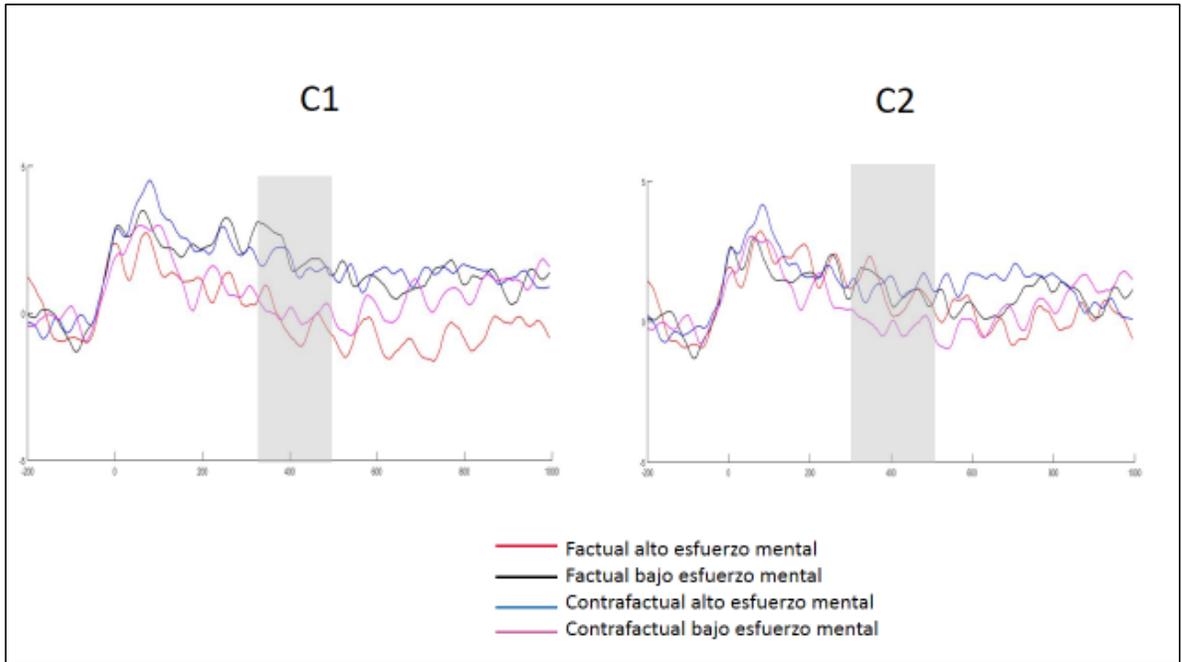


Figura 19: Condiciones experimentales en los electrodos C1 y C2 entre 350-500 ms.

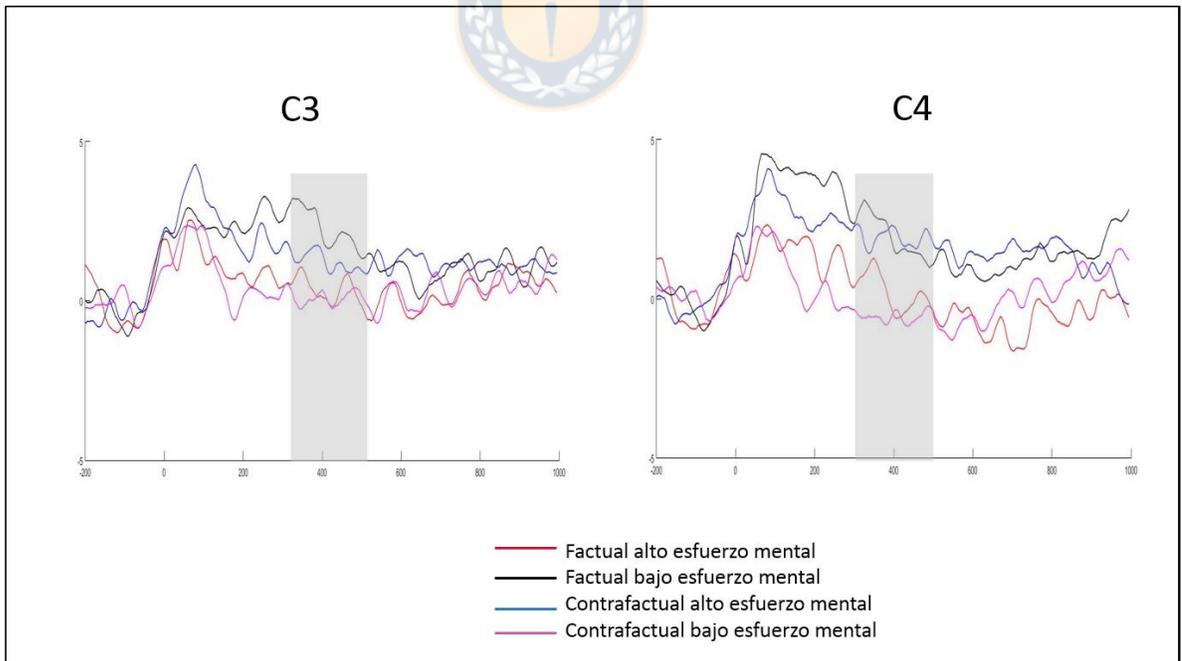


Figura 20: Condiciones experimentales en los electrodos C3 y C4 entre 350-500 ms.

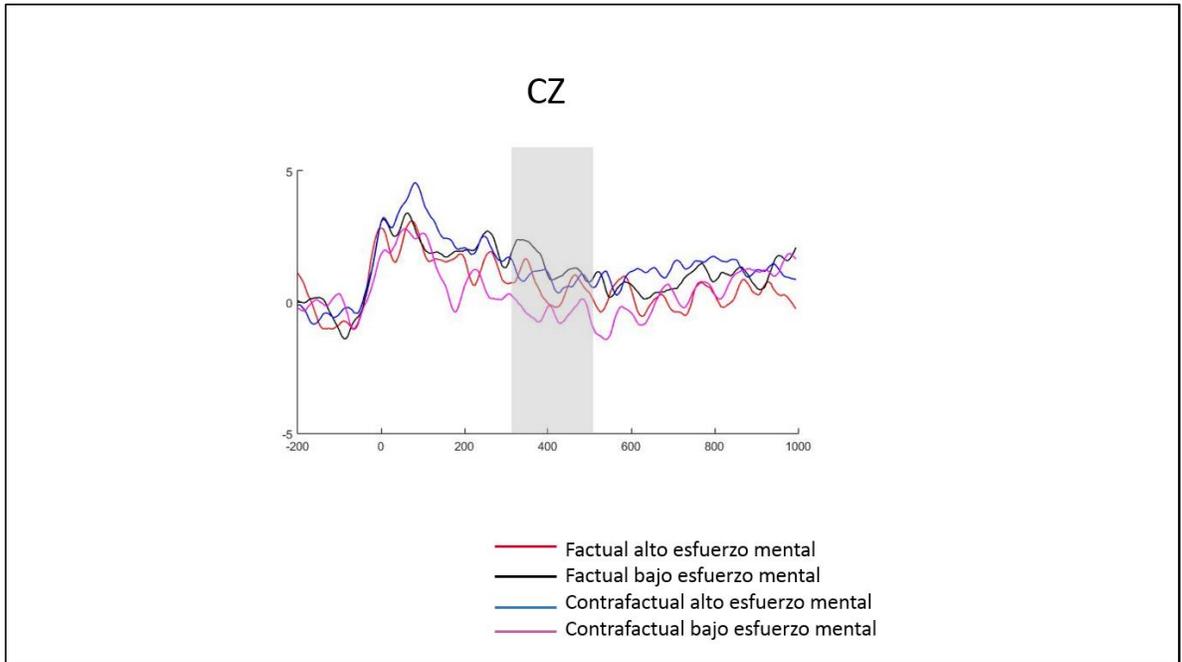


Figura 21: Condiciones experimentales en el electrodo Cz entre 350-500 ms.

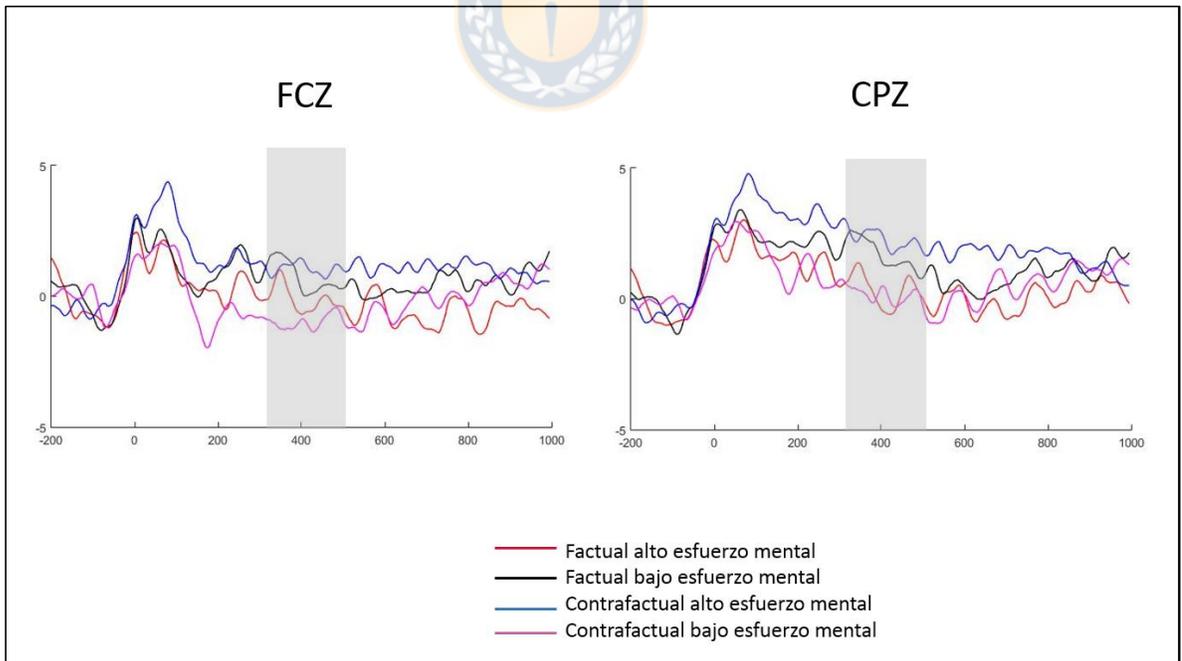


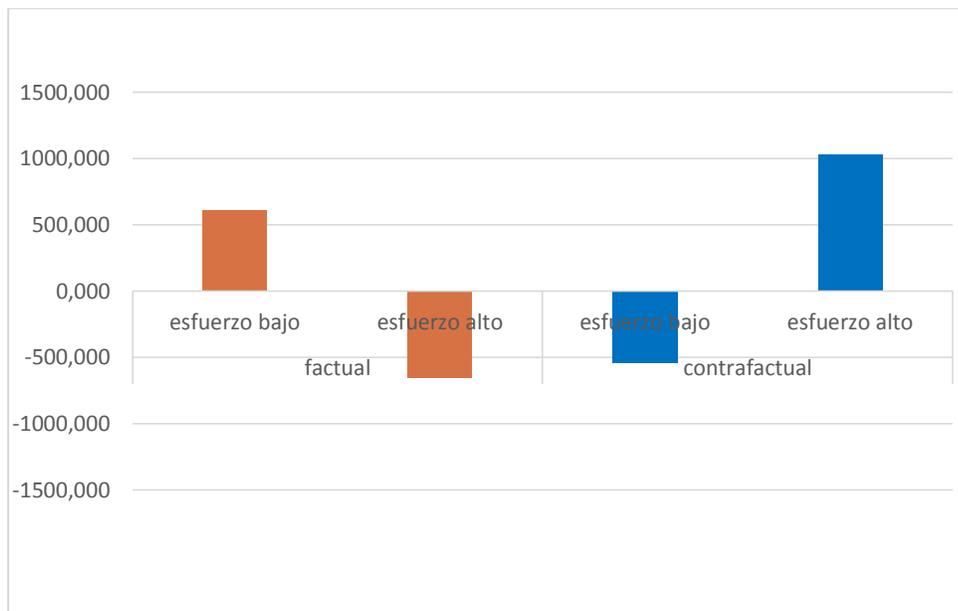
Figura 22: Condiciones experimentales en electrodos FCz y CPz entre 350-500 ms.

Ventana 400-600 ms. Los resultados del análisis de esta ventana de algún modo son la extensión de los resultados en la ventana 200-600 ms. No hubo efectos significativos sobre el conjunto de los 58 electrodos, hallándose solamente una tendencia marginal ($p=0,058 > 0,05$) en la interacción Contexto x Esfuerzo. Se tomaron los mismos canales de la ventana de 200-600 ms. (por los mismos motivos) y se encontró una interacción significativa entre los factores Contexto x Esfuerzo $F(1, 25) = 4,079$, $MSe = 333835235,8$; $p < 0.05$; $\eta^2 = 0,14$; $\eta^2_p/f = 0,42$; $1-\beta = 1.0$ (Corrección Greenhouse-Geisser). El gráfico 9 muestra la dirección de este efecto.

En función de un criterio estadístico, los canales mediales tomados en esta ventana se remitieron a Cz, Pz, FCz, CPz y POz (no los 8 canales mediales de la ventana de 200-600 ms.), los que se analizaron por separado y se encontró en ellos interacción significativa entre los factores Contexto x Esfuerzo $F(1, 25) = 4,396$, $MSe = 39918962,82$, $p < 0.05$; $\eta^2 = 0,15$; $\eta^2_p/f = 0,42$; $1-\beta = 1.0$ (Corrección Greenhouse-Geisser).

Esta negatividad apunta en una dirección similar a la de los hallazgos de Gunter et al (1992). Dichos autores indagaron en épocas de 340 a 640 ms. en intervalos de 30 ms., hallando que en los mayores el N400 se atrasa 120 ms. aprox. y tiene una amplitud menor. Es importante recordar que el componente N400 no solo es modulado por el grado de incongruencia semántica. Entre los diversos factores está el efecto de concreción N400. Este efecto se observa típicamente en relación con el procesamiento de sustantivos concretos y abstractos, con sustantivos concretos que provocan respuestas N400 frontales mejoradas en comparación con sustantivos abstractos (Kounios & Holcomb, 1994). Este efecto de concreción tiende a ser más pronunciado sobre el cuero cabelludo frontal que parietal, a diferencia de la distribución más centro-parietal del efecto de contexto semántico N400 para palabras escritas. El efecto de concreción es mayor cuando el procesamiento de palabras va más allá de las características de nivel de superficie y cuando las restricciones contextuales son débiles (Kutas, Van Petten & Kluender, 2006).

Gráfico 9. Medias en la ROI de 400-600 ms.



A continuación, se presenta la región de interés de esta ventana en particular, que tiene una distribución centroparietal derecha. Debido a la morfología sinuosa de la onda cerebral, suponemos característica de esta población, se encuentran efectos en distintas topografía en el componente N400.

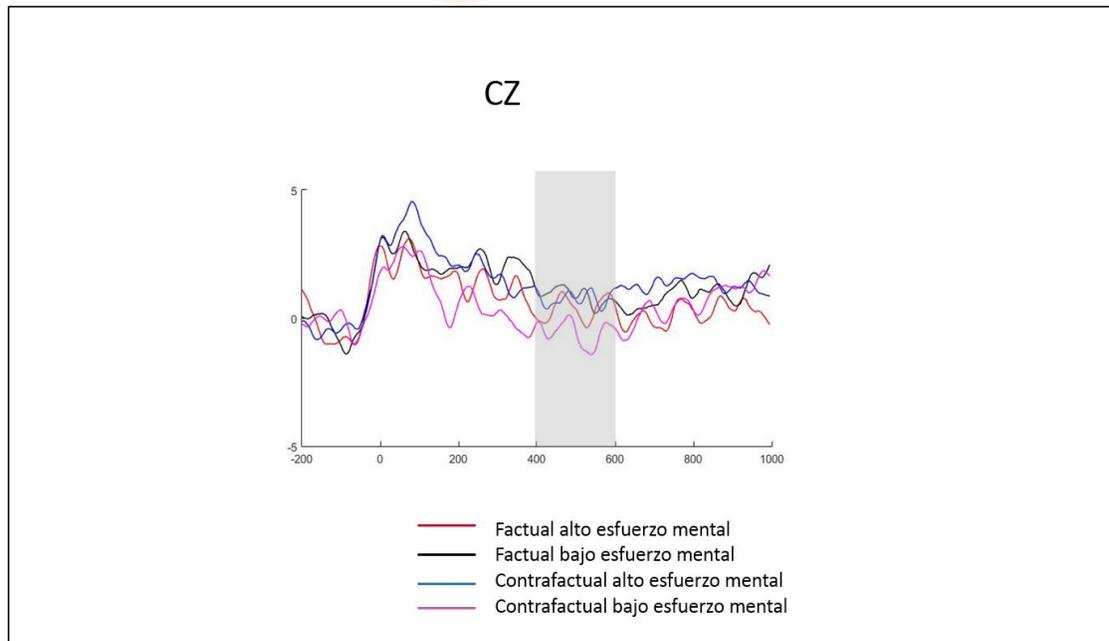


Figura 23: Condiciones experimentales en el electrodo Cz entre 400-600 ms.

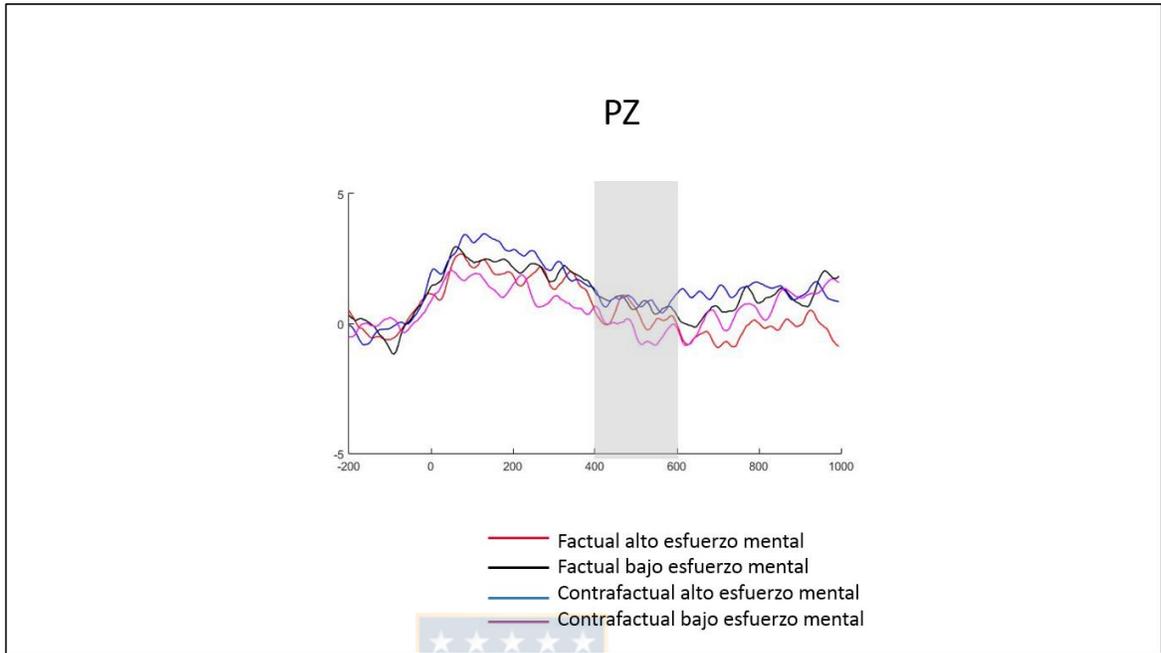


Figura 24: Condiciones experimentales en el electrodo Pz entre 400-600 ms

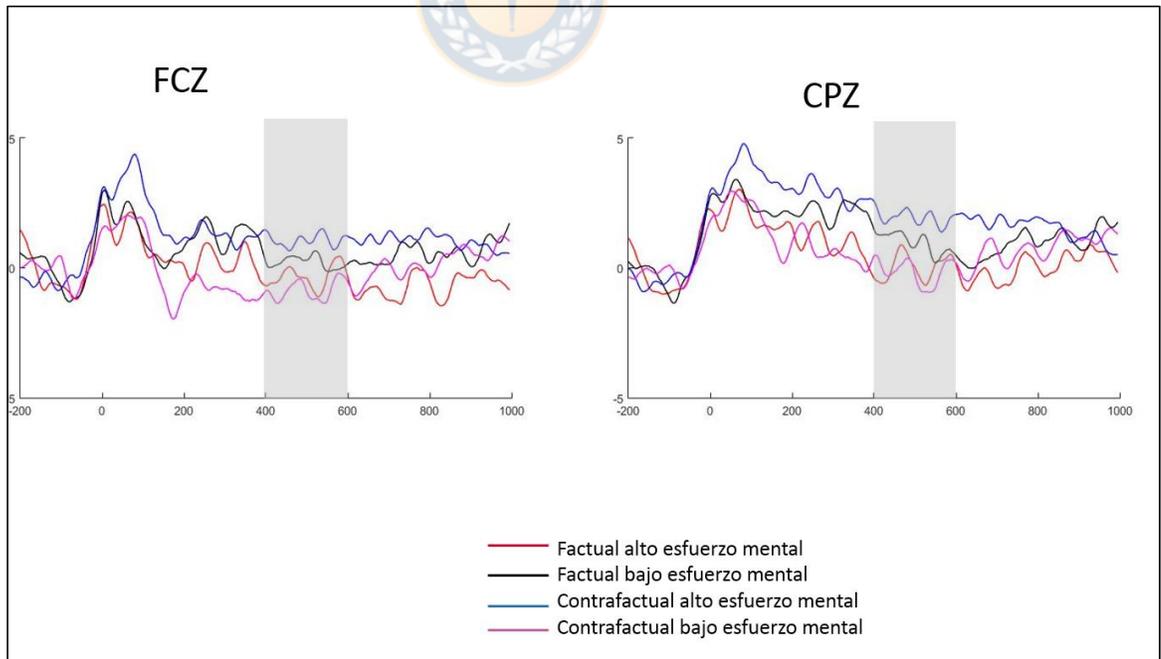


Figura 25: Condiciones experimentales en electrodos FCz y CPz entre 400-600 ms.

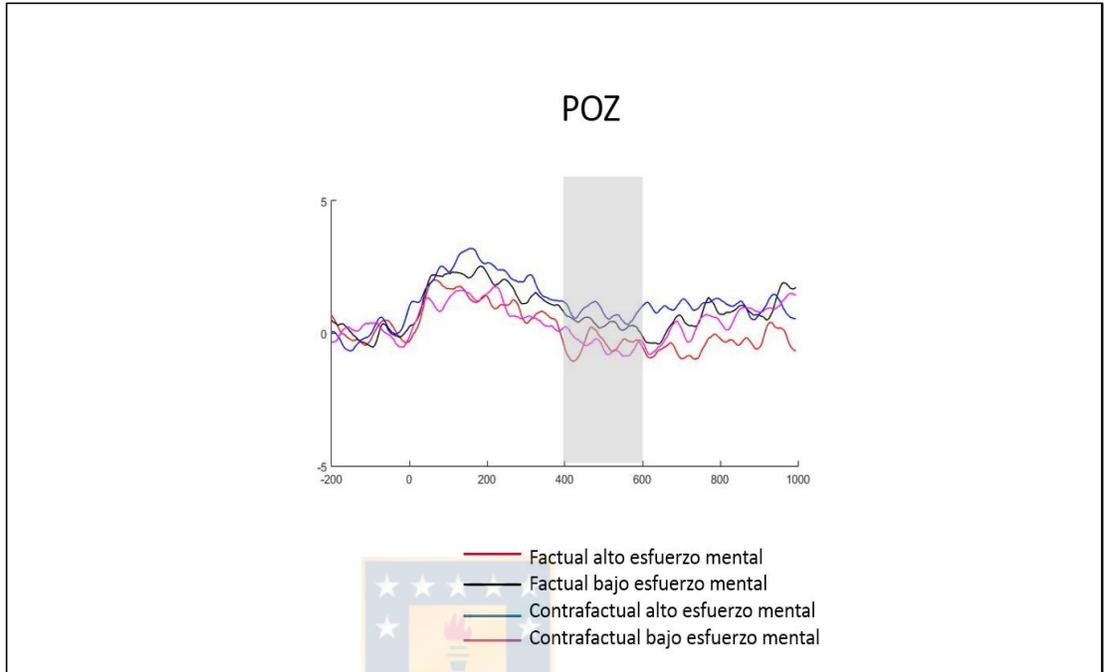


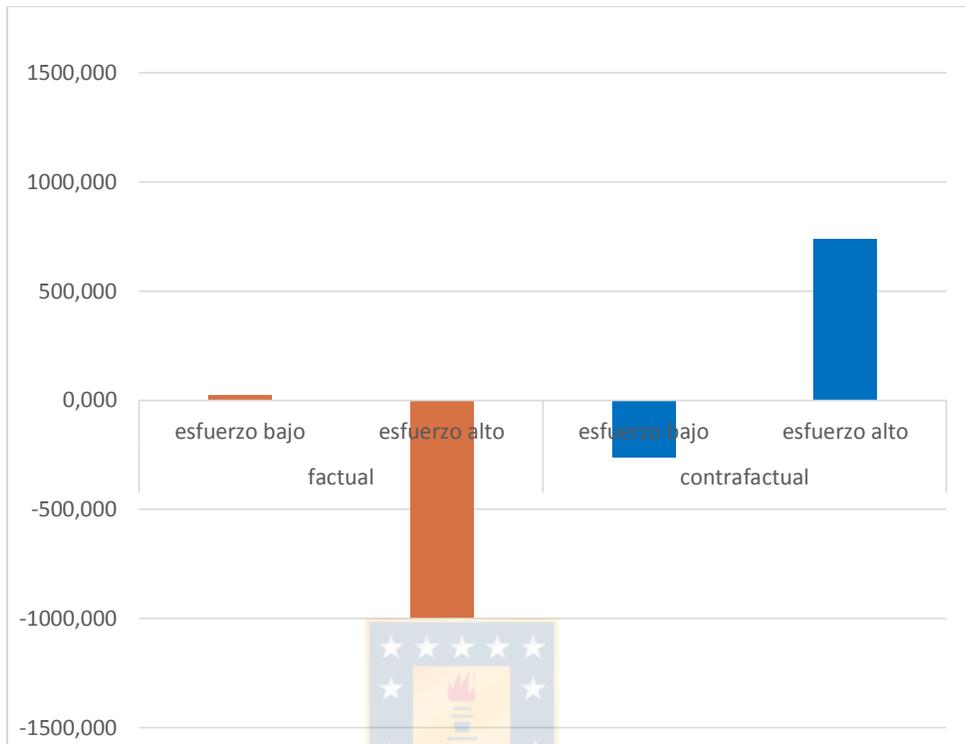
Figura 26: *Condiciones experimentales en el electrodo POz entre 400-600 ms.*

Ventana 550-700 ms. Hubo efectos significativos sobre el conjunto de los 58 electrodos, encontrando una interacción significativa Contexto x Esfuerzo $F(1, 25) = 4,119$, $MSe = 431735364,2$, $p < 0.05$; $\eta^2 = 0,141$; $\eta^2_p/f = 0,41$; $1-\beta = 1.0$ (Corrección Greenhouse-Geisser).

En esta ventana temporal se esperaría hallar al componente P600, el que por lo general se inicia alrededor de 500 ms después del inicio de un estímulo (aunque también se han observado cambios positivos anteriores; Mecklinger, Schriefers, Steinhauer & Friederici, 1995) y dura varios cientos de milisegundos; su amplitud máxima se observa generalmente a unos 600 ms (si es que lo hace; el componente a menudo aparece como un cambio mayor sin un pico claro). El P600 generalmente es máximo sobre los sitios de los electrodos posteriores (pero a veces se ha observado una distribución más anterior; Friederici, Hahne & Saddy, 2002; Kaan & Swaab, 2003b) y en general está generalizado, sin una marcada lateralidad.

El resultado del análisis de permutaciones que ofrece la Workstation sugirió explorar los canales: F7, F8, O1, O2, T7, T8, P7, P8, CZ, C5, C6, TP7 y TP8, no obstante no se encontró un efecto significativo en dichos canales. Por otro lado y siguiendo a Regel, Meyer & Gunter (2014), quienes estudiaron si el componente P600 refleja procesos solo sintácticos o también semántico/pragmáticos, se utilizaron 40 electrodos: Fz, FCz, Cz, CPz, Pz, POz, F3, F4, C3, C4, P3, P4, O1, O2, F7, F8, T7, T8, P7, P8, P5, P6, FC5, FC6, C5, C6, TP7, TP8, PO3, PO4, CP3, CP4, F5, F6, FC3, FC4, CP5, CP6, PO7 y PO8. Se encontró una interacción significativa entre los factores Contexto x Esfuerzo $F(1, 25) = 4,261$, $MSe = 210201549,2$; $p < 0.05$; $\eta^2 = 0,146$; $\eta^2_p/f = 0,41$; $1-\beta = 1.0$ (Corrección Greenhouse-Geisser). El gráfico 10 muestra la dirección de este efecto el que muestra una amplia distribución en el cuero cabelludo con tendencia a concentrarse en la zona frontal, frontocentral y central. Paralelamente, se halló una interacción significativa entre los factores Contexto x Esfuerzo $F(1, 25) = 4,207$, $MSe = 41506516,578$; $p < 0.05$; $\eta^2 = 0,144$; $\eta^2_p/f = 0,4$; $1-\beta = 1.0$ (Corrección Greenhouse-Geisser) en los canales mediales: Fz, FCz, Cz, CPz, Pz y POz.

Gráfico 10. Medias en la ROI de 550-700 ms.



A continuación, se muestra el efecto P600 en la región de interés analizada.

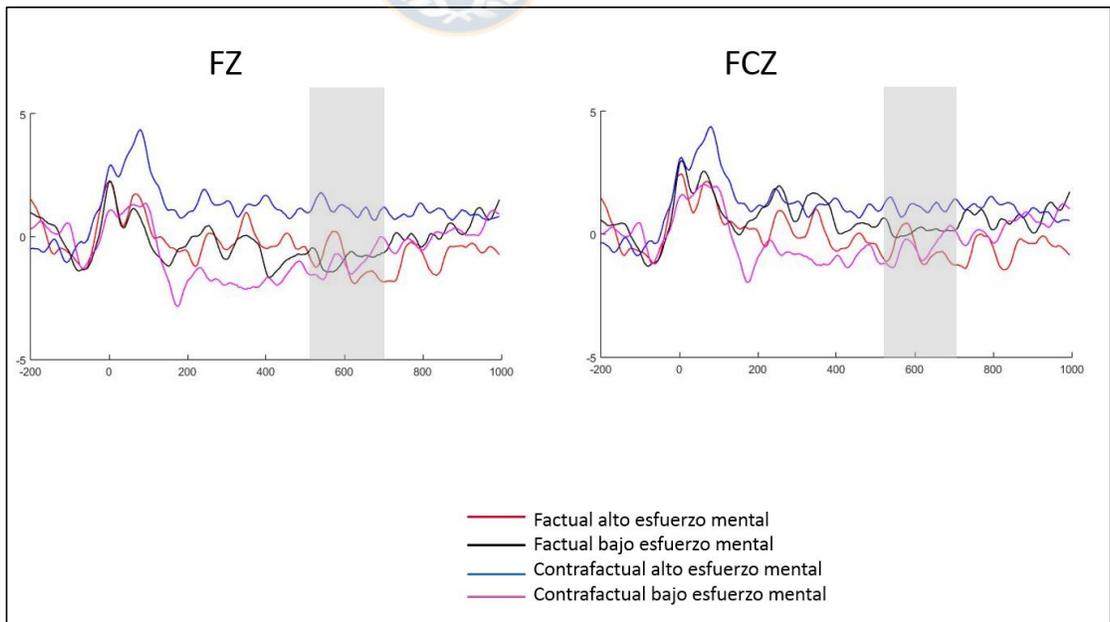


Figura 27: Condiciones experimentales en electrodos Fz y FCz entre 550-700 ms.

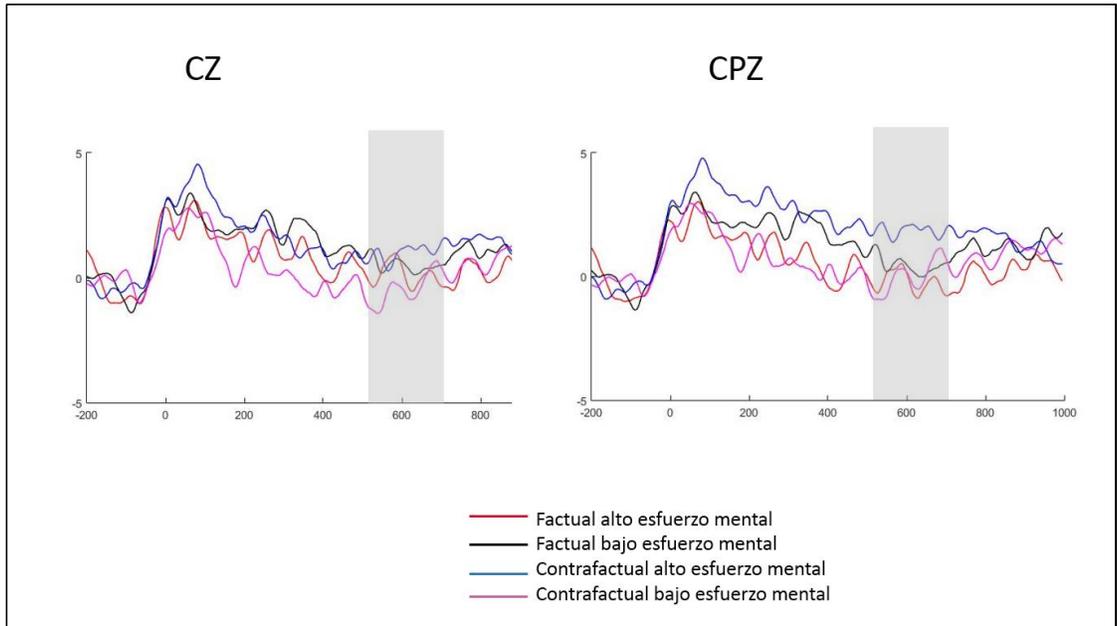


Figura 28: Condiciones experimentales en electrodos Cz y CPz entre 550-700 ms.

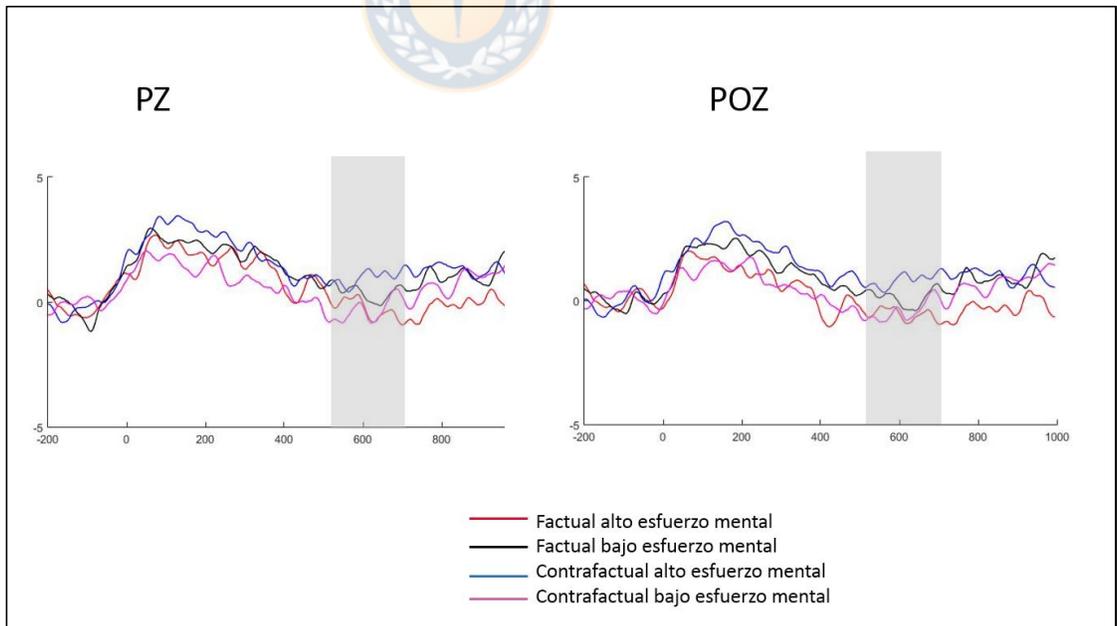


Figura 29: Condiciones experimentales en electrodos Pz y POz entre 550-700 ms.

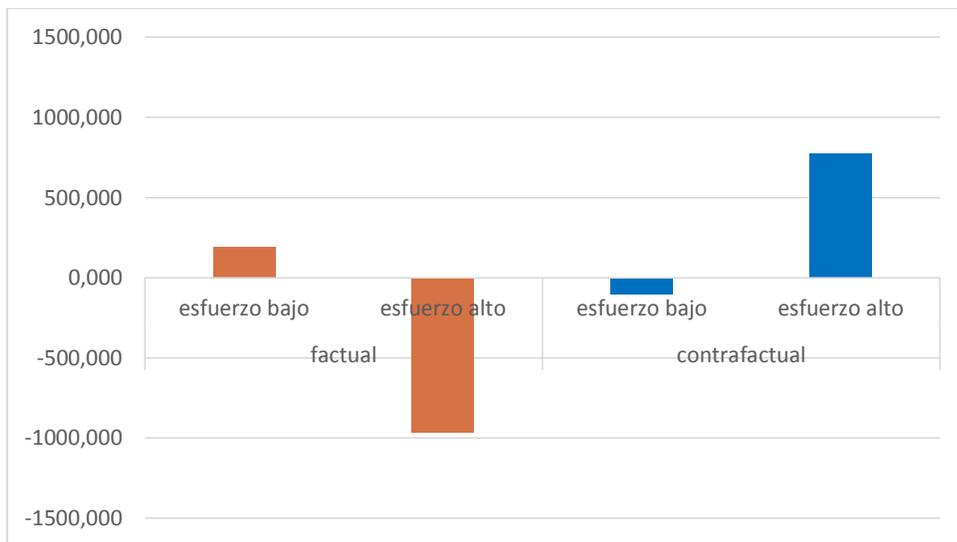
Ventana 550-800 ms. No hubo efectos significativos sobre el conjunto de los 58 electrodos, hallándose solamente una tendencia marginal ($p=0,06 > 0,05$) en la interacción Contexto x Esfuerzo.

La ventana temporal es similar a la anterior, por lo que se escogieron los mismos canales, hallando una interacción significativa entre los factores Contexto x Esfuerzo $F(1, 25) = 4,073$, $MSe = 210201549,2$; $p < 0.05$; $\eta^2 = 0,140$; $\eta^2_{p/f} = 0,40$; $1-\beta = 1.0$ (Corrección Greenhouse-Geisser) al igual que para los canales de línea media con una $F(1, 25) = 4,460$, $MSe = 41620645,03$; $p < 0.05$; $\eta^2 = 0,151$; $\eta^2_{p/f} = 0,422$; $1-\beta = 1.0$ (Corrección Greenhouse-Geisser). El gráfico 11 muestra la dirección de este efecto.

La distribución de este efecto, aunque amplia, tiende a concentrarse en las zonas frontales, centrales y parietales. Tomando en conjunto los resultados de las ventanas 550-700 y 550-800 ms. es posible afirmar que se encuentra una distribución tanto anterior como posterior, coincidiendo con estudios como el de Kaan & Swaab, (2003) en términos que las zonas frontales parecen comprometerse en procesos de resolución de la ambigüedad y el aumento en la complejidad del discurso. Al revisar las condiciones experimentales que mayormente elicitaban positividad en las zonas frontales, encontramos que la condición de alto esfuerzo en contexto contrafactual demanda mayores recursos de la zona frontal. Estos hallazgos son congruentes con el mayor nivel de abstracción de dicha estructura gramatical en interacción con un mayor nivel de esfuerzo mental.

Se aprecia en las Figuras 27-32, y al igual que en la ventana 400-600 ms. como las frases factuales de alto esfuerzo y contrafactuales de bajo esfuerzo elicitaban en mayor medida el componente N400.

Gráfico 11. Medias en la ROI de 550-800 ms.



Nuevamente la sinusoidalidad de las ondas cerebrales, hace que los efectos significativos aparezcan en distintos momentos del registro. A continuación, se presenta la zona de interés de esta ventana temporal.

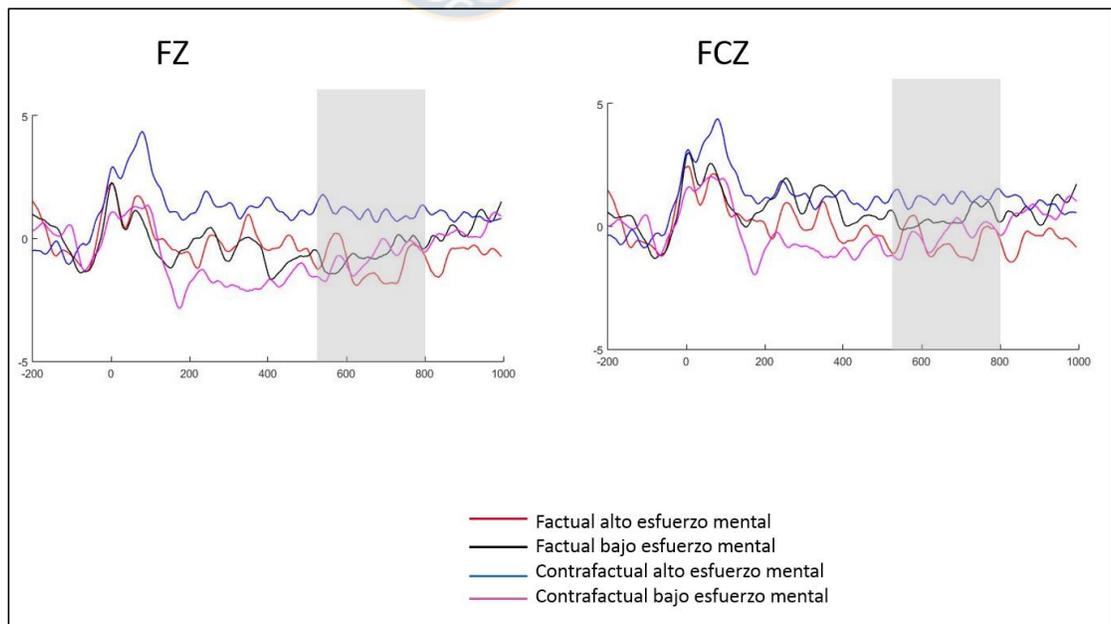


Figura 30: Condiciones experimentales en electrodos Fz y FCz entre 550-800 ms.

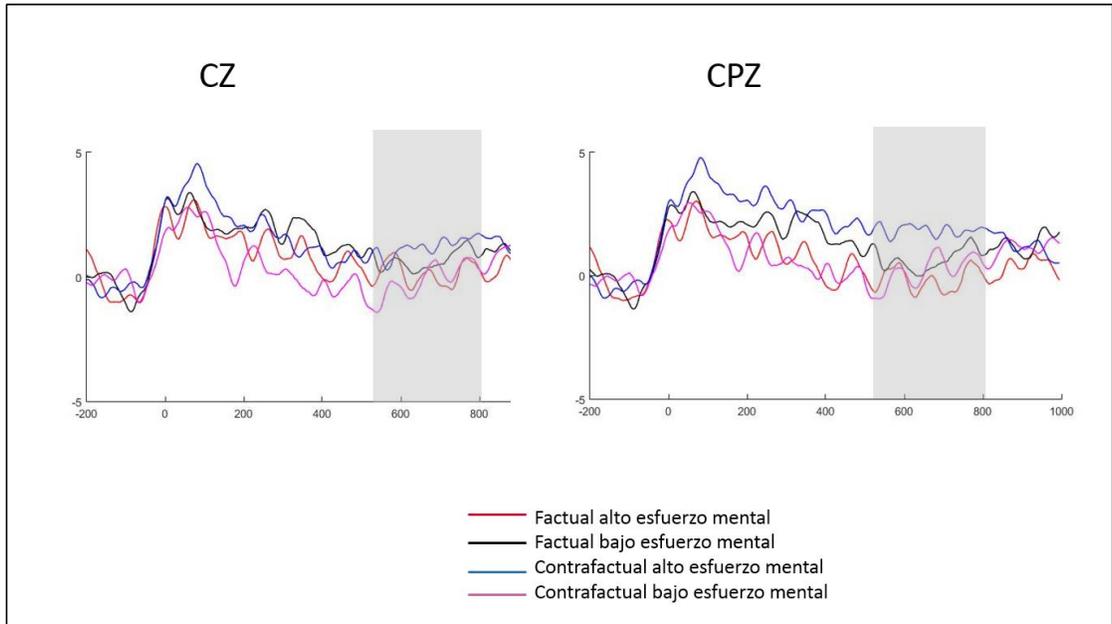


Figura 31: Condiciones experimentales en electrodos Cz y CPz entre 550-800 ms.

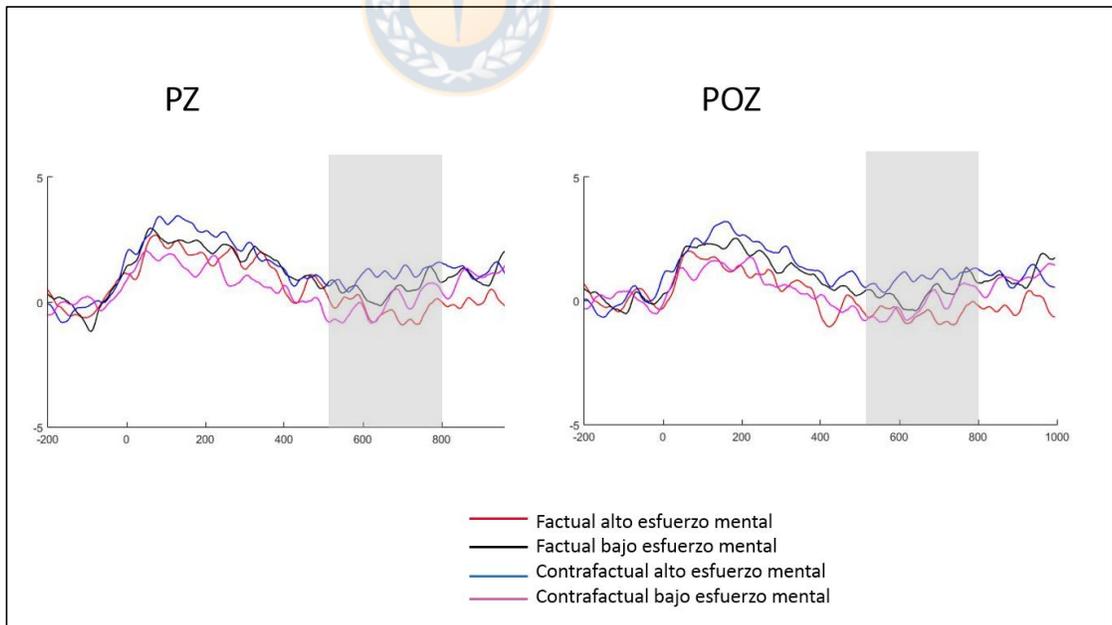


Figura 32: Condiciones experimentales en electrodos Pz y POz entre 550-800 ms.

POSICIÓN 2

Ventana 630-750 ms. No hubo efectos significativos sobre el conjunto de los 58 electrodos, hallándose solamente una tendencia marginal ($p=0,077 > 0,05$) en la interacción Contexto x Esfuerzo. Mediante un criterio estadístico, se exploró la interacción factorial entre distintas regiones y canales, hallando una interacción significativa entre los factores Contexto x Esfuerzo $F(1, 25) = 4,964$, $MSe= 3265405,823$, $p < 0.05$; $\eta^2 = 0,166$; $\eta^2_p/f = 0,45$; $1-\beta = 1.0$ (Corrección Greenhouse-Geisser) en los canales FC1, FC3, C1 y C3.

Igualmente, se encontró un resultado interesante en los canales mediales Fz, Cz, Pz, FPz, FCz, CPz, POz y Oz los que se analizaron por separado y arrojaron una interacción significativa entre los factores Contexto x Esfuerzo $F(1, 25) = 6,293$, $MSe= 1612577,774$, $p < 0.05$; $\eta^2 = 0,201$; $\eta^2_p/f = 0,502$; $1-\beta = 1.0$ (Corrección Greenhouse-Geisser). La distribución del efecto en los canales de línea media indica mayor positividad primordialmente para zonas centrales y, secundariamente, en zonas frontocentrales.

Los datos indican que se estaría en presencia de una positividad tardía bastante focalizada y acotada que parece responder, mayormente, a los contrafactuales con semánticas de alto esfuerzo mental. Los resultados se muestran en los Gráficos 12 y 13.

Gráfico 12. Medias electrodos FC1 - FC3 - C1 - C3 en ventana 630-750 ms.

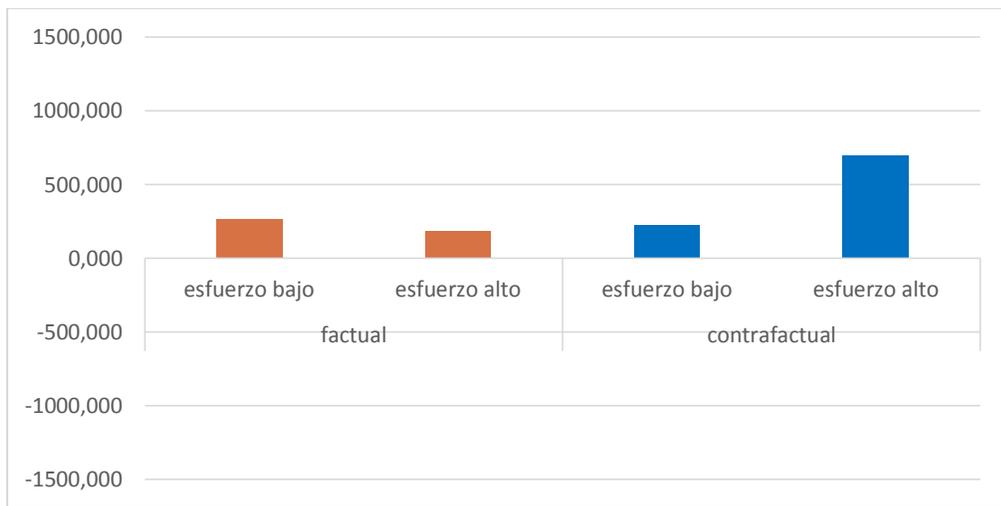


Gráfico 13. Medias de los 8 electrodos mediales en ventana de 630-750 ms.



A continuación, se muestra la topografía de las ondas cerebrales correspondiente a esta ventana temporal. Las figuras 33-39 permiten visualizar la amplitud mayor de los contrafactuales de alto esfuerzo mental por sobre el resto de semánticas.

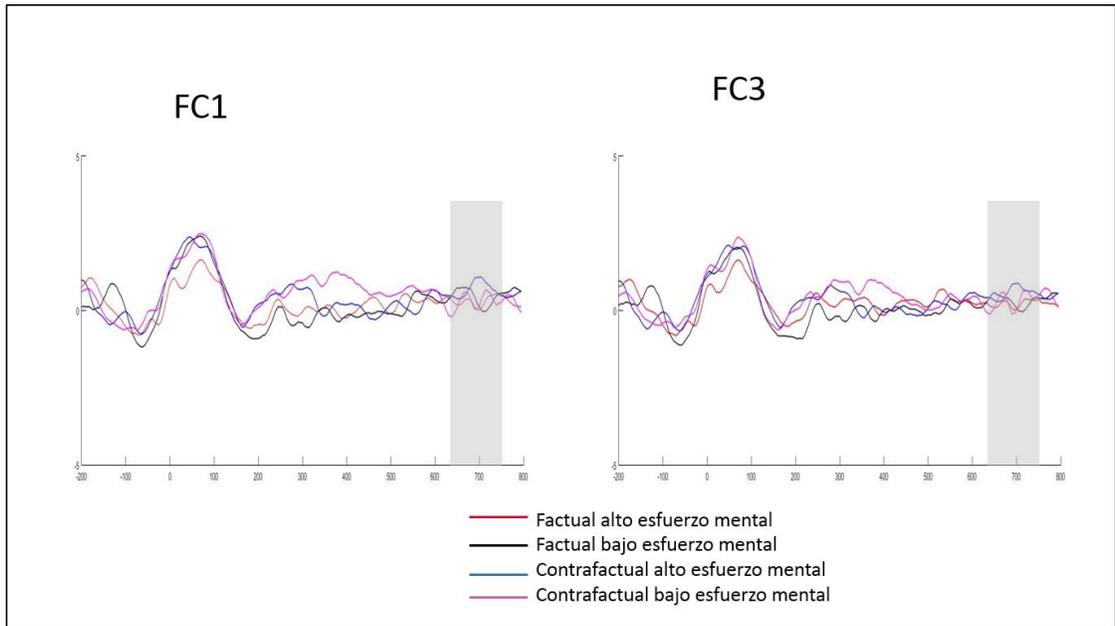


Figura 33: *Condiciones experimentales en electrodos FC1 y FC3 entre 630-750 ms.*

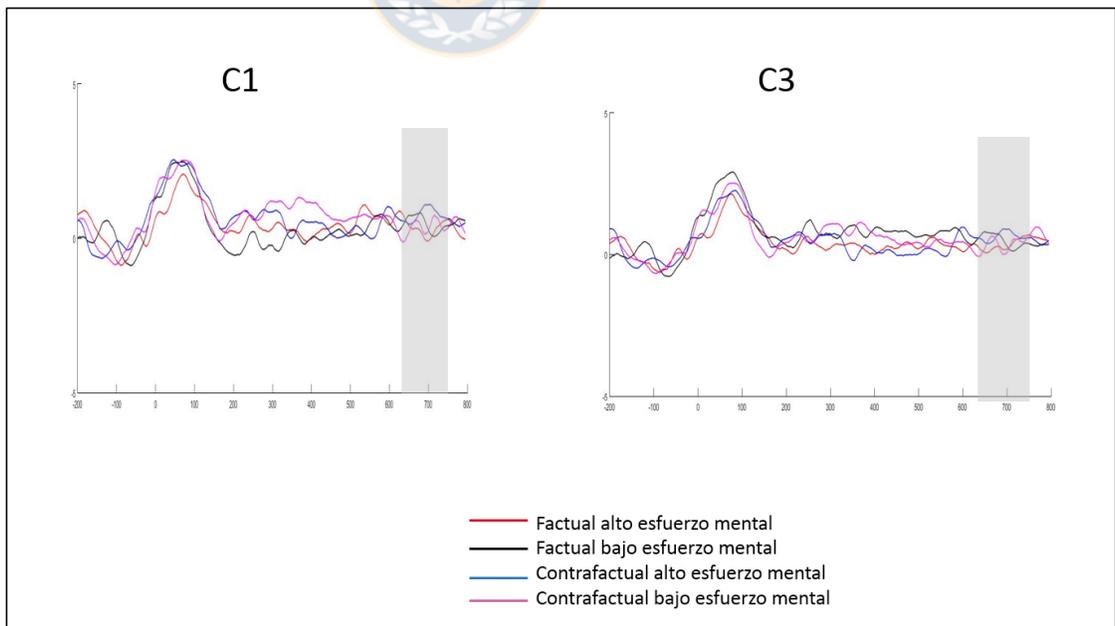


Figura 34: *Condiciones experimentales en electrodos C1 y C3 entre 630-750 ms.*

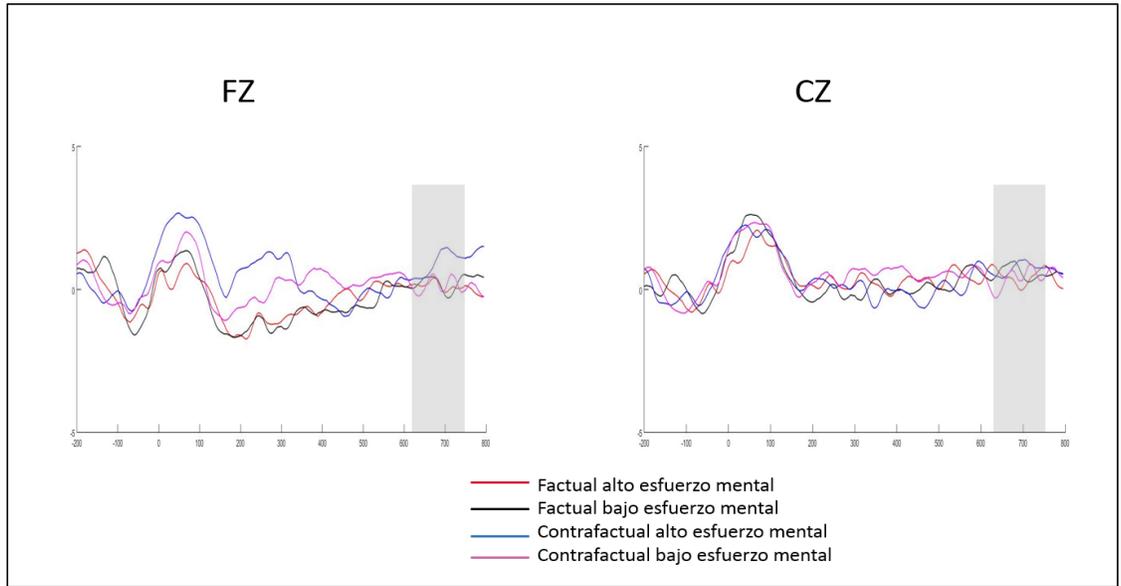


Figura 35: Condiciones experimentales en electrodos Fz y Cz entre 630-750 ms.

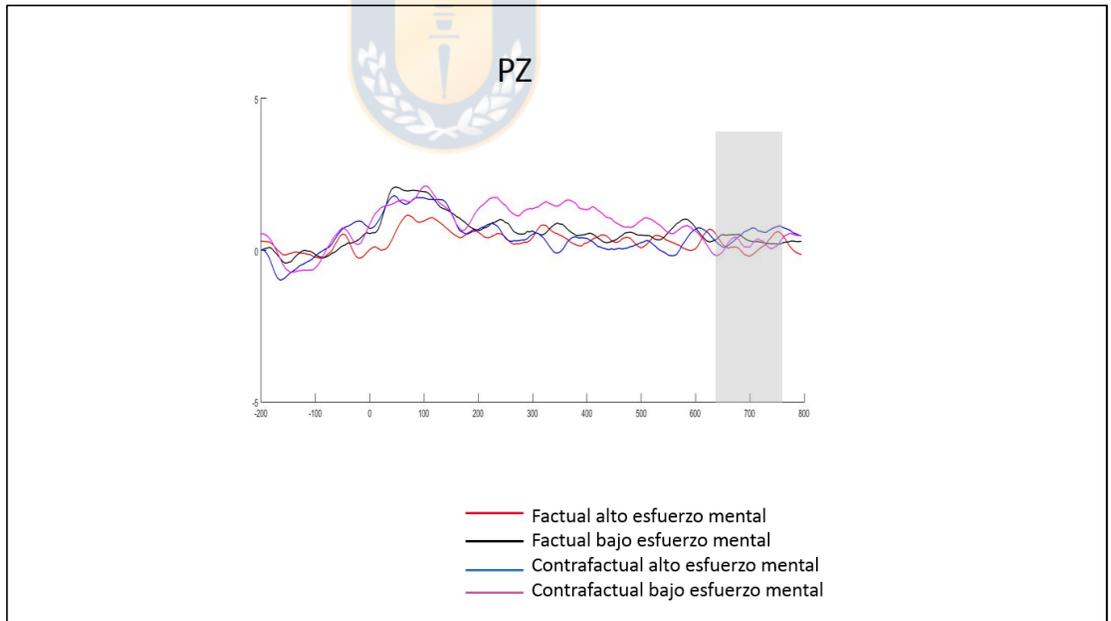


Figura 36: Condiciones experimentales en el electrodo Pz entre 630-750 ms.

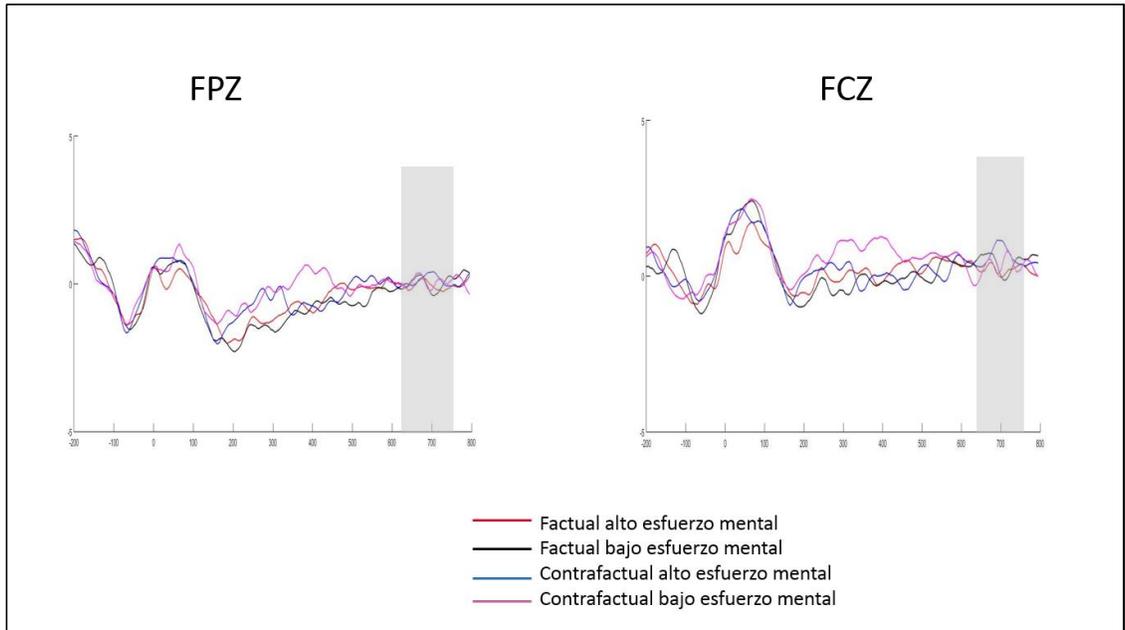


Figura 37: Condiciones experimentales en electrodos FPz y FCz entre 630-750 ms.

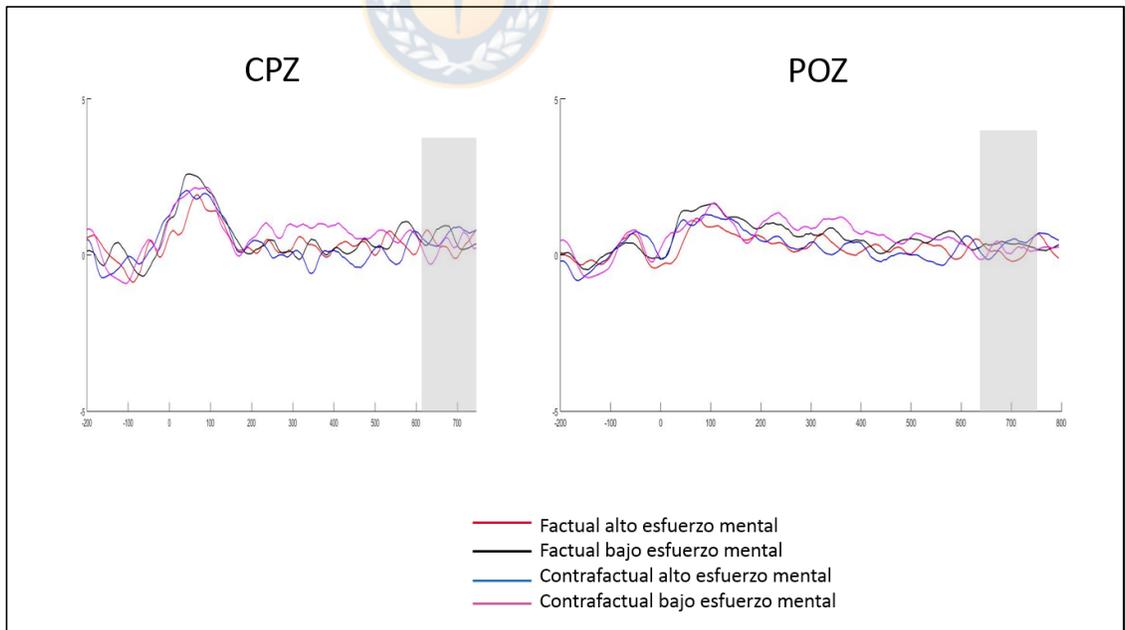


Figura 38: Condiciones experimentales en electrodos CPz y POz entre 630-750 ms.

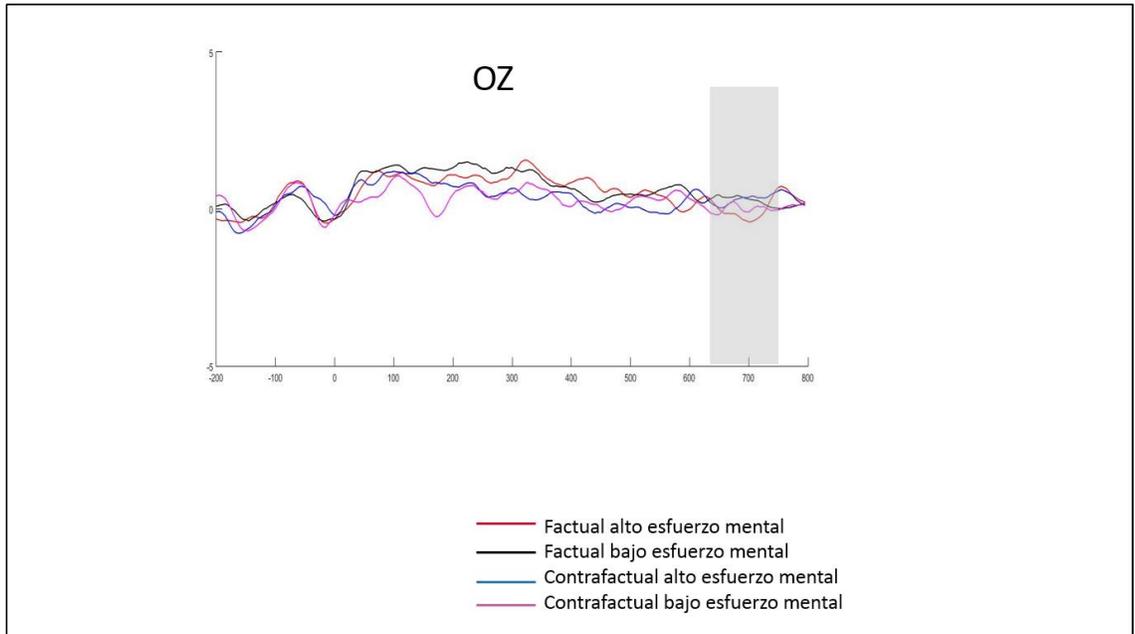


Figura 39: *Condiciones experimentales en el electrodo Oz entre 630-750 ms.*



9.4 Discusión

Este estudio exploró los componentes ERP que se producen al procesar oraciones con diversos niveles de esfuerzo mental, en contextos lingüísticos factuales y contrafactuales, en población adulto mayor. El marco conceptual de estos resultados se explicará bajo el paradigma de la cognición corpórea y situada (Robbins & Aydede, 2009; Smith, 1999). Es importante considerar que los criterios de análisis se enmarcarán en varios aspectos como son: las características de la población, en términos de sus declives cognitivos, interacción social e interpersonal, así como el bienestar emocional subjetivo de los adultos mayores mediante el desarrollo de la sabiduría. El estudio también proporciona elementos para el análisis de los procesos tanto cognitivos como afectivos implicados en el procesamiento de estas estructuras lingüísticas. El aspecto motor se utilizará también como criterio y su interacción con los otros criterios de análisis descritos.

Primero se hará una contextualización con los principales elementos teóricos que participarán de la discusión posterior. A continuación, se debatirán los resultados de cada ventana temporal siguiendo una secuencia que permita ahondar en la comprensión de los componentes o efectos hallados.

Contexto teórico

Conviene recordar algunas de las propiedades lingüísticas y cognitivas del material verbal con el que se trabajó. La totalidad de frases o estímulos experimentales correspondían a semánticas abstractas porque usaban verbos de acción mental en la construcción de frases. Cabe señalar que el léxico asociado a estados mentales, especialmente los verbos mentales, constituyen un vínculo entre el lenguaje, la cognición social y la teoría de la mente (Hughes & Leekam, 2004). Los verbos de estado mental tienen interesantes aspectos semánticos, sintácticos y pragmáticos. Desde el punto de vista semántico, constituyen una gran parte de los términos relacionados con el "lenguaje de la mente" (Astington, 2000). El lenguaje de la

mente o el léxico de los estados mentales consisten en expresiones de deseo, creencia e intención, que parecen desempeñar un papel central en el desarrollo de la autoconciencia, las representaciones sociales implícitas y privadas, así como de la comprensión interpersonal. En lo que respecta a la sintaxis de los verbos mentales, algunos autores (p.e.: De Villiers & Pyers, 2002) consideran que son estructuras específicas del lenguaje que proporcionan herramientas de representación para las proposiciones incrustadas, argumentando que la computación de creencias falsas presupone la capacidad de mantener activas proposiciones incrustadas. La representación de los estados de ánimo de otros no solo está codificada en el uso de los verbos mentales correspondientes, sino también en la sintaxis especial de complementación que estos verbos permiten. Con un verbo de estado mental, es posible tener una proposición incrustada bajo ese verbo:

(1) Sara pensó que la tierra era plana

Donde la proposición incrustada codifica los contenidos de la mente de Sara. Muchos semánticos y filósofos del lenguaje afirman que la proposición incrustada tiene un valor de verdad que solo puede evaluarse con respecto al "mundo posible" representado por dicha mente: su verdad no se evalúa con respecto a este mundo, sino con respecto al mundo mental de Sara (Hintikka, 1962; Lewis, 1986; Montague, 1974). Por lo tanto, existe una conexión íntima entre la sintaxis y la semántica de los verbos mentales y sus argumentos. Además, los verbos mentales tienen múltiples funciones pragmáticas, como conectar las palabras con los conocimientos y saberes del mundo real (físico y social), mantener la coherencia del texto (p.e.: uniendo e integrando eventos no declarados), elaborar textos para lograr un modelo mental más rico (p.e: mediante el lenguaje figurado) e indicando la actitud del hablante al enunciar cláusulas subordinadas, por ejemplo marcando el grado de certeza del orador (Montgomery, 2002; Spanoudis, Natsopoulos & Panayiotou, 2007). Todo esto permite afirmar que, además de constituir expresiones claramente abstractas, los verbos mentales constituyen expresiones ligadas a representaciones sociales e interpersonales dinámicas y afectadas por las emociones en curso, en función del estrecho vínculo entre procesos sociales y emocionales, donde el lenguaje forma un papel crucial. Ahora bien, en este experimento

las oraciones se presentaron en dos contextos lingüísticos muy distintos: contexto factual y contrafactual. El primero de ellos perteneciente a un modo gramatical indicativo y que, comparativamente, es más concreto que el contexto lingüístico contrafactual, que pertenece al modo gramatical subjuntivo, el modo gramatical de las posibilidades, de aquello que podría haber ocurrido. Más aún, los contrafactuales utilizados en este estudio contemplaron el inicio de frase con la palabra “Debería” un contrafactual de inacción (Gilovich & Medvec, 1994) que tiene una distribución temporal específica: las personas tienden a usarlo cuando se refieren a decisiones y experiencias remotas en el tiempo, que ocurrieron hace meses o años, probablemente gatillando o revisando recuerdos almacenados en la memoria episódica y despertando sentimientos de remordimiento.

Es relevante considerar que el estudio se llevó a cabo con población de adultos mayores, quienes enfrentan la crisis normativa asociada a la etapa del desarrollo psicosocial denominada “Integridad del Yo v/s Desesperación” (Erikson, 1998). En esta etapa los adultos mayores están en el proceso experimental satisfacción por las decisiones y logros conseguidos en la vida, así como aceptación de lo inevitable o, por el contrario, derivar en sentimientos de remordimiento, arrepentimiento, pesar por ciertas decisiones tomadas y deseos de volver el tiempo atrás.

Esta crisis evolutiva no necesariamente desemboca en un trastorno psiquiátrico, sino que es el contexto vital desde donde opera el individuo a tal edad. En dicha etapa las personas tienden a rutinizar sus quehaceres, se exponen en menor medida a la novedad, simplifican y economizan el gasto de energía atencional y física y, desde el punto de vista emocional, prefieren emociones positivas (tienen un sesgo hacia estas emociones) y las emociones negativas no las atienden o les perturban en mayor medida y se centran más en experiencias gratificantes del presente que en las probabilidades de verse gratificados en el futuro (Carstensen, 2006).

Componentes asociados a la Posición 1

Componente P300

El efecto de P300 hallado en el estudio en la ventana de 150-300 ms. puede ser considerado una medida de procesos de inhibición cognitiva y memoria operativa, ambas funciones ejecutivas que median el procesamiento de la información, sobre todo de carácter novedosa o en contextos desafiantes desde el punto de vista sociocognitivo.

Al analizar cuáles fueron las condiciones experimentales que provocaron mayor efecto, de acuerdo a su distribución topográfica, se muestra que las personas mayores prestan mayor atención, inicialmente, a aquello que resulta más familiar y en el plano más concreto (tomaremos el contexto factual como más concreto que el contrafactual por las razones expuestas anteriormente); lo que se expresa en la semántica factual de bajo esfuerzo. Esto se puede entender como una tendencia a comprometerse en simular, inicialmente, una mayor proporción de acciones mentales (escenarios) que calcen o que resulten más verosímiles para sus actuales condiciones físicas y sociales. Por otro lado, los resultados en el contexto lingüístico contrafactual parecen reflejar aspectos mayormente emocionales, dado que los recursos cognitivos se orientan inicialmente a resolver una situación altamente demandante desde el punto de vista del esfuerzo, pero que no se desarrolló o ejecutó en un pasado más bien remoto dado el uso del “Debería”. Esto muestra que el doble significado del contrafactual modula el procesamiento desde un imperativo ético-moral que, probablemente, esté gatillando ciertas emociones (con valencia desconocida).

Las frases en contexto factual de bajo nivel de esfuerzo mental presentan mayor nivel de saliencia, atributo de un estímulo que lo hace fácilmente detectable (Sears, Peplau & Taylor, 2005), en comparación con las oraciones factuales de alto esfuerzo mental, probablemente por el grado de familiaridad que presentan las actividades cotidianas de un adulto mayor que ya terminó su etapa formativa. En cambio, las frases contrafactuales de alto esfuerzo mental presentan una mayor positividad que las frases contrafactuales de bajo

esfuerzo mental. Esto probablemente se deba a la carga cognitiva del doble significado contrafactual que tiene mayor saliencia en el esfuerzo mental alto. El componente está siendo regulado por las zonas cerebrales frontal, central, centroparietal y temporoparietal.

Componentes N400

Observando la elicitación del componente ERP N400 en tres ventanas temporales se hace necesario desarrollar su discusión de modo integrado y secuencial. En función de los resultados hallados, lo más llamativo de este componente reside en su latencia. La negatividad se expresa muy tempranamente a los 200 ms. y se extiende hasta los 600 ms. En adultos jóvenes el componente N400 emerge en su máxima amplitud entre 380 y 440 ms. luego del inicio del estímulo desencadenante (Swaab, Ledoux, Camblin & Boudewyn, 2012). En personas mayores, la evidencia es contradictoria. Gunter, Jackson & Mulder (1992, 1995) hallaron que el N400 se ve afectado por la edad, demorándose entre 37-120 ms. más que en jóvenes. Por otro lado, estudios como los de Tsolaki, Kosmidou, Hadjileontiadis, Kompatsiaris & Tsolaki (2015) no encontraron diferencias significativas en latencia o amplitud atribuibles a la edad.

En relación con estos antecedentes experimentales, nuestros resultados apuntan a una aparición 180 ms. más temprana y extendida en 160 ms. en comparación a la ventana temporal típica en jóvenes, constituyendo un resultado novedoso. La extensión de la latencia del N400 se ha interpretado como una consecuencia del aumento del tamaño de las redes semánticas relacionadas con el aumento del caudal léxico-conceptual (Swaab et al., 2012). Este aspecto lingüístico se forma a partir de la información sensoriomotora presente en el grado de esfuerzo mental, produciéndose una mayor negatividad en las acciones de bajo esfuerzo mental factual que las oraciones de alto esfuerzo mental. Por otra parte, el contrafactual modula también el grado de esfuerzo mental, siendo más negativo el bajo esfuerzo mental que el alto esfuerzo mental.

Otro aspecto notable es que las frases usadas en nuestro estudio no incluían palabras semánticamente incongruentes con el contexto lingüístico inmediato en posición final de frase. Nuestros resultados muestran que el componente N400 fue modulado, temprana y primordialmente, por el nivel de esfuerzo mental y el contexto contrafactual, es decir, aspectos corpóreos, emocionales y lingüísticos integrados entre sí en zonas de procesamiento temprano (gerundio) más que en zonas de cierre oracional (complemento circunstancial).

En comparación con el componente P300, hubo incremento de los recursos asignados a procesar las frases factuales de bajo esfuerzo mental en la ventana de 200-600 ms., pues pasaron de un voltaje positivo en P300 a un voltaje negativo en la N400 temprana. En el caso de los contrafactuales, se atenuó la negatividad inicial de bajo esfuerzo mental encontrada en el componente P300 y se acentuó la actividad neuronal de voltaje positivo en las oraciones de alto esfuerzo mental en la N400 temprana.

Si observamos los tres momentos del componente N400 en forma sucesiva desde sus estadios más tempranos de aparición (200 ms) hasta los más tardíos (400 ms), podemos observar que las frases factuales de alto esfuerzo mental se hacen más negativas conforme la línea temporal avanza. Esto implica que los adultos mayores procesan la corporeidad de la frase como un evento menos plausible, semánticamente incoherente o pragmáticamente poco ajustado a la relación cuerpo-contexto. En cambio, en las frases contrafactuales de alto esfuerzo mental, la positividad de los potenciales va disminuyendo, probablemente debido a que la reinterpretación de los eventos va perdiendo grados de veracidad por la baja integración semántica de los eventos y los adultos mayores comienzan a procesar el doble significado contrafactual, inclinándose por la realidad de los eventos. El componente N400, por tanto, es modulada lingüística y corpóreamente.

Una explicación cognitiva y corpórea de estos efectos se da en la concepción de que las oraciones factuales de alto esfuerzo se interpretan como eventos que son difíciles de llevar a cabo, en relación al esfuerzo que implica para una persona mayor generar acciones mentales que demanden altos niveles de energía mental. Este tipo de acciones se representan o simulan

mentalmente como más demandantes y, por tanto, requieren más tiempo y esfuerzo para ser realizadas de modo apropiado.

Paralelamente, los factuales de bajo esfuerzo parecen ofrecer mayores oportunidades para ser simulados, representados e integrados semánticamente, lo que se ve reflejado en los voltajes positivos. Esto facilita su procesamiento y corrobora la idea de que funcionan como elementos más concretos que el resto de las semánticas expresadas como condiciones experimentales del estudio. Por otro lado, también es llamativo que las semánticas contrafactuales de alto esfuerzo sean, constantemente, más positivas que el resto de las frases, reflejando que los adultos mayores se sienten, quizás, estimulados a imaginar escenarios pasados desafiantes, lo que probablemente se experimenta con una sensación de reto, posiblemente acompañado de emociones positivas: la positividad en el modo de procesar estas frases se vincularía con la saliencia emocional que contienen/gatillan dichas oraciones.

Es relevante mencionar que las condiciones experimentales que recibieron mayor atención en la ventana de 150-300 ms. (factual de bajo esfuerzo y contrafactual de alto esfuerzo) continúan siendo atendidas hasta los 600 ms., es decir, su carácter novedoso no desaparece, sino que persevera. En adultos jóvenes lo esperable es que esta respuesta de orientación (Sokolov, 1990) desaparezca fruto de la habituación. En cambio, los adultos mayores no logran “desenganchar” su atención de los estímulos que les parecieron primariamente novedosos por lo que los resultados de nuestro estudio confirman este efecto del envejecimiento sobre el componente P300 (en realidad P300a). Este tipo de hallazgos se interpreta como evidencia a favor de la hipótesis del déficit del lóbulo frontal del envejecimiento cognitivo (Buckner, 2004; Friedman, Kazmerski & Cycowicz, 1998; West 1996).

En relación con las regiones cerebrales que participan directamente de la expresión de los componentes N400 hallados, se tiene que el efecto N400 temprano es modulado por las zonas centrales y parietales fundamentalmente derechas. El componente N400 “estándar” es regulado por zonas principalmente frontales y centrales. En cambio, el N400 tardío parece

estar siendo activado por la actividad cerebral en zonas frontales, fronto-centrales, centrales, centro-parietales y parieto-occipitales.

Un tercer efecto detectado en la Posición 1 se vincula a los procesos de reinterpretación semántica y de revisión sintáctica asociados al componente P600, los que para el presente estudio se distribuyeron principalmente en zonas frontales, centrales y parietales. Estas positividad tardías serían el reflejo del reprocesamiento de los factuales y contrafactuales en la condición experimental de bajo esfuerzo mental, parámetro corpóreo que se vuelve a ponderar para atenuar su nivel de activación, que se había representado más negativo en el componente N400.

La mayor negatividad del factual de alto esfuerzo implicaría que, al construir progresivamente el modelo de situación de la oración y llegado a la zona crítica donde el gerundio se conecta con el objeto directo, el alto esfuerzo en modo gramatical indicativo intenta reclutar disposiciones personales que la persona inconscientemente rechaza o no prefiere, lo que se interpretaría como una suerte de implausibilidad o incoherencia semántico/pragmática. Caso contrario ocurre con el contrafactual de alto esfuerzo mental, que continúa siendo saliente, probablemente por factores tanto emocionales como sociales. El aspecto social vendría dado porque el mandato contenido en la frase que inicia con “Debería haber...” es en última instancia un mandato social orientado al “deber ser” que deviene de estándares morales introyectados desde la cultura y que podría, eventualmente, implicar la revisión de la conducta desde la mirada de otras personas que juzgan o evalúan el propio comportamiento.

Componentes asociados a la Posición 2

Positividad tardía

En la Posición 2 se encuentra una positividad focalizada en una ROI acotada y específica que da cuenta de procesos de revisión, recapitulación y cierre del modelo de situación global. Es interesante observar que al final de la frase, existe una positividad en ambos grados de esfuerzo, tanto en factual como contrafactual. Este resultado no ha sido reportado en la bibliografía especializada, por lo que constituye un aporte original del presente estudio. Hipotetizamos que esta positividad se asocia a procesos cognitivos relacionados con la memoria operativa, puesto que, al final de la lectura, el sujeto debió prepararse para responder a una tarea de reconocimiento, por lo que inconscientemente dedica mayor atención y recursos de procesamiento a elementos más abstractos (contrafactual) y que generen mayor carga corpórea (alto esfuerzo). Sin embargo, también es posible que esta memoria de corto plazo esté vinculada a aspectos lingüísticos asociados al doble procesamiento cognitivo del contrafactual, que generan mayor carga cognitiva.

Finalmente parece relevante hacer algunos comentarios especulativos de estos resultados en su conjunto. Si se acepta el supuesto de que las frases factuales de bajo esfuerzo se procesan de un modo más concreto que las de alto esfuerzo factual, dada su semejanza con la vida cotidiana de las personas mayores (componente N400) y que, por otro lado, el procesamiento de los contrafactuales de alto esfuerzo es más saliente por razones ligadas a su carga emocional y doble representación semántica, los resultados en estas ventanas temporales (componente N400) se asemejan con los obtenidos por Scorilli et al (2011). Estos investigadores encontraron que el procesamiento de las palabras en términos de concretas o abstractas no solo depende de su nivel de imaginabilidad. También dependería de cómo se usan en contextos lingüístico-sociales. Así parece ser en nuestro caso, dado que, a pesar de que los verbos mentales son abstractos, pueden corporeizarse en función de su alta frecuencia de uso personal y social, lo que aportaría evidencia a la Teoría de las Palabras como Herramientas Sociales (Borghì, 2013; Borghì & Binkofski, 2014; Borghì & Cimatti, 2009).

9.5 Conclusión

La presente investigación proporciona evidencia sobre el curso temporal en el que el cerebro envejecido procesa el lenguaje. Ambos contextos lingüísticos, factual y contrafactual, así como el parámetro corpóreo del esfuerzo modulan el procesamiento y participan con mayor o menor preponderancia en diferentes ventanas temporales.

La aparición del componente P300 y su extensión en el tiempo representan un efecto típico del envejecimiento cerebral y se asocia a procesos atencionales alterados.

El lenguaje contrafactual parece inducir emociones que facilitan el procesamiento del alto esfuerzo mientras que la interacción bajo esfuerzo – contrafactuales representa una negatividad que se asocia con el componente N400. Lo mismo ocurre con el lenguaje factual de alto esfuerzo. Es destacable la aparición de una N400 temprana que podría relacionarse tanto con el alto caudal léxico de los mayores como con la falla en procesos inhibitorios, fenómenos que parecen ser estimulados por las semánticas de alto esfuerzo factual y bajo esfuerzo contrafactual.

Los procesos de revisión semántica y sintáctica vinculados con el componente P600 y distribuidos en zonas frontales, centrales y parietales, son gatillados por el alto esfuerzo mental más allá del contexto lingüístico, evidenciando que los parámetros corpóreos ejercen una fuerte influencia en el procesamiento sintáctico/semántico temprano. Esta sensibilidad a la manipulación del esfuerzo mental se observó tanto en las oraciones factuales como contrafactuales, lo que refleja simulaciones corporeizadas en ambas estructuras lingüísticas.

Al contrastar las hipótesis que se plantearon para este estudio, se tiene lo siguiente: En efecto, los adultos mayores presentan una N400 proporcionalmente mayor para el lenguaje de alto esfuerzo mental factual que para el de bajo esfuerzo mental factual, en función de que procesan los aspectos corpóreos de la frase como situaciones menos plausibles, incoherentes o menos ajustadas a su contexto de vida (efecto corpóreo). En

cambio, las frases en contrafactual se comportan de un modo distinto, ya que su positividad inicial decae progresivamente dada la reinterpretación del doble significado de los eventos e inclinándose por la versión factual o real de los mismos. Este efecto podría ser de naturaleza lingüístico- semántico, probablemente modulado por las emociones, que constituyen un aspecto corpóreo.

Igualmente, se hipotetizó que los adultos mayores presentarían mayor P600 para el lenguaje en contexto contrafactual que factual, dado que serían estructuras lingüísticas más abstractas y que requerirían mayores recursos para la reinterpretación y revisión sintáctico/semántica. Esta predicción se cumplió porque el contrafactual de alto esfuerzo se mostró sistemáticamente más positivo, aún cuando dicha amplitud fue decayendo progresivamente, en comparación con la primera ventana temporal.

Finalmente, resulta novedosa la aparición de una positividad tardía al final de la frase, así como la ausencia de otros efectos en dicho segmento. Esta positividad es modulada por el esfuerzo mental alto en contrafactual, lo que permite suponer que el doble procesamiento cognitivo del contrafactual genera mayor carga cognitiva y que los efectos de corporeidad se manifiestan tempranamente mientras se procesa la frase.

Los hallazgos encontrados son posibles gracias al uso de metodología experimental de carácter conductual y electrofisiológica, sin embargo, el uso de una metodología de esta naturaleza es sensible a los procesos de corporeidad que no se observan con tanta claridad en un experimento solo conductual. Por tanto, esta tesis contribuye al conocimiento en el ámbito lingüístico, fundamentalmente de carácter corpóreo, con hallazgos que apuntan a un tema original con una población que es prioridad en el contexto nacional e internacional.

Como posibles proyecciones de esta investigación, están por un lado investigar los correlatos neuronales de esfuerzo mental en jóvenes que están en plena actividad de formación para observar las diferencias con la población envejecida y, por otro, implementar diseños de intervención que utilicen al lenguaje como diagnóstico y entrenamiento de las habilidades corpóreas para una vida más saludable del adulto mayor.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adolph, K. E., & Avolio, A. M. (2000). Walking infants adapt locomotion to changing body dimensions. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 26(3), 1148-1166.
- Alderson-Day, B., & Fernyhough, C. (2015). Inner speech: development, cognitive functions, phenomenology, and neurobiology. *Psychological bulletin*, 141(5), 931-965.
- Alexander, G. E., Furey, M. L., Grady, C. L., & Pietrini, P. (1997). Association of premorbid intellectual function with cerebral metabolism in Alzheimer's disease: implications for the cognitive reserve hypothesis. *The American journal of psychiatry*, 154(2), 165-172.
- Al-Khaldi, Y. A. Y. (2014). *The Metaphorical Concept "Life is water" in the Holy*. Tesis doctoral, Al-Imam Muhammad Ibn Saud Islamic University.
- Altarriba, J., Bauer, L. M., & Benvenuto, C. (1999). Concreteness, context availability, and imageability ratings and word associations for abstract, concrete, and emotion words. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 31, 578-602.
- Anderson, M. L. (2003). Embodied cognition: A field guide. *Artificial intelligence*, 149(1), 91-130.
- Andrews, M., Frank, S., & Vigliocco, G. (2014). Reconciling embodied and distributional accounts of meaning in language. *Topics in cognitive science*, 6(3), 359-370.
- Anstey, K. J., Hofer, S. M., & Luszcz, M. A. (2003). Cross-sectional and longitudinal patterns of dedifferentiation in late-life cognitive and sensory function: the effects of

- age, ability, attrition, and occasion of measurement. *Journal of Experimental Psychology: General*, 132(3), 470.
- Arbuckle, T. Y., Nohara-LeClair, M., & Pushkar, D. (2000). Effect of off-target verbosity on communication efficiency in a referential communication task. *Psychology and Aging*, 15(1), 65-77.
- Arenberg, D. (1967). Age differences in retroaction. *Journal of Gerontology*, 22, 88-91.
- Astington, J. W. (2000). Language and metalanguage in children's understanding of mind. En J. W. Astington (Ed.), *Minds in the Making*. pp. 267-284. New York: Blackwell.
- Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. *Psychology of learning and motivation*, 2, 89-195.
- Baars, J. (2012). *Aging and the art of living*. Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press.
- Baddeley, A. (1999). *Memoria humana: teoría y práctica*. España: Mc Graw Hill.
- Bahrami, B., Olsen, K., Latham, P. E., Roepstorff, A., Rees, G., & Frith, C. D. (2010). Optimally interacting minds. *Science*, 329, 1081-1085.
- Bäckman, L., & Farde, L. (2005). The role of dopamine systems in cognitive aging. En R. Cabeza, L. Nyberg y D. Park (Eds.), *Cognitive neuroscience of aging: Linking cognitive and cerebral aging* (pp. 58-84). Nueva York: Oxford University Press.
- Balinsky, B. (1941). An analysis of the mental factors of various age groups from nine to sixty. *Genetic Psychology Monographs*, 23, 191-234.

- Baltes, P. B., Cornelius, S. W., Spiro, A., Nesselroade, J. R., & Willis, S. L. (1980). Integration versus differentiation of fluid/crystallized intelligence in old age. *Developmental Psychology, 16*, 625-635.
- Baltes, P. B., & Lindenberger, U. (1997). Emergence of a powerful connection between sensory and cognitive functions across the adult life span: a new window to the study of cognitive aging? *Psychology and aging, 12*(1), 12-21.
- Baltes, P. B., & Mayer, K. U. (1998). *The Berlin aging study*. New York: Cambridge University Press.
- Baltes, P. B., & Baltes, M. M. (1990). Psychological perspectives on successful aging: The model of selective optimization with compensation. En P. B. Baltes & M. M. Baltes (Eds.), *Successful aging perspectives from the behavioural sciences* (pp. 1-34). New York, NY: Cambridge University Press.
- Baltes, P. B., & Lindenberger, U. (1997). Emergence of a powerful connection between sensory and cognitive functions across the adult life span: A new window to the study of cognitive aging? *Psychology and Aging, 12*, 12-21.
- Barber, H. A., Otten, L. J., Kousta, S. T., & Vigliocco, G. (2013). Concreteness in word processing: ERP and behavioral effects in a lexical decision task. *Brain and Language, 125*, 47-53.
- Barsalou, L. W. (1987). The instability of graded structure: Implications for the nature of concepts. En U. Neisser (Ed.), *Concepts and conceptual development: Ecological and intellectual factors in categorization* (pp. 101-140). Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press.

- Barsalou, L. W. (1999). Perceptions of perceptual symbols. *Behavioral and Brain Sciences*, 22, 637- 660.
- Barsalou, L. W. (2003). Abstraction in perceptual symbol systems. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B: Biological Sciences*, 358, 1177-1187.
- Barsalou, L. W. (2008). Grounded cognition. *Annual Review of Psychology*, 59, 617-645.
- Barsalou, L. W. (2016). On staying grounded and avoiding quixotic dead ends. *Psychonomic Bulletin & Review*, 23, 1122-1142.
- Barsalou, L. W., Santos, A., Simmons, K. W., & Wilson, C. D. (2008). Language and simulations in conceptual processing. En M. De Vega, A. M. Glenberg, & A. C. Graesser (Eds.), *Symbols, embodiment and meaning* (pp. 245-284). Oxford, United Kingdom: Oxford University Press.
- Barsalou, L. W., & Wiemer-Hastings, K. (2005). Situating abstract concepts. En D. Pecher & R. Zwaan (Eds.), *Grounding cognition: The role of perception and action in memory, language, and thought* (pp. 129-163). New York, NY: Cambridge University Press.
- Beck, S. R., Riggs, K. J., & Gorniak, S. L. (2009). Relating developments in children's counterfactual thinking and executive functions. *Thinking & reasoning*, 15(4), 337-354.
- Beer, R. D. (2000). Dynamical approaches to cognitive science. *Trends in cognitive sciences*, 4(3), 91-99.

- Bellis, T. J., Nicol, T., & Kraus, N. (2000). Aging affects hemispheric asymmetry in the neural representation of speech sounds. *Journal of Neuroscience*, *20*(2), 791-797.
- Berardi, A., Parasuraman, R., & Haxby, J. V. (2001). Overall vigilance and sustained attention decrements in healthy aging. *Experimental Aging Research*, *27*, 19-39.
- Bergelson, E., & Swingle, D. (2013). The acquisition of abstract words by young infants. *Cognition*, *127*, 391-397.
- Bergen, B. K., & Chan Lau, T. T. (2012). Writing direction affects how people map space onto time. *Frontiers in Psychology*, *3*, 109.
- Binder, J. R., Conant, L. L., Humphries, C. J., Fernandino, L., Simons, S. B., Aguilar, M., & Desai, R. H. (2016). Toward a brain-based componential semantic representation. *Cognitive Neuropsychology*, *33*(3-4), 130-174.
- Binder, J. R., Desai, R. H., Graves, W. W., & Conant, L. L. (2009). Where is the semantic system? A critical review and meta-analysis of 120 functional neuroimaging studies. *Cerebral Cortex*, *19*, 2767-2796.
- Bishop, N. A., Lu, T., & Yankner, B. A. (2010). Neural mechanisms of ageing and cognitive decline. *Nature*, *464*(7288), 529-535.
- Biss, R. K., Ngo, K. W., Hasher, L., Campbell, K. L., & Rowe, G. (2013). Distraction can reduce age-related forgetting. *Psychological Science*, *24*, 448-455.
- Blanco, N. J., Love, B. C., Ramscar, M., Otto, A. R., Smayda, K., & Maddox, W. T. (2016). Exploratory decision-making as a function of lifelong experience, not cognitive decline. *Journal of Experimental Psychology: General*, *145*(3), 284-297.

- Blazer, D. G., Yaffe, K., & Karlawish, J. (2015). Cognitive aging: a report from the Institute of Medicine. *Journal of American Medical Association*, 313(21), 2121-2122.
- Boelens, C., Hekman, E. E. G., & Verkerke, G. J. (2013). Risk factors for falls of older citizens. *Technology and Health care*, 21(5), 521-533.
- Boncoddo, R., Dixon, J. A., & Kelley, E. (2010). The emergence of a novel representation from action: evidence from preschoolers. *Developmental science*, 13(2), 370-377.
- Boot, I., & Pecher, D. (2010). Similarity is closeness: Metaphorical mapping in a conceptual task. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology: Human Experimental Psychology*, 63, 942-954.
- Boot, I., & Pecher, D. (2011). Representation of categories. *Experimental Psychology*, 58, 162-170.
- Borghi, A. M. (2005). Object concepts and action. En D. Pecher & R. A. Zwaan (Eds.), *Grounding cognition: The role of perception and action in memory, language, and thinking* (pp. 8-34). Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press.
- Borghi, A. M. (2013). Embodied cognition and word acquisition: The challenge of abstract words. En C. Müller, A. Cienki, E. Fricke, S. H. Ladewig, D. McNeill, & J. Bressemer (Eds.) *Body-language-communication: An international handbook on multimodality in human interaction. Handbooks of linguistics and communication science (HSK) 38/2*. Berlin, Germany: De Gruyter Mouton.
- Borghi, A. M., & Binkofski, F. (2014). *Words as social tools: An embodied view on abstract concepts*. Berlin, Germany: Springer.

- Borghi, A. M., Binkofski, F., Castelfranchi, C., Cimatti, F., Scorolli, C., & Tummolini, L. (2017). The challenge of abstract concepts. *Psychological Bulletin*, *143*(3), 263-292.
- Borghi, A. M., Caramelli, N., & Setti, A. (2005). Conceptual information on objects' locations. *Brain and Language*, *93*, 140-151.
- Borghi, A. M., & Caruana, F. (2015). Embodiment theory. En J. D. Wright (Ed.), *International encyclopedia of the social & behavioral sciences* (Vol 7, 2nd ed., pp. 420-426). Oxford, United Kingdom: Elsevier.
- Borghi, A. M., & Cimatti, F. (2009). Words as tools and the problem of abstract words meanings. En N. Taatgen & H. van Rijn (Eds.). *Proceedings of the 31st Annual Conference of the Cognitive Science Society* (pp. 2304-2309). Amsterdam, the Netherlands: Cognitive Science Society.
- Borghi, A. M., Flumini, A., Cimatti, F., Marocco, D., & Scorolli, C. (2011). Manipulating objects and telling words: A study on concrete and abstract words acquisition. *Frontiers in Psychology*, *2*, 15.
- Borghi, A. M., & Zarcone, E. (2016). Grounding abstractness: Abstract concepts and the activation of the mouth. *Frontiers in Psychology*, *7*, 1498.
- Boroditsky, L. (2001). Does language shape thought? Mandarin and English speakers' conceptions of time. *Cognitive Psychology*, *43*, 1-22.
- Boroditsky, L., & Ramscar, M. (2002). The roles of body and mind in abstract thought. *Psychological Science*, *13*, 185-189.
- Boulenger, V., Hauk, O., & Pulvermüller, F. (2008). Grasping ideas with the motor system: semantic somatotopy in idiom comprehension. *Cerebral cortex*, *19*(8), 1905-1914.

- Braver, T. S., Barch, D. M., Keys, B. A., Carter, C. S., Cohen, J. D., Kaye, J. A.,... Jagust, W. J. (2001). Context processing in older adults: Evidence for a theory relating cognitive control to neurobiology in healthy aging. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130, 746-763.
- Bredesen, D. E. (2014). Reversal of cognitive decline: A novel therapeutic program. *Aging*, 6(9), 707-717.
- Brinley, J. F. (1965). Cognitive sets, speed and accuracy of performance in the elderly. En A. T. Welford & J. E. Birren (Eds.), *Behavior, aging and the nervous system* (pp. 114-149). Springfield, IL: Thomas.
- Broadbent, D. E. (1958). *Perception and communication*. New York, NY: Pergamon Press.
- Bromley, D. B. (1958). Some effects of age on short term learning and remembering. *Journal of Gerontology*, 13, 398-406.
- Bromley, D. B. (1966). *The psychology of human ageing*. Harmondsworth, England: Penguin.
- Buccino, G., Binkofski, F., Fink, G. R., Fadiga, L., Fogassi, L., Gallese, V., y Freund, H. J. (2001). Action observation activates premotor and parietal areas in a somatotopic manner: an fMRI study. *European journal of neuroscience*, 13(2), 400-404.
- Buchman, A. S., Boyle, P. A., Wilson, R. S., Fleischman, D. A., Leurgans, S., & Bennett, D. A. (2009). Association between late-life social activity and motor decline in older adults. *Archives of Internal Medicine*, 169(12), 1139-1146.

- Buchman, A. S., Boyle, P. A., Wilson, R. S., James, B. D., Leurgans, S. E., Arnold, S. E., & Bennett, D. A. (2010). Loneliness and the rate of motor decline in old age: the rush memory and aging project, a community-based cohort study. *BMC geriatrics*, *10*(1), 1-8.
- Buckles, V. D. (1993). Age-related slowing. En *Sensorimotor impairment in the elderly* (pp. 73-87). Dordrecht: Kluwer.
- Buckner, R. L. (2004). Memory and executive function in aging and AD: multiple factors that cause decline and reserve factors that compensate. *Neuron*, *44*(1), 195-208.
- Burke, S. N., & Barnes, C. A. (2006). Neural plasticity in the ageing brain. *Nature Reviews Neuroscience*, *7*(1), 30-40.
- Burke, D. M., & MacKay, D. G. (1997). Memory, language, and ageing. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, *352*(1363), 1845-1856.
- Burke, D. M., MacKay, D. G., & James, L. E. (2000). Theoretical approaches to language and aging. En T. Perfect y E. Maylor. (Eds.), *Models of cognitive aging* (pp. 204-237). Oxford, UK: Oxford University Press.
- Burke, D. M., MacKay, D. G., Worthley, J. S., & Wade, E. (1991). On the tip of the tongue: What causes word finding failures in young and older adults?. *Journal of memory and language*, *30*(5), 542-579.
- Burke, D. M., & Shafto, M. A. (2004). Aging and language production. *Current directions in psychological science*, *13*(1), 21-24.

- Brickman, A. M., Siedlecki, K. L., & Stern, Y. (2010). Cognitive and brain reserve. En C. A. Depp y D. V. Jeste. (Eds.), *Successful cognitive and emotional aging* (pp. 157-172). Arlington: American Psychiatric Publishing, Inc.
- Burke, D., & Shafto, M. (2008). Language and aging. En Craik, F., & Salthouse, T. (Eds.), *The handbook of aging and cognition* (pp. 373-443). New York: Psychology Press.
- Cabeza, R. (2002). Hemispheric asymmetry reduction in older adults: the HAROLD model. *Psychology and aging, 17*(1), 85.
- Cabeza, R., Daselaar, S. M., Dolcos, F., Prince, S. E., Budde, M., & Nyberg, L. (2004). Task-independent and task-specific age effects on brain activity during working memory, visual attention and episodic retrieval. *Cerebral cortex, 14*(4), 364-375.
- Caçola, P., Roberson, J., & Gabbard, C. (2013). Aging in movement representations for sequential finger movements: a comparison between young-, middle-aged, and older adults. *Brain and cognition, 82*(1), 1-5.
- Calero, M. D., & Navarro, E. (2007). Cognitive plasticity as a modulating variable on the effects of memory training in elderly persons. *Archives of Clinical Neuropsychology, 22*(1), 63-72.
- Campbell, K. L., Samu, D., Davis, S. W., Geerligs, L., Mustafa, A., & Tyler, L. K. (2016). Robust resilience of the frontotemporal syntax system to aging. *Journal of Neuroscience, 36*(19), 5214-5227.
- Caplan, D., & Waters, G. S. (1999). Verbal working memory and sentence comprehension. *Behavioral and brain Sciences, 22*(01), 77-94.

- Cappell, K. A., Gmeindl, L., & Reuter-Lorenz, P. A. (2010). Age differences in prefrontal recruitment during verbal working memory maintenance depend on memory load. *Cortex*, 46(4), 462-473.
- Carpenter, M., Nagell, K., Tomasello, M., Butterworth, G., & Moore, C. (1998). *Social cognition, joint attention, and communicative competence from 9 to 15 months of age*. Monographs of the Society for Research in Child Development, 63, iiiiv-vi1–174.
- Carriere, J. S., Cheyne, J. A., Solman, G. J., & Smilek, D. (2010). Age trends for failures of sustained attention. *Psychology and Aging*, 25, 569-574.
- Carstensen, L. L. (2006). The influence of a sense of time on human development. *Science*, 312(5782), 1913-1915.
- Casasanto, D. (2008). Who's afraid of the big bad Whorf? Crosslinguistic differences in temporal language and thought. *Language Learning*, 58, 63-79.
- Casasanto, D. (2011). Different bodies, different minds: the body specificity of language and thought. *Current Directions in Psychological Science*, 20(6), 378-383.
- Casasanto, D., & Boroditsky, L. (2008). Time in the mind: Using space to think about time. *Cognition*, 106, 579-593.
- Casasanto, D., & Bottini, R. (2014). Mirror reading can reverse the flow of time. *Journal of Experimental Psychology: General*, 143, 473-479.
- Casasanto, D., & Henetz, T. (2012). Handedness shapes children's abstract concepts. *Cognitive Science*, 36(2), 359-372.

- Castelli, D. M., Hillman, C. H., Buck, S. M., & Erwin, H. E. (2007). Physical fitness and academic achievement in third-and fifth-grade students. *Journal of Sport and Exercise Psychology, 29*(2), 239-252.
- Catricala`, E., Della Rosa, P. A., Plebani, V., Vigliocco, G., & Cappa, S. F. (2014). Abstract and concrete categories? Evidences from neurodegenerative diseases. *Neuropsychologia, 64*, 271-281.
- Castro, J. M. C., & Martini, H. A. (2014). Potencia estadística y cálculo del tamaño del efecto en G* Power: complementos a las pruebas de significación estadística y su aplicación en psicología. *Salud & sociedad, 5*(2), 210-244.
- Cattell, R. B. (1963). Theory of fluid and crystallized intelligence: A critical experiment. *Journal of Educational Psychology, 54*, 1-22.
- Cattell, R. B. (1971). *Abilities: Their structure, growth, and action*. Boston, MA: Houghton Mifflin.
- Charlton, R. A., & Morris R. G. (2015). Associations between working memory and white matter integrity in normal ageing. En R.H Logie & R.G Morris (Eds.). *Working Memory and Ageing* (pp. 97-128). New York: Psychology Press.
- Chen, J. Y. (2007). Do Chinese and English speakers think about time differently? Failure of replicating Boroditsky (2001). *Cognition, 104*, 427-436.
- Chen, M., & Bargh, J. A. (1999). Consequences of automatic evaluation: Immediate behavioral predispositions to approach or avoid the stimulus. *Personality and Social Psychology Bulletin, 25*, 215-224.

- Chen, C. Y., Muggleton, N. G., Tzeng, O. J., Hung, D. L., & Juan, C. H. (2009). Control of prepotent responses by the superior medial frontal cortex. *Neuroimage*, *44*(2), 537-545.
- Cheung, H., & Kemper, S. (1992). Competing complexity metrics and adults' production of complex sentences. *Applied Psycholinguistics*, *13*(1), 53-76.
- Clark, A. (1998). Magic words: How language augments human computation. P. Carruthers & J. Boucher (Eds.), *Language and thought: Interdisciplinary themes* (pp. 162-183). Cambridge: Cambridge University Press.
- Colcombe, S., & Kramer, A. F. (2003). Fitness effects on the cognitive function of older adults: a meta-analytic study. *Psychological science*, *14*(2), 125-130.
- Colcombe, S. J., Erickson, K. I., Scalf, P. E., Kim, J. S., Prakash, R., McAuley, E., Elavsky, S., Marquez, D., Hu, L., & Kramer, A. F. (2006). Aerobic exercise training increases brain volume in aging humans. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, *61*(11), 1166-1170.
- Connell, L., & Lynott, D. (2012). Strength of perceptual experience predicts word processing performance better than concreteness or imageability. *Cognition*, *125*, 452-465.
- Connell, L., & Lynott, D. (2013). Flexible and fast: Linguistic shortcut affects both shallow and deep conceptual processing. *Psychonomic Bulletin & Review*, *20*, 542-550.
- Connelly, S. L., Hasher, L., & Zacks, R. T. (1991). Age and reading: the impact of distraction. *Psychology and aging*, *6*(4), 533-541.

- Conson, M., Trojano, L., Vitale, C., Mazzarella, E., Allocca, R., Barone, P., ... & Santangelo, G. (2014). The role of embodied simulation in mental transformation of whole-body images: evidence from Parkinson's disease. *Human Movement Science, 33*, 343-353.
- Contreras-Vidal, J. L., Teulings, H., & Stelmach, G. (1998). Elderly subjects are impaired in spatial coordination in fine motor control. *Acta Psychologica, 100*(1), 25-35.
- Correia, C., Lopez, K. J., Wroblewski, K. E., Huisingh- Scheetz, M., Kern, D. W., Chen, R. C. & Pinto, J. M. (2016). Global Sensory Impairment in Older Adults in the United States. *Journal of the American Geriatrics Society, 64*(2), 306-313.
- Corriveau, K., & Harris, P. L. (2009). Choosing your informant: Weighing familiarity and recent accuracy. *Developmental Science, 12*, 426-437.
- Costello, M. C., & Bloesch, E. K. (2017). Are older adults less embodied? A review of age effects through the lens of embodied cognition. *Frontiers in Psychology, 8*, 267.
- Craik, F. I. M. (1977). Age differences in human memory. En J. E. Birren & K. W. Schaie (Eds.), *Handbook of the psychology of aging* (pp. 384-420). New York, NY: Van Nostrand Reinhold.
- Craik, F. I. M. (1986). A functional account of age differences in memory. En F. Klix & H. Hagendorf (Eds.), *Human memory and cognitive capabilities: Mechanisms and performances* (pp. 409-422). Amsterdam, North Holland: Elsevier.
- Crutch, S. J., Connell, S., & Warrington, E. K. (2009). The different representational frameworks underpinning abstract and concrete knowledge: Evidence from odd-one-out judgements. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology: Human Experimental Psychology, 62*, 1377-1390.

- Crutch, S. J., & Jackson, E. C. (2011). Contrasting graded effects of semantic similarity and association across the concreteness spectrum. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology: Human Experimental Psychology*, *64*, 1388-1408.
- Crutch, S. J., Ridha, B. H., & Warrington, E. K. (2006). The different frameworks underlying abstract and concrete knowledge: Evidence from a bilingual patient with a semantic refractory access dysphasia. *Neurocase*, *12*, 151-163.
- Crutch, S. J., & Warrington, E. K. (2005). Abstract and concrete concepts have structurally different representational frameworks. *Brain: A Journal of Neurology*, *128*, 615-627.
- Crutch, S. J., & Warrington, E. K. (2007). Semantic priming in deep phonological dyslexia: Contrasting effects of association and similarity upon abstract and concrete word reading. *Cognitive Neuropsychology*, *24*, 583-602.
- Crutch, S. J., & Warrington, E. K. (2010). The differential dependence of abstract and concrete words upon associative and similarity-based information: Complementary semantic interference and facilitation effects. *Cognitive Neuropsychology*, *27*, 46-71.
- Curran, T., Hills, A., Patterson, M. B., & Strauss, M. E. (2001). Effects of aging on visuospatial attention: an ERP study. *Neuropsychologia*, *39*(3), 288-301.
- Dagerman, K. S., MacDonald, M. C., & Harm, M. W. (2006). Aging and the use of context in ambiguity resolution: Complex changes from simple slowing. *Cognitive Science*, *30*(2), 311-345.
- Damasio, A. R. (1989). The brain binds entities and events by multiregional activation from convergence zones. *Neural Computation*, *1*, 123-132.

- Danckert, S. L., & Craik, F. I. (2013). Does aging affect recall more than recognition memory?. *Psychology and Aging, 28*(4), 902-909.
- Davis, S. W., Dennis, N. A., Daselaar, S. M., Fleck, M. S., & Cabeza, R. (2007). Que PASA? The posterior–anterior shift in aging. *Cerebral cortex, 18*(5), 1201-1209.
- Daum, M. M., Sommerville, J. A., & Prinz, W. (2009). Becoming a social agent: Developmental foundations of an embodied social psychology. *European Journal of Social Psychology, 39*(7), 1196-1206.
- D'Angiulli, A., Griffiths, G., & Marmolejo-Ramos, F. (2015). Neural correlates of visualizations of concrete and abstract words in preschool children: A developmental embodied approach. *Frontiers in Psychology, 6*, 856.
- Dekker, T. M., Mareschal, D., Johnson, M. H., & Sereno, M. I. (2014). Picturing words? Sensorimotor cortex activation for printed words in child and adult readers. *Brain and language, 139*, 58-67.
- De la Fuente, J., Casasanto, D., Martínez-Cascales, J. I., & Santiago, J. (2016). Motor imagery shapes abstract concepts. *Cognitive science, 41*(5), 1350-1360.
- Della Rosa, P. A., Catricalà, E., De Battisti, S., Vinson, D., Vigliocco, G., & Cappa, S. F. (2014). How to assess abstract conceptual knowledge: Construction, standardization and validation of a new battery of semantic memory tests. *Functional Neurology, 29*, 47-55.
- Della Rosa, P. A., Catricalà, E., Vigliocco, G., & Cappa, S. F. (2010). Beyond the abstract—concrete dichotomy: Mode of acquisition, concreteness, imageability, familiarity, age of acquisition, context availability, and abstractness norms for a set of 417 Italian words. *Behavior research methods, 42*(4), 1042-1048.

- Dellatolas, G., De Agostini, M., Curt, F., Kremin, H., Letierce, A., Maccario, J., & Lellouch, J. (2003). Manual skill, hand skill asymmetry, and cognitive performances in young children. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 8(4), 317-338.
- DeLong, K. A., Groppe, D. M., Urbach, T. P., & Kutas, M. (2012). Thinking ahead or not? Natural aging and anticipation during reading. *Brain and language*, 121(3), 226-239.
- Dennis, N., & Cabeza, R. (2008). Neuroimaging of healthy cognitive aging. En F. Craik, & T. Salthouse (Eds.), *The handbook of aging and cognition* (pp. 1-54). Nueva York: Psychology Press.
- De Scalzi, M., Rusted, J., & Oakhill, J. (2015). Embodiment effects and language comprehension in Alzheimer's disease. *Cognitive science*, 39(5), 890-917.
- D'Esposito, M., Detre, J. A., Aguirre, G. K., Stallcup, M., Alsop, D. C., Tippet, L. J., & Farah, M. J. (1997). A functional MRI study of mental image generation. *Neuropsychologia*, 35(5), 725-730.
- D'Esposito, M., & Postle, B. R. (2015). The cognitive neuroscience of working memory. *Annual review of psychology*, 66.
- De Vega M. (2008). Levels of embodied meaning: From pointing to counterfactuals. En M. de Vega, A. M., Glenberg, & A.C. Graesser. (Eds.), *Symbols, Embodiment, and Meaning* (pp. 285-308). Oxford: Oxford University Press.
- De Vega, M., Robertson, D. A., Glenberg, A. M., Kaschak, M. P., & Rinck, M. (2004). On doing two things at once: Temporal constraints on actions in language comprehension. *Memory & Cognition*, 32(7), 1033-1043.

- De Vega, M., & Urrutia, M. (2011). Counterfactual sentences activate embodied meaning: An action–sentence compatibility effect study. *Journal of Cognitive Psychology*, 23(8), 962-973.
- De Vega, M., Urrutia, M., & Rizzo, B. (2007). Canceling updating in the comprehension of counterfactuals embedded in narratives. *Memory & Cognition*, 35(6), 1410-1421.
- Dey, A., & Sommers, M. S. (2015). Age-related differences in inhibitory control predict audiovisual speech perception. *Psychology and aging*, 30(3), 634.
- Dey, A., Sommers, M. S., & Hasher, L. (2017). An age-related deficit in resolving interference: Evidence from speech perception. *Psychology and aging*, 32(6), 572.
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual review of psychology*, 64, 135-168.
- Dijkstra, K., Kaschak, M. P., & Zwaan, R. A. (2007). Body posture facilitates retrieval of autobiographical memories. *Cognition*, 102(1), 139-149.
- Dijkstra, K., Eerland, A., Zijlmans, J., & Post, L. S. (2014). Embodied cognition, abstract concepts, and the benefits of new technology for implicit body manipulation. *Frontiers in Psychology*, 5, 757.
- Donald, M. (1991). *Origins of the Modern Mind: Three Stages in the Evolution of Culture and Cognition*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Dove, G. (2009). Beyond perceptual symbols: A call for representational pluralism. *Cognition*, 110, 412-431.
- Dove, G. (2011). On the need for embodied and disembodied cognition. *Frontiers in Psychology*, 1, 242.

- Dove, G. (2013). Intermediate representations exclude embodiment. *Behavioral and Brain Sciences*, *36*, 353-354.
- Dove, G. (2014). Thinking in words: Language as an embodied medium of thought. *Topics in Cognitive Science*, *6*, 371-389.
- Dove, G. (2015). Three symbol ungrounding problems: Abstract concepts and the future of embodied cognition. *Psychonomic Bulletin & Review*, *23*, 1-13.
- Dreyfus, H. (1972). *What Computers Can't Do*. New York: Harper & Row.
- Dumas, J. A. (2015). What is Normal Cognitive Aging? Evidence from Task-Based Functional Neuroimaging. *Current behavioral neuroscience reports*, *2*(4), 256-261.
- Duñabeitia, J. A., Avilés, A., Afonso, O., Scheepers, C., & Carreiras, M. (2009). Qualitative differences in the representation of abstract versus concrete words: Evidence from the visual-world paradigm. *Cognition*, *110*, 284-292.
- Düzel, E., Schütze, H., Yonelinas, A. P., & Heinze, H. J. (2011). Functional phenotyping of successful aging in long- term memory: preserved performance in the absence of neural compensation. *Hippocampus*, *21*(8), 803-814.
- Eckert, M. A., Keren, N. I., Roberts, D. R., Calhoun, V. D., & Harris, K. C. (2010). Age-related changes in processing speed: unique contributions of cerebellar and prefrontal cortex. *Frontiers in Human Neuroscience*, *4*, 10.
- Eder, A. B., & Hommel, B. (2013). Anticipatory control of approach and avoidance: An ideomotor approach. *Emotion Review*, *5*, 275-279.

- Engelen, J. A., Bouwmeester, S., De Bruin, A. B., & Zwaan, R. A. (2011). Perceptual simulation in developing language comprehension. *Journal of Experimental Child Psychology, 110*(4), 659-675.
- Epstein, R., & Kanwisher, N. (1998). A cortical representation of the local visual environment. *Nature, 392*(6676), 598-601.
- Epstude, K., & Roese, N. J. (2008). The functional theory of counterfactual thinking. *Personality and Social Psychology Review, 12*(2), 168-192.
- Erber, J. T. (1974). Age differences in recognition memory. *Journal of Gerontology, 29*, 177–181.
- Ericsson, K. A., & Kintsch, W. (1995). Long-term working memory. *Psychological review, 102*(2), 211-245.
- Erickson, K. I., Voss, M. W., Prakash, R. S., Basak, C., Szabo, A., Chaddock, L., Kim, J., Heo, S., Alves, H., White, S., Wojcicki, T., Mailey, E., Vieira, V., Martin, S., Pence, B., Woods, J., McAuley, E., & Wojcicki, T. R. (2011). Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 108*(7), 3017-3022.
- Erikson, E. (1998). *The life cycle completed*. New York: W. W. Norton & Company.
- Fabrigoule, C., Letenneur, L., Dartigues, J. F., Zarrouk, M., Commenges, D., & Barberger-Gateau, P.(1995). Social and leisure activities and risk of dementia: a prospective longitudinal study. *Journal of the American Geriatrics Society, 43*(5), 485-490.

- Faul, F., Erdfelder, E., Buchner, A., & Lang, A. G. (2009). Statistical power analyses using G* Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behavior research methods*, 41(4), 1149-1160.
- Fegen, D., Buchsbaum, B. R., & D'Esposito, M. (2015). The effect of rehearsal rate and memory load on verbal working memory. *NeuroImage*, 105, 120-131.
- Fernández-Ballesteros, R. (2005). Evaluation of “Vital Aging-M”: A psychosocial program for promoting optimal aging. *European Psychologist*, 10(2), 146-156.
- Fernandino, L., Humphries, C. J., Seidenberg, M. S., Gross, W. L., Conant, L. L., & Binder, J. R. (2015). Predicting brain activation patterns associated with individual lexical concepts based on five sensory-motor attributes. *Neuropsychologia*, 76, 17-26.
- Ferré, P., Guasch, M., García-Chico, T., & Sánchez-Casas, R. (2015). Are there qualitative differences in the representation of abstract and concrete words? Within-language and cross-language evidence from the semantic priming paradigm. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology: Human Experimental Psychology*, 68, 2402-2418.
- Ferreira, D., Molina, Y., Machado, A., Westman, E., Wahlund, L. O., Nieto, A., ... & Barroso, J. (2014). Cognitive decline is mediated by gray matter changes during middle age. *Neurobiology of aging*, 35(5), 1086-1094.
- Ferreira, L. K., Regina, A. C. B., Kovacevic, N., Martin, M. D. G. M., Santos, P. P., Carneiro, C. D. G., ... & Busatto, G. F. (2016). Aging effects on whole-brain functional connectivity in adults free of cognitive and psychiatric disorders. *Cerebral cortex*, 26(9), 3851-3865.

- Fiebach, C. J., Ricker, B., Friederici, A. D., & Jacobs, A. M. (2007). Inhibition and facilitation in visual word recognition: Prefrontal contribution to the orthographic neighborhood size effect. *NeuroImage*, *36*, 901-911.
- Fischer, M. H., & Brugger, P. (2011). When digits help digits: Spatial–numerical associations point to finger counting as prime example of embodied cognition. *Frontiers in Psychology*, *2*, 260.
- Fisher, D. L., Duffy, S. A., & Katsikopoulos, K. V. (2000). Cognitive slowing among older adults: What kind and how much? En T. Perfect y E. Maylor. (Eds.), *Models of cognitive aging* (pp. 87-124). Oxford: Oxford University Press.
- Fischer, M. H., & Zwaan, R. A. (2008). Embodied language: A review of the role of the motor system in language comprehension. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *61*(6), 825-850.
- Fjell, A. M., McEvoy, L., Holland, D., Dale, A. M., Walhovd, K. B., & Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative. (2014). What is normal in normal aging? Effects of aging, amyloid and Alzheimer's disease on the cerebral cortex and the hippocampus. *Progress in neurobiology*, *117*, 20-40.
- Fjell, A. M., Westlye, L. T., Amlie, I., Espeseth, T., Reinvang, I., Raz, N., ... & Dale, A. M. (2009). High consistency of regional cortical thinning in aging across multiple samples. *Cerebral cortex*, *19*(9), 2001-2012.
- Flusberg, S. J., Thibodeau, P. H., Sternberg, D. A., & Glick, J. J. (2010). A connectionist approach to embodied conceptual metaphor. *Frontiers in Psychology*, *1*, 197.

- Förster, J., & Strack, F. (1996). Influence of overt head movements on memory for valenced words: A case of conceptual-motor compatibility. *Journal of Personality and Social Psychology, 71*, 421-430.
- Fortenbaugh, F. C., DeGutis, J., Germine, L., Wilmer, J. B., Grosso, M., Russo, K., & Esterman, M. (2015). Sustained attention across the life span in a sample of 10,000: dissociating ability and strategy. *Psychological Science, 26*, 1497–1510.
- Fozard, J. L., & Gordon-Salant, S. (2001). Changes in vision and hearing with age. In J. E. Birren (Ed.), *Handbook of the psychology of aging* (pp. 241-266). San Diego: Academic Press.
- Freina, L., Baroni, G., Borghi, A. M., & Nicoletti, R. (2009). Emotive concept nouns and motor responses: Attraction or repulsion? *Memory & Cognition, 37*, 493-499.
- Frick, A., Daum, M. M., Wilson, M., & Wilkening, F. (2009). Effects of action on children's and adults' mental imagery. *Journal of Experimental Child Psychology, 104*(1), 34-51.
- Frick, A., & Möhring, W. (2013). Mental object rotation and motor development in 8- and 10-month-old infants. *Journal of experimental child psychology, 115*(4), 708-720.
- Friederici, A. D., Hahne, A., & Saddy, D. (2002). Distinct neurophysiological patterns reflecting aspects of syntactic complexity and syntactic repair. *Journal of psycholinguistic research, 31*(1), 45-63.
- Friedman, D., Kazmerski, V. A., & Cycowicz, Y. M. (1998). Effects of aging on the novelty P3 during attend and ignore oddball tasks. *Psychophysiology, 35*(5), 508-520.

- Frith, C. D. (2012). The role of metacognition in human social interactions. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B: Biological Sciences*, 367, 2213-2223.
- Gabbard, C. (2009). Studying action representation in children via motor imagery. *Brain and Cognition*, 71(3), 234-239.
- Gabbard, C. (2015). Mental Representation for Action in the Elderly Implications for Movement Efficiency and Injury Risk. *Journal of Applied Gerontology*, 34(3), NP202-NP212.
- Gabbard, C., Caçola, P., y Cordova, A. (2011). Is there an advanced aging effect on the ability to mentally represent action?. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 53(2), 206-209.
- Gallagher, S., & Zahavi, D. (2008). *The Phenomenological Mind: An Introduction to Philosophy of Mind and Cognitive Science*. New York: Routledge.
- Gallese, V., Fadiga, L., Fogassi, L., & Rizzolatti, G. (1996). Action recognition in the premotor cortex. *Brain*, 119, 593-609.
- Gallese, V., & Lakoff, G. (2005). The brain's concepts: The role of the sensory-motor system in conceptual knowledge. *Cognitive neuropsychology*, 22(3-4), 455-479.
- Galton, A. (2011). Time flies but space does not: Limits to the spatialisation of time. *Journal of Pragmatics*, 43, 695-703.
- Gazzaley A (2012) Top- down modulation deficit in the aging brain: An emerging theory of cogntiive aging. En D. T Stuss & R. T Knight (Eds). *Principles of frontal lobe function* (pp. 593-608). New York: Oxford University Press.

- Geng, J., & Schnur, T. T. (2015). The representation of concrete and abstract concepts: Categorical versus associative relationships. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 41, 22-41.
- Gentilucci, M., & Corballis, M. C. (2006). From manual gesture to speech: A gradual transition. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 30, 949-960.
- Gentner, D. (1981). Some interesting differences between verbs and nouns. *Cognition and Brain Theory*, 4, 161–178. Gentner, D. (2006). Why verbs are hard to learn. En K. Hirsch-Pasek & R. Golinkoff (Eds.), *Action meets words: How children learn verbs* (pp. 544-564). New York, NY: Oxford University Press.
- Gentner, D., & Boroditsky, L. (2001). Individuation, relativity and early word learning. In M. Bowerman & S. Levinson (Eds.), *Language acquisition and conceptual development* (pp. 215-256). Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press.
- Gerlach, K. D., Dornblaser, D. W., & Schacter, D. L. (2014). Adaptive constructive processes and memory accuracy: Consequences of counterfactual simulations in young and older adults. *Memory*, 22(1), 145-162.
- Ghio, M., Vaghi, M. M. S., & Tettamanti, M. (2013). Fine-grained semantic categorization across the abstract and concrete domains. *PLoS ONE* 8, e67090
- Gibbs, R. W. J. (1994). *The poetics of mind: Figurative thought, language, and understanding*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Gibbs, R. W. J. (2006). *Embodiment and cognitive science*. New York, NY: Cambridge University Press.

- Gibson, J. (1979). *The Ecological Approach to Visual Perception*. Boston: Houghton Mifflin.
- Gilovich, T., & Medvec, V. H. (1994). The temporal pattern to the experience of regret. *Journal of personality and social psychology*, *67*(3), 357-365.
- Glaser, W. R. (1992). Picture naming. *Cognition*, *42*(1-3), 61-105.
- Gleitman, L. R., Cassidy, K., Papafragou, A., Nappa, R., & Trueswell, J. T. (2005). Hard words. *Language Learning and Development*, *1*, 23-64.
- Glenberg, A. M. (2007). Language and action: creating sensible combinations of ideas. En G. Gaskell (Ed.) *The Oxford handbook of psycholinguistics* (pp. 361-370). Oxford, UK: Oxford University Press.
- Glenberg, A. M., & Gallese, V. (2012). Action-based language: A theory of language acquisition, comprehension, and production. *Cortex*, *48*(7), 905-922.
- Glenberg, A. M., & Kaschak, M. P. (2002). Grounding language in action. *Psychonomic bulletin y review*, *9*(3), 558-565.
- Glenberg, A. M., & Robertson, D. A. (2000). Symbol grounding and meaning: A comparison of high-dimensional and embodied theories of meaning. *Journal of memory and language*, *43*(3), 379-401.
- Glenberg, A. M., Sato, M., & Cattaneo, L. (2008a). Use-induced motor plasticity affects the processing of abstract and concrete language. *Current Biology*, *18*, R290-R291.

- Glenberg, A. M., Sato, M., Cattaneo, L., Riggio, L., Palumbo, D., & Buccino, G. (2008b). Processing abstract language modulates motor system activity. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *61*, 905-919.
- Glisky, E. L. (2007). Changes in cognitive function in human aging. En D. R., Riddle. (Ed.), *Brain aging: models, methods, and mechanisms* (pp. 3-20). Boca Raton (FL): CRC Press/Taylor y Francis.
- Goel, V. (2007). Anatomy of deductive reasoning. *Trends in cognitive sciences*, *11*(10), 435-441.
- Goldinger, S. D., Papesh, M. H., Barnhart, A. S., Hansen, W. A., & Hout, M. C. (2016). The poverty of embodied cognition. *Psychonomic Bulletin & Review*, *23*, 959-978.
- Goldman, A., & de Vignemont, F. (2009). Is social cognition embodied?. *Trends in cognitive sciences*, *13*(4), 154-159.
- Goldman-Rakic, P. S. (1987). Circuitry of primate prefrontal cortex and regulation of behavior by representational memory. En F. Plum & V. Mountcastle (Eds.) *Handbook of Physiology, The Nervous System* (pp. 373-417). Bethesda, MD: Wiley.
- Grafton, S., Arbib, M., Fadiga, L., & Rizzolatti, G. (1996). Localization of grasp representations in humans by positron emission tomography. *Experimental Brain Research*, *112*, 103-111.
- Granito, C., Scorolli, C., & Borghi, A. M. (2015). Naming a Lego world. The role of language in the acquisition of abstract concepts. *PLoS ONE*, *10*, e0114615.
- Graves, A. B., Mortimer, J. A., Larson, E. B., Wenzlow, A., Bowen, J. D., & McCormick, W. C. (1996). Head circumference as a measure of cognitive reserve. Association

with severity of impairment in Alzheimer's disease. *The British journal of psychiatry*, 169(1), 86-92.

Greenwood, P. M. (2000). The frontal aging hypothesis evaluated. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 6(06), 705-726.

Grèzes, J., Armony, J. L., Rowe, J., & Passingham, R. E. (2003). Activations related to “mirror” and “canonical” neurones in the human brain: an fMRI study. *Neuroimage*, 18(4), 928-937.

Grieder, M., Crinelli, R. M., Koenig, T., Wahlund, L. O., Dierks, T., & Wirth, M. (2012). Electrophysiological and behavioral correlates of stable automatic semantic retrieval in aging. *Neuropsychologia*, 50(1), 160-171.

Grossmann, I., Karasawa, M., Izumi, S., Na, J., Varnum, M. E., Kitayama, S., & Nisbett, R. E. (2012). Aging and wisdom: Culture matters. *Psychological science*, 23(10), 1059-1066.

Guan, C. Q., Meng, W., Yao, R., & Glenberg, A. M. (2013). The motor system contributes to comprehension of abstract language. *PloS one*, 8(9), e75183.

Gunter, T. C., Jackson, J. L., & Mulder, G. (1992). An electrophysiological study of semantic processing in young and middle-aged academics. *Psychophysiology*, 29(1), 38-54.

Gunter, T. C., Jackson, J. L., & Mulder, G. (1995). Language, memory, and aging: an electrophysiological exploration of the N400 during reading of memory-demanding sentences. *Psychophysiology*, 32(3), 215-229.

- Haász, J., Westlye, E. T., Fjær, S., Espeseth, T., Lundervold, A., & Lundervold, A. J. (2013). General fluid-type intelligence is related to indices of white matter structure in middle-aged and old adults. *Neuroimage*, *83*, 372-383.
- Hagoort, P. (2003). Interplay between syntax and semantics during sentence comprehension: ERP effects of combining syntactic and semantic violations. *Journal of cognitive neuroscience*, *15*(6), 883-899.
- Hagoort, P., Brown, C., & Groothusen, J. (1993). The syntactic positive shift (SPS) as an ERP measure of syntactic processing. *Language and cognitive processes*, *8*(4), 439-483.
- Hamilton, A. C., & Coslett, H. B. (2008). Refractory access disorders and the organization of concrete and abstract semantics: Do they differ? *Neurocase*, *14*, 131-140.
- Hamilton, A. C., & Martin, R. C. (2010). Inferring semantic organization from refractory access dysphasia: Further replication in the domains of geography and proper nouns but not concrete and abstract concepts. *Cognitive Neuropsychology*, *27*, 614-635.
- Hara, Y., Rapp, P. R., & Morrison, J. H. (2012). Neuronal and morphological bases of cognitive decline in aged rhesus monkeys. *Age*, *34*(5), 1051-1073.
- Harciarek, M., & Kertesz, A. (2011). Primary progressive aphasia and their contribution to the contemporary knowledge about the brain-language relationship. *Neuropsychology review*, *21*(3), 271.
- Harris, P. L., & Koenig, M. A. (2006). Trust in testimony: How children learn about science and religion. *Child Development*, *77*, 505-524.

- Harwood, E., & Naylor, G. F. K. (1969). Recall and recognition in elderly and young subjects. *Australian Journal of Psychology*, *21*, 251–257.
- Hasher, L., Lustig, C., & Zacks, R. T. (2007). Inhibitory mechanisms and the control of attention. En A. Conway, C. Jarrold, M. Kane & J. Towse. (Eds.), *Variation in Working Memory* (pp. 227-249). New York: Oxford University Press.
- Hasher, L., & Zacks, R. T. (1979). Automatic and effortful processes in memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, *108*, 356–388.
- Hasher, L., & Zacks, R. T. (1988). Working memory, comprehension, and aging: A review and a new view. En G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 22, pp. 193-225). San Diego, CA: Academic Press.
- Hauk, O., Johnsrude, I., & Pulvermüller, F. (2004). Somatotopic representation of action words in human motor and premotor cortex. *Neuron*, *41*, 301-307.
- Hillman, C. H., Erickson, K. I., & Kramer, A. F. (2008). Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. *Nature Reviews Neuroscience*, *9*(1), 58-65.
- Hintikka, J. (1962). *Knowledge and belief*. Ithaca, NY: Cornell University Press.
- Hoffman, P., Binney, R. J., & Lambon Ralph, M. A. (2015). Differing contributions of inferior prefrontal and anterior temporal cortex to concrete and abstract conceptual knowledge. *Cortex*, *63*, 250-266.
- Horn, J. L. (1970). Organization of data on life-span development of human abilities. En L. R. Goulet & P. B. Baltes (Eds.), *Life-span developmental psychology: Research and theory*. New York: Academic Press.

- Horn, J. L., & Donaldson, G. (1976). On the myth of intellectual decline in adulthood. *American Psychologist*, 31, 701–719.
- Hortobágyi, T., del Olmo, M. F., & Rothwell, J. C. (2006). Age reduces cortical reciprocal inhibition in humans. *Experimental brain research*, 171(3), 322-329.
- Hughes, C., & Leekam, S. (2004). What are the links between theory of mind and social relations? Review, reflections and new directions for studies of typical and atypical development. *Social development*, 13(4), 590-619.
- Hulicka, I. M., & Grossman, J. L. (1967). Age-group comparisons for the use of mediators in paired-associate learning. *Journal of Gerontology*, 22, 46–51.
- Husserl, E. (1931). *Cartesian Meditations*. Dordrecht: Kluwer.
- Hutchins, E. (1995). *Cognition in the Wild*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Hutton, S., Sheppard, L., Rusted, J. M., & Ratner, H. H. (1996). Structuring the acquisition and retrieval environment to facilitate learning in individuals with dementia of the Alzheimer type. *Memory*, 4, 113-130.
- Jacobs, B., Schall, M., & Scheibel, A. B. (1993). A quantitative dendritic analysis of Wernicke's area in humans. II. Gender, hemispheric, and environmental factors. *Journal of Comparative Neurology*, 327(1), 97-111.
- James, K. H. (2010). Sensori- motor experience leads to changes in visual processing in the developing brain. *Developmental science*, 13(2), 279-288.
- James, K. H., & Maouene, J. (2009). Auditory verb perception recruits motor systems in the developing brain: an fMRI investigation. *Developmental Science*, 12(6), F26-F34.

- Jamrozik, A., McQuire, M., Cardillo, E. R., & Chatterjee, A. (2016). Metaphor: Bridging embodiment to abstraction. *Psychonomic Bulletin & Review*, 23, 1080-1089.
- Jefferies, E., Patterson, K., Jones, R. W., & Lambon Ralph, M. A. (2009). Comprehension of concrete and abstract words in semantic dementia. *Neuropsychology*, 23(4), 492.
- Jennings, J. M., & Jacoby, L. L. (1993). Automatic versus intentional uses of memory: Aging, attention, and control. *Psychology and Aging*, 8, 283–293.
- Jessen, F., Heun, R., Erb, M., Granath, D. O., Klose, U., Papassotiropoulos, A., & Grodd, W. (2000). The concreteness effect: Evidence for dual coding and context availability. *Brain and Language*, 74, 103-112.
- Johnson, M. (1987). *The Body in Mind*. Chicago: University of Chicago Press. Johnson, R. (1993). On the neural generators of the P300 component of the event-related potential. *Psychophysiology*, 30(1), 90-97.
- Johnson, R. (1993). On the neural generators of the P300 component of the event-related potential. *Psychophysiology*, 30(1), 90-97.
- Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1980). A theory of reading: From eye fixations to comprehension. *Psychological review*, 87(4), 329.
- Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1992). A capacity theory of comprehension: individual differences in working memory. *Psychological review*, 99(1), 122.
- Just, M., Newman, S., Keller, T., McEleney, A., & Carpenter, P. (2004). Imagery in sentence comprehension: an fMRI study. *Neuroimage*, 21, 112-124.

- Kaan, E., & Swaab, T. Y. (2003). Repair, revision, and complexity in syntactic analysis: An electrophysiological differentiation. *Journal of cognitive neuroscience*, *15*(1), 98-110.
- Kahneman, D. (1973). *Attention and effort*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Kanwisher, N., McDermott, J., & Chun, M. M. (1997). The fusiform face area: a module in human extrastriate cortex specialized for face perception. *Journal of neuroscience*, *17*(11), 4302-4311.
- Katzman, R. (1993). Education and the prevalence of dementia and Alzheimer's disease. *Neurology*, *43*(1), 13-20.
- Kemmotsu, N., Girard, H. M., Kucukboyaci, N. E., McEvoy, L. K., Hagler, D. J., Dale, A. M., ... & McDonald, C. R. (2012). Age-related changes in the neurophysiology of language in adults: relationship to regional cortical thinning and white matter microstructure. *Journal of Neuroscience*, *32*(35), 12204-12213.
- Kemper, S., & Kemptes, K. (1999). Limitations on syntactic processing. En S. Kemper y R. Kliegl. (Eds.), *Constraints on language: Aging, grammar, and memory* (pp. 79-106). Boston: Kluwer.
- Kemper, S. (1987). Life-span changes in syntactic complexity. *Journal of gerontology*, *42*(3), 323-328.
- Kemper, S., Thompson, M., & Marquis, J. (2001). Longitudinal change in language production: effects of aging and dementia on grammatical complexity and propositional content. *Psychology and aging*, *16*(4), 600-614.

- Kennedy, K. M., & Raz, N. (2009). Aging white matter and cognition: differential effects of regional variations in diffusion properties on memory, executive functions, and speed. *Neuropsychologia*, 47(3), 916-927.
- King, L. (2013). *The importance of situational information for abstract concepts* (Tesis Doctoral). University of Western Ontario, London, Ontario, Canada.
- King, L., & Suñer, M. (1999). *Gramatica española: análisis y práctica*. New York: McGraw-Hill Higher Education.
- Kintsch, W. (1988). The role of knowledge in discourse comprehension: a construction-integration model. *Psychological review*, 95, 163-182.
- Kliegl, R., Smith, J., & Baltes, P. B. (1989). Testing-the-limits and the study of adult age differences in cognitive plasticity of a mnemonic skill. *Developmental Psychology*, 25, 247-256.
- Komes, J., Schweinberger, S. R., & Wiese, H. (2014). Fluency affects source memory for familiar names in younger and older adults: evidence from event-related brain potentials. *NeuroImage*, 92, 90-105.
- Kontra, C., Lyons, D. J., Fischer, S. M., & Beilock, S. L. (2015). Physical experience enhances science learning. *Psychological science*, 26(6), 737-749.
- Kosslyn, S. M., Thompson, W. L., & Ganis, G. (2006). *The case for mental imagery*. Oxford, England: Oxford University Press.
- Kounios, J., & Holcomb, P. J. (1994). Concreteness effects in semantic processing: ERP evidence supporting dual-coding theory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 20(4), 804.

- Kousta, S., Vigliocco, G., Vinson, D. P., & Andrews, M. (2009). Happiness is an abstract word. The role of affect in abstract knowledge representation. En N. Taatgen & H. van Rijn (Eds.), *Proceedings of the 31st Annual Conference of the Cognitive Science Society*. Amsterdam, the Netherlands: Cognitive Science Society.
- Kousta, S. T., Vigliocco, G., Vinson, D. P., Andrews, M., & Del Campo, E. (2011). The representation of abstract words: Why emotion matters. *Journal of Experimental Psychology: General*, *140*, 14-34.
- Kramer, A. F., Humphrey, D. G., Larish, J. F., Logan, G. D., & Strayer, D. L. (1994). Aging and inhibition: Beyond a unitary view of inhibitory processing in attention. *Psychology and Aging*, *9*, 491-512.
- Kramer, A. F., & Madden, D. J. (2008). Attention. En F. I. M. Craik & T. A. Salthouse (Eds.), *The handbook of aging and cognition* (3rd Ed., pp. 189-249). New York, NY: Psychology Press.
- Kranjec, A., & Chatterjee, A. (2010). Are temporal concepts embodied? A challenge for cognitive neuroscience. *Frontiers in Psychology*, *1*, 240.
- Kray, J., & Lindenberger, U. (2000). Adult age differences in task switching. *Psychology and Aging*, *15*, 126-147.
- Krinzinger, H., Koten, J. W., Horoufchin, H., Kohn, N., Arndt, D., Sahr, K., ... & Willmes, K. (2011). The role of finger representations and saccades for number processing: an fMRI study in children. *Frontiers in psychology*, *2*, 1-12.
- Krueger, F., Barbey, A. K., & Grafman, J. (2009). The medial prefrontal cortex mediates social event knowledge. *Trends in cognitive sciences*, *13*(3), 103-109.

- Kuenecke, J., Sommer, W., Schacht, A., & Palazova, M. (2015). Embodied simulation of emotional valence: Facial muscle responses to abstract and concrete words. *Psychophysiology*, *52*, 1590-1598.
- Kumar, U. (2015). Neural dichotomy of word concreteness: A view from functional neuroimaging. *Cognitive Processing*, *17*, 39.
- Kutas, M., & Federmeier, K. D. (2011). Thirty years and counting: finding meaning in the N400 component of the event-related brain potential (ERP). *Annual review of psychology*, *62*, 621-647.
- Kutas, M., Van Petten, C. K., & Kluender, R. (2006). Psycholinguistics electrified II (1994–2005). In *Handbook of psycholinguistics* (pp. 659-724). Academic Press.
- Lai, V. T., & Boroditsky, L. (2013). The immediate and chronic influence of spatio-temporal metaphors on the mental representations of time in English, Mandarin, and Mandarin-English speakers. *Frontiers in Psychology*, *4*, 142.
- Lafenêtre, P., Leske, O., Ma-Högemeie, Z., Haghikia, A., Bichler, Z., Wahle, P., & Heumann, R. (2010). Exercise can rescue recognition memory impairment in a model with reduced adult hippocampal neurogenesis. *Frontiers in behavioral neuroscience*, *3*, 34.
- Lakens, D., Semin, G. R., & Foroni, F. (2011). Why your highness needs the people. *Social Psychology*, *42*, 205-213.
- Lakoff, G. (2014). Mapping the brain's metaphor circuitry: Metaphorical thought in everyday reason. *Frontiers in Human Neuroscience*, *8*, 958.

- Lakoff, G., & Johnson, M. (1980). *Metaphors we live by*. Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Lakoff, G. (1987). *Women, Fire, and Dangerous Things: What Categories Reveal About the Mind*. Chicago: University of Chicago Press.
- Lakoff, G., & Johnson, M. (1999). *Philosophy in the flesh: The embodied mind and its challenge to western thought*. New York, NY: Basic books.
- Lakoff, G., & Núñez, R. E. (2000). *Where mathematics comes from: How the embodied mind brings mathematics into being*. New York: Basic books.
- Landauer, T. K., & Dumais, S. T. (1997). A solution to Plato's problem: The latent semantic analysis theory of the acquisition, induction, and representation of knowledge. *Psychological Review*, *104*, 211-240.
- Laumann Long, R. J., & Shaw, L. (2000). Adult age differences in vocabulary acquisition. *Educational Gerontology*, *26*(7), 651-664.
- Launer, L. J., Andersen, K., Dewey, M., Letenneur, L., Ott, A., Amaducci, L. A., ... & Lobo, A. (1999). Rates and risk factors for dementia and Alzheimer's disease results from EURODEM pooled analyses. *Neurology*, *52*(1), 78-78.
- Lesage, E., Morgan, B. E., Olson, A. C., Meyer, A. S., & Miall, R. C. (2012). Cerebellar rTMS disrupts predictive language processing. *Current Biology*, *22*(18), R794-R795.
- Letenneur, L., Commenges, D., Dartigues, J. F., & Barberger-Gateau, P. (1994). Incidence of dementia and Alzheimer's disease in elderly community residents of south-western France. *International Journal of Epidemiology*, *23*(6), 1256-1261.

- Leung, A. W., He, Y., Grady, C. L., & Alain, C. (2013). Age differences in the neuroelectric adaptation to meaningful sounds. *PLoS One*, 8(7), e68892.
- Levelt, W. (1989). *Speaking: From intention to articulation (Vol. 1)*. London: MIT press.
- Lewis, D. (1986). *On the plurality of worlds*. Oxford: Basil Blackwell.
- Lieberman, P. (2009). Human language and our reptilian brain: The subcortical bases of speech, syntax, and thought. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Lima, S. D., Hale, S., & Myerson, J. (1991). How general is general slowing? Evidence from the lexical domain. *Psychology and aging*, 6(3), 416-425.
- Lindenberger, U., Scherer, H., & Baltes, P. B. (2001). The strong connection between sensory and cognitive performance in old age: not due to sensory acuity reductions operating during cognitive assessment. *Psychology and aging*, 16(2), 196-205.
- Lockhart, S. N., Roach, A. E., Luck, S. J., Geng, J., Beckett, L., Carmichael, O., & DeCarli, C. (2014). White matter hyperintensities are associated with visual search behavior independent of generalized slowing in aging. *Neuropsychologia*, 52, 93-101.
- Loeffler, J., Raab, M., & Cañal-Bruland, R. (2016). A lifespan perspective on embodied cognition. *Frontiers in psychology*, 7, 1-6.
- Lorenzo-López, L., Doallo, S., Vizoso, C., Amenedo, E., Holguín, S. R., & Cadaveira, F. (2002). Covert orienting of visuospatial attention in the early stages of aging. *Neuroreport*, 13(11), 1459-1462.

- Lorge, I. (1940). Old age and aging the present status of scientific knowledge: Section meeting, 1939: Psychometry: The evaluation of mental status as a function of the mental test. *American Journal of Orthopsychiatry*, 10, 56–61
- Lund, K., & Burgess, C. (1996). Producing high-dimensional semantic spaces from lexical co-occurrence. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 28, 203-208.
- Lupyan, G., & Bergen, B. (2016). How language programs the mind. *Topics in Cognitive Science*, 8, 408-424.
- Lupyan, G., & Clark, A. (2015). Words and the world predictive coding and the language-perception-cognition interface. *Current Directions in Psychological Science*, 24, 279-284.
- MacDonald, M. C., & Christiansen, M. H. (2002). Reassessing Working Memory: Comment on Just and Carpenter (1992) and Waters and Caplan (1996). *Psychological Review*, 109(1), 35-54.
- MacIver, M.A. (2009). Neuroethology: From Morphological Computation to Planning. En P. Robbins & M. Aydede (Eds.). *The Cambridge Handbook of Situated Cognition* (pp. 480-504). Cambridge University Press.
- MacKay, D. G. (1987). *The organization of perception and action: A theory for language and other cognitive skills*. New York: Springer-Verlag.
- MacKay, D. G., & James, L. E. (2004). Sequencing, speech production, and selective effects of aging on phonological and morphological speech errors. *Psychology and Aging*, 19(1), 93-107.

- MacKay, D. G., & Abrams, L. (1996). Language, memory, and aging: Distributed deficits and the structure of new-versus-old connections. En J. E. Birren & K. W. Schaie (Eds.), *Handbook of the psychology of aging* (4ta edición, pp. 251-265). San Diego: Academic Press.
- McMullen, M. N., Markman, K. D., & Gavanski, I. (1995). Living in neither the best nor worst of all possible worlds: Antecedents and consequences of upward and downward counterfactual thinking. En N. Roese & J. Olson (Eds.) *What might have been: The social psychology of counterfactual thinking* (pp. 133-167), New York: Psychology Press.
- McNamara, P., Durso, R., Brown, A., & Lynch, A. (2003). Counterfactual cognitive deficit in persons with Parkinson's disease. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 74(8), 1065-1070.
- Madden, D. J. (1988). Adult age differences in the effects of sentence context and stimulus degradation during visual word recognition. *Psychology and Aging*, 3(2), 167-172.
- Madden, C. J., & Dijkstra, K. (2009). Contextual constraints in situation model construction: An investigation of age and reading span. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 17(1), 19-34.
- Madden, D. J., & Whiting, W. L. (2004). Age-related changes in visual attention. En P. T. Costa y I. C. Siegler. (Eds.), *Recent advances in psychology and aging* (pp. 41-88). Amsterdam: Elsevier.
- Maguinness, C., Setti, A., Roudaia, E., & Kenny, R. A. (2013). Does that look heavy to you? *Frontiers in Human Neuroscience*. 7, 795.

- Mahon, B. Z. (2015). What is embodied about cognition? *Language, Cognition and Neuroscience*, 30, 420-429.
- Mahon, B. Z., & Caramazza, A. (2008). The orchestration of the sensory-motor systems: Clues from neuropsychology. *Cognitive neuropsychology*, 2(3-4), 480-494.
- Malt, B. C., Sloman, S. A., Gennari, S., Shi, M., & Wang, Y. (1999). Knowing versus naming: Similarity and the linguistic categorization of artifacts. *Journal of Memory and Language*, 40, 230-262.
- Manly, J. J., Schupf, N., Tang, M. X., & Stern, Y. (2005). Cognitive decline and literacy among ethnically diverse elders. *Journal of geriatric psychiatry and neurology*, 18(4), 213-217.
- Maris, E., & Oostenveld, R. (2007). Nonparametric statistical testing of EEG-and MEG-data. *Journal of neuroscience methods*, 164(1), 177-190.
- Markman, A. B., & Stilwell, C. H. (2001). Role-governed categories. *Journal of Experimental & Theoretical Artificial Intelligence*, 13, 329-358.
- Marques, J. F., & Nunes, L. D. (2012). The contributions of language and experience to the representation of abstract and concrete words: Different weights but similar organizations. *Memory & Cognition*, 40, 1266-1275.
- Martin, A. (2016). GRAPES—Grounding representations in action, perception, and emotion systems: How object properties and categories are represented in the human brain. *Psychonomic Bulletin & Review*, 23, 979-990.
- Matsumoto, D. (Ed.). (2009). *The Cambridge Dictionary of Psychology (1st Edition)*. New York: Cambridge University Press.

- Mattay, V. S., Fera, F., Tessitore, A., Hariri, A. R., Berman, K. F., Das, S., ... & Weinberger, D. R. (2006). Neurophysiological correlates of age-related changes in working memory capacity. *Neuroscience letters*, 392(1-2), 32-37.
- Maurer, D., Pathman, T., & Mondloch, C. J. (2006). The shape of boubas: Sound-shape correspondences in toddlers and adults. *Developmental Science*, 9, 316-322.
- McLaughlin, P. M., Szostak, C., Binns, M. A., Craik, F. I. M., Tipper, S. P., & Stuss, D. T. (2010). The effects of age and task demands on visual selective attention. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 64(3), 197-207.
- McNamara, P., Durso, R., Brown, A., & Lynch, A. (2003). Counterfactual cognitive deficit in persons with Parkinson's disease. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 74(8), 1065-1070.
- McNeill, D., 1992, *Hand and Mind: What Gestures Reveal about Thought*, Chicago: University of Chicago Press.
- Mecklinger, A., Schriefers, H., Steinhauer, K., & Friederici, A. D. (1995). Processing relative clauses varying on syntactic and semantic dimensions: An analysis with event-related potentials. *Memory & Cognition*, 23(4), 477-494.
- Menary, R. (2010). *The Extended Mind*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Merleau-Ponty, M. (1945). *Phenomenology of Perception*. London: Routledge.
- Metcalf, J., & Kornell, N. (2003). The dynamics of learning and allocation of study time to a region of proximal learning. *Journal of Experimental Psychology: General*, 132(4), 530-542.

- Meteyard, L., Rodríguez-Cuadrado, S., Bahrami, B., & Vigliocco, G. (2012). Coming of age: A review of embodiment and the neuroscience of semantics. *Cortex*, *48*, 788-804.
- Micco, A., & Masson, M. E. (1992). Age-related differences in the specificity of verbal encoding. *Memory & Cognition*, *20*(3), 244-253.
- Miles, W. R. (1933). Age and human ability. *The Psychological Review*, *40*, 99–123.
- Miller, J. L., Grosjean, F., & Lomanto, C. (1984). Articulation rate and its variability in spontaneous speech: A reanalysis and some implications. *Phonetica*, *41*(4), 215-225.
- Miller, G. A., Galanter, E., & Pribram, K. H. (1960). *Plans and the structure of behavior*. New York, NY, US: Henry Holt and Co.
- Moffat, M., Siakaluk, P. D., Sidhu, D. M., & Pexman, P. M. (2015). Situated conceptualization and semantic processing: Effects of emotional experience and context availability in semantic categorization and naming tasks. *Psychonomic Bulletin & Review*, *22*, 408-419.
- Montague, R. (1974). *Formal philosophy*. New Haven, CT: Yale University Press.
- Montgomery, D. E. (2002). Mental verbs and semantic development. *Journal of Cognition and Development*, *3*(4), 357-384.
- Moody, C. L., & Gennari, S. P. (2010). Effects of implied physical effort in sensory-motor and pre-frontal cortex during language comprehension. *Neuroimage*, *49*(1), 782-793.
- Moseley, R., Carota, F., Hauk, O., Mohr, B., & Pulvermüller, F. (2012). A role for the motor system in binding abstract emotional meaning. *Cerebral Cortex*, *22*, 1634-1647.

- Murphy, G. L. (1996). On metaphoric representation. *Cognition*, 60, 173-204.
- Murphy, G. L. (1997). Reasons to doubt the present evidence for metaphoric representation. *Cognition*, 62, 99-108.
- Nagel, I. E., Preuschhof, C., Li, S. C., Nyberg, L., Bäckman, L., Lindenberger, U., & Heekeren, H. R. (2009). Performance level modulates adult age differences in brain activation during spatial working memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(52), 22552-22557.
- Nagel, I. E., Preuschhof, C., Li, S. C., Nyberg, L., Bäckman, L., Lindenberger, U., & Heekeren, H. R. (2011). Load modulation of BOLD response and connectivity predicts working memory performance in younger and older adults. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 23(8), 2030-2045.
- Niogi, S. N., & McCandliss, B. D. (2006). Left lateralized white matter microstructure accounts for individual differences in reading ability and disability. *Neuropsychologia*, 44(11), 2178-2188.
- Nedelko, V., Hassa, T., Hamzei, F., Weiller, C., Binkofski, F., Schoenfeld, M. A. y Dettmers, C. (2010). Age-independent activation in areas of the mirror neuron system during action observation and action imagery. A fMRI study. *Restorative neurology and neuroscience*, 28(6), 737-747.
- Neumann, R., & Strack, F. (2000). Approach and avoidance: The influence of proprioceptive and exteroceptive cues on encoding of affective information. *Journal of Personality and Social Psychology*, 79, 39-48.

- Núñez, R. E., & Sweetser, E. (2006). With the future behind them: Convergent evidence from Aymara language and gesture in the crosslinguistic comparison of spatial construals of time. *Cognitive science*, 30(3), 401-450.
- Oliviero, A., Profice, P., Tonali, P. A., Pilato, F., Saturno, E., Dileone, M. & Di Lazzaro, V. (2006). Effects of aging on motor cortex excitability. *Neuroscience research*, 55(1), 74-77.
- O'Regan, J. K. & A. Noë. (2001). A sensorimotor account of vision and visual consciousness. *Behavioral and Brain Sciences*, 25(4), 883-975.
- Ortony, A. (1979). *Metaphor and Thought*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Osterhout, L., & Holcomb, P. J. (1992). Event-related brain potentials elicited by syntactic anomaly. *Journal of memory and language*, 31(6), 785-806.
- Osterhout, L., & Nicol, J. (1999). On the distinctiveness, independence, and time course of the brain responses to syntactic and semantic anomalies. *Language and cognitive processes*, 14(3), 283-317.
- Paivio, A. (1986). *Mental representations: A dual coding approach*. New York, NY: Oxford University Press.
- Paivio, A. (2013). Dual coding theory, word abstractness, and emotion: A critical review of Kousta et al. (2011). *Journal of Experimental Psychology: General*, 142, 282-287, 2011.
- Palau-Baduell, M., Valls-Santasusana, A., & Salvadó-Salvadó, B. (2011). Trastornos del espectro autista y ritmo mu. Una nueva perspectiva neurofisiológica. *Revista de Neurología*, 52(Supl 1), S141-S146.

- Palazova, M., Sommer, W., & Schacht, A. (2013). Interplay of emotional valence and concreteness in word processing: An event-related potential study with verbs. *Brain and Language, 125*, 264-271.
- Papagno, C., Fogliata, A., Catricala, E., & Miniussi, C. (2009). The lexical processing of abstract and concrete nouns. *Brain Research, 1263*, 78-86.
- Papp, K. V., Kaplan, R. F., Springate, B., Moscufo, N., Wakefield, D. B., Guttman, C. R., & Wolfson, L. (2014). Processing speed in normal aging: Effects of white matter hyperintensities and hippocampal volume loss. *Aging, Neuropsychology, and Cognition, 21*(2), 197-213.
- Park, D. C., & Festini, S. B. (2017). Theories of memory and aging: A look at the past and a glimpse of the future. *The Journals of Gerontology: Series B, 72*(1), 82-90.
- Park, D. C., Lautenschlager, G., Hedden, T., Davidson, N. S., Smith, A. D., & Smith, P. K. (2002). Models of visuospatial and verbal memory across the adult life span. *Psychology and Aging, 17*, 299-320.
- Park, D. C., Puglisi, T., & Sovacool, M. (1983). Memory for pictures, words, and spatial location in older adults: Evidence for pictorial superiority. *Journal of Gerontology, 38*, 582-588.
- Park, D. C., & Reuter-Lorenz, P. (2009). The adaptive brain: aging and neurocognitive scaffolding. *Annual review of psychology, 60*, 173-196.
- Patterson, K., Nestor, P. J., & Rogers, T. T. (2007). Where do you know what you know? The representation of semantic knowledge in the human brain. *Nature Reviews Neuroscience, 8*(12), 976-987.

Pecher, D., Boot, I., & van Dantzig, S. (2011). Abstract concepts: Sensory motor grounding, metaphors, and beyond. En B. Ross (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 54, pp. 217-248). Burlington, VT: Academic Press.

Perani, D., Cappa, S. F., Schnur, T., Tettamanti, M., Collina, S., Rosa, M. M., & Fazio, F. (1999). The neural correlates of verb and noun processing. A PET study. *Brain: A Journal of Neurology*, *122*, 2337-2344.

Perniss, P., & Vigliocco, G. (2014). The bridge of iconicity: From a world of experience to the experience of language. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B: Biological Sciences*, *369*, 20130300.

Persson, J., Pudas, S., Lind, J., Kauppi, K., Nilsson, L. G., & Nyberg, L. (2011). Longitudinal structure–function correlates in elderly reveal MTL dysfunction with cognitive decline. *Cerebral Cortex*, *22*(10), 2297-2304.

Personnier, P., Kubicki, A., Laroche, D., & Papaxanthis, C. (2010). Temporal features of imagined locomotion in normal aging. *Neuroscience Letters*, *476*(3), 146-149.

Personnier, P., Paizis, C., Ballay, Y., & Papaxanthis, C. (2008). Mentally represented motor actions in normal aging: II. The influence of the gravito-inertial context on the duration of overt and covert arm movements. *Behavioural brain research*, *186*(2), 273-283.

Peters, J., & Daum, I. (2008). Differential effects of normal aging on recollection of concrete and abstract words. *Neuropsychology*, *22*(2), 255.

Petersen, S. E., Van Mier, H., Fiez, J. A., & Raichle, M. E. (1998). The effects of practice on the functional anatomy of task performance. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *95*(3), 853-860.

- Phaf, R. H., Mohr, S. E., Rotteveel, M., & Wicherts, J. M. (2014). Approach, avoidance, and affect: A meta-analysis of approach-avoidance tendencies in manual reaction time tasks. *Frontiers in Psychology, 5*, 378.
- Piaget J. (1936). *Origins of Intelligence in the Child*. London: Routledge & Kegan Paul
- Pichora-Fuller, M. K., & Singh, G. (2006). Effects of age on auditory and cognitive processing: implications for hearing aid fitting and audiologic rehabilitation. *Trends in amplification, 10*(1), 29-59.
- Pickering, M. J., & Garrod, S. (2013). Forward models and their implications for production, comprehension, and dialogue. *Behavioral and Brain Sciences, 36*, 377-392.
- Pires, L., Leitão, J., Simões, M., & Guerrini, C. (2014). Event-Related Brain Potentials in the Study of Inhibition: Cognitive Control, Source Localization and Age-Related Modulations. *Neuropsychology Review, 24*(4), 461-490.
- Plude, D. J., & Doussard-Roosevelt, J. A. (1989). Aging, selective attention, and feature integration. *Psychology and Aging, 4*, 98–105.
- Plude, D. J., & Hoyer, W. J. (1985). Attention and performance: Identifying and localizing age deficits. En N. Charness (Ed.), *Aging and human performance* (pp. 47-99). New York: Wiley.
- Polk, T. A., Stallcup, M., Aguirre, G. K., Alsop, D. C., D'Esposito, M., Detre, J. A., & Farah, M. J. (2002). Neural specialization for letter recognition. *Journal of Cognitive Neuroscience, 14*(2), 145-159.

- Postle, B. R. (2015). The cognitive neuroscience of visual short-term memory. *Current opinion in behavioral sciences*, 1, 40-46.
- Pudas, S., Persson, J., Josefsson, M., de Luna, X., Nilsson, L. G., & Nyberg, L. (2013). Brain characteristics of individuals resisting age-related cognitive decline over two decades. *Journal of Neuroscience*, 33(20), 8668-8677.
- Pulvermüller, F. (1999). Words in the brain's language. *Behavioral and brain sciences*, 22(02), 253-279.
- Pulvermüller, F. (2008). Grounding language in the brain. En De Vega, M., Graesser, A., & Glenberg, A.M. (Eds.), *Symbols, Embodiment, and Meaning* (pp. 85-116). Oxford: Oxford University Press.
- Pulvermüller, F. (2013). How neurons make meaning: brain mechanisms for embodied and abstract-symbolic semantics. *Trends in cognitive sciences*, 17(9), 458-470.
- Pulvermüller, F. (2013). Semantic embodiment, disembodiment or misembodiment? In search of meaning in modules and neuron circuits. *Brain and language*, 127(1), 86-103.
- Pulvermüller, F., Hauk, O., Nikulin, V. V., & Ilmoniemi, R. J. (2005). Functional links between motor and language systems. *European Journal of Neuroscience*, 21(3), 793-797.
- Rabbitt, P. (1964). Ignoring irrelevant information. *British Journal of Psychology*, 55, 403-414.

- Rabbitt, P. (1965). An age-decrement in the ability to ignore irrelevant information. *Journal of Gerontology*, 20, 233-238.
- Radvansky, G. A., Zacks, R. T., & Hasher, L. (2005). Age and inhibition: The retrieval of situation models. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 60(5), P276-P278.
- Radvansky, G. A., Zwaan, R. A., Curiel, J. M., & Copeland, D. E. (2001). Situation models and aging. *Psychology and aging*, 16(1), 145-160.
- Rayner, K., Kambe, G., & Duffy, S. A. (2000). The effect of clause wrap-up on eye movements during reading. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology: Section A*, 53(4), 1061-1080.
- Rajmohan, V., & Mohandas, E. (2007). Mirror neuron system. *Indian journal of psychiatry*, 49(1), 66.
- Raz, N. (2000). Aging of the brain and its impact on cognitive performance: Integration of structural and functional findings. In Craik, F. & Salthouse, T. (Eds.), *The handbook of aging and cognition* (pp. 1-90). Mahwah, NJ, US: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Raz, N., & Rodrigue, K. M. (2006). Differential aging of the brain: patterns, cognitive correlates and modifiers. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 30(6), 730-748.
- Raz, N., Ghisletta, P., Rodrigue, K. M., Kennedy, K. M., & Lindenberger, U. (2010). Trajectories of brain aging in middle-aged and older adults: regional and individual differences. *Neuroimage*, 51(2), 501-511.

- Regel, S., Meyer, L., & Gunter, T. C. (2014). Distinguishing neurocognitive processes reflected by P600 effects: Evidence from ERPs and neural oscillations. *PLoS one*, 9(5), e96840.
- Reilly, J., Peelle, J. E., Garcia, A., & Crutch, S. J. (2016). Linking somatic and symbolic representation in semantic memory: The dynamic multilevel reactivation framework. *Psychonomic Bulletin & Review*, 23, 1002-1014.
- Reimers, S., & Maylor, E. A. (2005). Task switching across the life span: Effects of age on general and specific switch costs. *Developmental Psychology*, 41, 661–671.
- Reuter-Lorenz, P. A., & Cappell, K. A. (2008). Neurocognitive aging and the compensation hypothesis. *Current directions in psychological science*, 17(3), 177-182.
- Reuter-Lorenz, P. A., & Lustig, C. (2005). Brain aging: reorganizing discoveries about the aging mind. *Current opinion in neurobiology*, 15(2), 245-251.
- Reuter-Lorenz, P. A., & Lustig, C. (2017). Working memory and executive functions in the aging brain. En R. Cabeza, L. Nyberg & D. Park (Eds.). *Cognitive Neuroscience of Aging: Linking Cognitive and Cerebral Aging* (pp. 235-258). New York: Oxford University Press.
- Reuter-Lorenz, P. A., & Park, D. C. (2014). How does it STAC up? Revisiting the scaffolding theory of aging and cognition. *Neuropsychology review*, 24(3), 355-370.
- Reuter-Lorenz, P. A., Stanczak, L., & Miller, A. C. (1999). Neural recruitment and cognitive aging: Two hemispheres are better than one, especially as you age. *Psychological Science*, 10(6), 494-500.

- Richards, M., & Sacker, A. (2003). Lifetime antecedents of cognitive reserve. *Journal of clinical and experimental neuropsychology*, 25(5), 614-624.
- Rivière, J., & David, E. (2013). Perceptual–motor constraints on decision making: The case of the manual search behavior for hidden objects in toddlers. *Journal of experimental child psychology*, 115(1), 42-52.
- Rizzolatti, G., & Craighero, L. (2004). The mirror-neuron system. *Annual Review of Neuroscience*, 27, 169-192.
- Robbins, P., & M. Aydede (Eds). (2010). *The Cambridge Handbook of Situated Cognition*. New York: Cambridge University Press.
- Roese, N. J., Sanna, L.J., & Galinsky A. D. (2005). The mechanics of imagination: Automaticity and control in counterfactual thinking. En Hassin, R. R, Uleman, J. S, & Bargh, J. A, (Eds.). *The new unconscious* (pp. 138-170). New York: Oxford University Press, Inc.
- Rodríguez-Ferreiro, J., Gennari, S. P., Davies, R., & Cuetos, F. (2011). Neural correlates of abstract verb processing. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 23, 106-118.
- Roese, N. J., Sanna, L. J. & Galinsky, A. D. 2005. The mechanics of imagination: Automaticity and control in counterfactual thinking. En J. A. Bargh, J. Uleman, & R. Hassin. (Eds.), *The New Unconscious* (pp. 138-170). New York, NY: Oxford University Press.
- Rogers, T. T., Lambon Ralph, M. A., Garrard, P., Bozeat, S., McClelland, J. L., Hodges, J. R., & Patterson, K. (2004). Structure and deterioration of semantic memory: a neuropsychological and computational investigation. *Psychological review*, 111(1), 205-235.

- Roldán-Tapia, L., García, J., Cánovas, R., & León, I. (2012). Cognitive reserve, age, and their relation to attentional and executive functions. *Applied Neuropsychology: Adult*, *19*(1), 2-8.
- Rosano, C., Aizenstein, H. J., Newman, A. B., Venkatraman, V., Harris, T., Ding, J., ... & Yaffe, K. (2012). Neuroimaging differences between older adults with maintained versus declining cognition over a 10-year period. *Neuroimage*, *62*(1), 307-313.
- Roversi, C., Borghi, A. M., & Tummolini, L. (2013). A marriage is an artefact and not a walk that we take together: An experimental study on the categorization of artefacts. *Review of Philosophy and Psychology*, *4*, 527-542.
- Roxbury, T., McMahon, K., Coulthard, A., & Copland, D. A. (2016). An fMRI study of concreteness effects during spoken word recognition in aging. Preservation or Attenuation? *Frontiers in Aging Neuroscience*. *7*, 240.
- Ruch, F. L. (1934). The differentiative effects of age upon human learning. *The Journal of General Psychology*, *11*, 261–286.
- Sabbagh, M. A., & Baldwin, D. A. (2001). Learning words from knowledgeable versus ignorant speakers: Links between preschoolers' theory of mind and semantic development. *Child Development*, *72*, 1054-1070.
- Saimpont, A., Malouin, F., Tousignant, B., & Jackson, P. L. (2013). Motor imagery and aging. *Journal of motor behavior*, *45*(1), 21-28.
- Sakreida, K., Scorolli, C., Menz, M. M., Heim, S., Borghi, A. M., & Binkofski, F. (2013). Are abstract action words embodied? An fMRI investigation at the interface between language and motor cognition. *Frontiers in Human Neuroscience*, *7*, 125.

- Salas-Herrera, J. L. (2015). Lenguaje y envejecimiento desde una perspectiva corpórea. *Paideia Revista de Educación*, 56, 43-64.
- Sale, M. V., & Semmler, J. G. (2005). Age-related differences in corticospinal control during functional isometric contractions in left and right hands. *Journal of Applied Physiology*, 99(4), 1483-1493.
- Salthouse, T. A. (1982). *Adult cognition: An experimental psychology of human aging*. New York, NY: Springer-Verlag.
- Salthouse, T. A. (2000). Aging and measures of processing speed. *Biological psychology*, 54(1), 35-54.
- Salthouse, T. A. (2017). Neural Correlates of Age-Related Slowing. En R. Cabeza, L. Nyberg & D. Park (Eds.). *Cognitive Neuroscience of Aging: Linking Cognitive and Cerebral Aging* (pp. 259-272). New York: Oxford University Press.
- Salthouse, T. A., Rogan, J. D., & Prill, K. A. (1984). Division of attention: Age differences on a visually presented memory task. *Memory & Cognition*, 12, 613-620.
- Salthouse, T. A., & Somberg, B. L. (1982). Skilled performance: Effects of adult age and experience on elementary processes. *Journal of Experimental Psychology: General*, 111, 176-207.
- Sartre, J. P. (1943). *Being and Nothingness*. New York: Philosophical Library.
- Sato, M., Schafer, A. J., & Bergen, B. K. (2015). Metaphor priming in sentence production: Concrete pictures affect abstract language production. *Acta Psychologica*, 156, 136-142.

- Scarmeas, N., Albert, S. M., Manly, J. J., & Stern, Y. (2006). Education and rates of cognitive decline in incident Alzheimer's disease. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 77(3), 308-316.
- Scharfman, H., Goodman, J., Macleod, A., Phani, S., Antonelli, C., & Croll, S. (2005). Increased neurogenesis and the ectopic granule cells after intrahippocampal BDNF infusion in adult rats. *Experimental neurology*, 192(2), 348-356.
- Schaie, K. W. (2004). Cognitive Aging. En Pew R. W & Van Hemel S. B (Eds.) *Technology for Adaptive Aging*. Washington (DC): National Academies Press (US).
- Schaie, K. W. (2005). *Developmental influences on adult intelligence: The Seattle longitudinal study*. Oxford University Press.
- Scherder, E., Scherder, R., Verburgh, L., Königs, M., Blom, M., Kramer, A. F., & Eggermont, L. (2014). Executive functions of sedentary elderly may benefit from walking: a systematic review and meta-analysis. *The American Journal of Geriatric Psychiatry*, 22(8), 782-791.
- Schlaggar, B. L., & McCandliss, B. D. (2007). Development of Neural Systems for Reading. *Annual Review of Neuroscience*, 30, 475-503.
- Schneider, W., Eschman, A., & Zuccolotto, A., (2002a). E-prime reference guide. Pittsburgh, USA: Psychology Software Tools Inc.
- Schneider, W., Eschman, A., Zuccolotto, A., (2002b). E-prime User's Guide. Pittsburgh, USA: Psychology Software Tools Inc.

- Schneider-Garces, N. J., Gordon, B. A., Brumback-Peltz, C. R., Shin, E., Lee, Y., Sutton, B. P., ... & Fabiani, M. (2010). Span, CRUNCH, and beyond: working memory capacity and the aging brain. *Journal of cognitive neuroscience*, 22(4), 655-669.
- Schofield, P. W., Logrosino, G., Andrews, H. F., Albert, S., & Stern, Y. (1997). An association between head circumference and Alzheimer's disease in a population-based study of aging and dementia. *Neurology*, 49(1), 30-37.
- Schonfield, D. (1965). Memory changes with age. *Nature*, 208, 918.
- Schwanenflugel, P. J., Akin, C., & Luh, W. M. (1992). Context availability and the recall of abstract and concrete words. *Memory & Cognition*, 20, 96-104.
- Schwanenflugel, P. J., Harnishfeger, K. K., & Stowe, R. W. (1988). Context availability and lexical decisions for abstract and concrete words. *Journal of Memory and Language*, 27, 499-520.
- Schwarzkopf, S., Weldle, H., Müller, D., & Konieczny, L. (2011). Mental simulation of spatial perspective during sentence comprehension. Paper presentado en la 33ava Conferencia anual de la Sociedad de Ciencia Cognitiva (CogSci 11), Boston. En *Proceedings of the Cognitive Science Society* (Vol. 33, No. 33).
- Scialfa, C. T. (2002). The role of sensory factors in cognitive aging research. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 56(3), 153-163.
- Scorolli, C. (2014). Embodiment and language. En L. Shapiro (Ed.), *The Routledge handbook of embodied cognition* (pp. 127-138). London, United Kingdom: Routledge.

- Scorolli, C., Binkofski, F., Buccino, G., Nicoletti, R., Riggio, L., & Borghi, A. M. (2011). Abstract and concrete sentences, embodiment, and languages. *Frontiers in Psychology, 2*, 227.
- Scorolli, C., Jacquet, P. O., Binkofski, F., Nicoletti, R., Tessari, A., & Borghi, A. M. (2012). Abstract and concrete phrases processing differentially modulates cortico-spinal excitability. *Brain Research, 1488*, 60–71.
- Seidler, R., Alberts, J., & Stelmach, G. (2002). Changes in multijoint performance with age. *Motor Control, 6*(1), 19-31.
- Sears, D.O., Peplau, L.A. & Taylor, S.E. (2005). *Social Psychology*, 12th Edition. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Seidler, R., Alberts, J., & Stelmach, G. (2002). Changes in multijoint performance with age. *Motor Control, 6*(1), 19-31.
- Seidler, R. D., Bernard, J. A., Burutolu, T. B., Fling, B. W., Gordon, M. T., Gwin, J. T. y Lipps, D. B. (2010). Motor control and aging: links to age-related brain structural, functional, and biochemical effects. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 34*(5), 721-733.
- Seibt, B., Neumann, R., Nussinson, R., & Strack, F. (2008). Movement direction or change in distance? Self-and object-related approach–avoidance motions. *Journal of Experimental Social Psychology, 44*, 713-720.
- Sell, A. J., & Kaschak, M. P. (2011). Processing time shifts affects the execution of motor responses. *Brain and Language, 117*, 39-44.
- Shafto, M. A., Burke, D. M., Stamatakis, E. A., Tam, P. P., & Tyler, L. K. (2007). On the tip-of-the-tongue: neural correlates of increased word-finding failures in normal aging. *Journal of cognitive neuroscience, 19*(12), 2060-2070.

- Shafto, M. A., Randall, B., Stamatakis, E. A., Wright, P., & Tyler, L. K. (2012). Age-related neural reorganization during spoken word recognition: the interaction of form and meaning. *Journal of cognitive neuroscience*, 24(6), 1434-1446.
- Shafto, M. A., & Tyler, L. K. (2014). Language in the aging brain: the network dynamics of cognitive decline and preservation. *Science*, 346(6209), 583-587.
- Shatz, M., Wellman, H., & Silber, S. (1983). The acquisition of mental verbs: A systematic investigation of the first reference to mental state. *Cognition*, 14(3), 301-321.
- Shephard, R. J., Berridge, M., & Montelpare, W. (1990). On the generality of the “sit and reach” test: an analysis of flexibility data for an aging population. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 61(4), 326-330.
- Shokr, M. B. (2006). The metaphorical concept ‘life is a journey’ in the Qur’an: a cognitive-semantic analysis. *Linguists List Journal*, 10, 94-132.
- Siedlecki, K. L., Stern, Y., Reuben, A., Sacco, R. L., Elkind, M. S., & Wright, C. B. (2009). Construct validity of cognitive reserve in a multiethnic cohort: The Northern Manhattan Study. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 15(4), 558-569.
- Simmonds, D. J., Pekar, J. J., & Mostofsky, S. H. (2008). Meta-analysis of Go/No-go tasks demonstrating that fMRI activation associated with response inhibition is task-dependent. *Neuropsychologia*, 46(1), 224-232.
- Simmons, W. K., Hamann, S. B., Harenski, C. L., Hu, X. P., & Barsalou, L. W. (2008). fMRI evidence for word association and situated simulation in conceptual processing. *Journal of Physiology-Paris*, 102(1), 106-119.

- Skipper, L. M., & Olson, I. R. (2014). Semantic memory: Distinct neural representations for abstractness and valence. *Brain and Language*, *130*, 1-10.
- Smith, A. D. (1977). Adult age differences in cued recall. *Developmental Psychology*, *13*, 326-331.
- Smith, B. C. (1999). Situatedness/Embeddedness. En R.A. Wilson & F.C. Keil (Eds.), *The MIT Encyclopedia of the Cognitive Sciences* (pp.769-770). Cambridge, MA: MIT Press.
- Smith, L. B. (2005). Action alters shape categories. *Cognitive Science*, *29*(4), 665-679.
- Smith, E. & Kosslyn, S. (2008). *Procesos cognitivos: modelos y bases neurales*. Madrid: Pearson Prentice Hall.
- Snefjella, B., & Kuperman, V. (2015). Concreteness and psychological distance in natural language use. *Psychological Science*, *26*, 1449-1460.
- Sokolov, E. N. (1990). The orienting response, and future directions of its development. *The Pavlovian journal of biological science*, *25*(3), 142-150.
- Soto-Añari, M., Flores-Valdivia, G., & Fernández-Guinea, S. (2013). Nivel de lectura como medida de reserva cognitiva en adultos mayores. *Revista de Neurología*, *56*, 79-85.
- Spanoudis, G., Natsopoulos, D., & Panayiotou, G. (2007). Mental verbs and pragmatic language difficulties. *International journal of language & communication disorders*, *42*(4), 487-504.

- Speer, N. K., Reynolds, J. R., Swallow, K. M., & Zacks, J. M. (2009). Reading stories activates neural representations of visual and motor experiences. *Psychological science*, *20*(8), 989-999.
- Stamatakis, E. A., Shafto, M. A., Williams, G., Tam, P., & Tyler, L. K. (2011). White matter changes and word finding failures with increasing age. *PloS one*, *6*(1), e14496-e14496.
- Stebbins, G. T., Carrillo, M. C., Dorfman, J., Dirksen, C., Desmond, J. E., Turner, D. A., & Gabrieli, J. D. (2002). Aging effects on memory encoding in the frontal lobes. *Psychology and aging*, *17*(1), 44-55.
- Stern, Y. (2009). Cognitive reserve. *Neuropsychologia*, *47*(10), 2015-2028.
- Stern, Y., Tang, M. X., Denaro, J., & Mayeux, R. (1995). Increased risk of mortality in Alzheimer's disease patients with more advanced educational and occupational attainment. *Annals of neurology*, *37*(5), 590-595.
- Stern, Y., Zahra, E., Rakitin, B., Asllani, I., Flynn, J., & Abela, D. (2005). Neural correlates of cognitive reserve differ in healthy young and old adults. *Neurology*, *64*(6), A230-A231.
- Stine-Morrow, E. A. (2007). The Dumbledore hypothesis of cognitive aging. *Current Directions in Psychological Science*, *16*(6), 295-299.
- Stine-Morrow, E. A., Miller, L. M. S. & Hertzog, C. (2006). Aging and self-regulated language processing. *Psychological bulletin*, *132*(4), 582-606.

- Stine, E. A. L., Wingfield, A., & Myers, S. D. (1990). Age differences in processing information from television news: The effects of bisensory augmentation. *Journal of Gerontology, 45*(1), P1-P8.
- Swaab, T. Y., Ledoux, K., Camblin, C. C., & Boudewyn, M. A. (2012). Language-Related ERP Components. En S.J. Luck & E.S. Kappenman (Eds.) *The Oxford Handbook of Event-Related Potential Components* pp. 397-439. Oxford University Press.
- Talmy, L. (1988). Force dynamics in language and cognition. *Cognitive Science, 12*, 49-100.
- Tang, P. F., y Woollacott, M. H. (1996). Balance control in older adults: Training effects on balance control and the integration of balance control into walking. *Advances in Psychology, 114*, 339-367.
- Tettamanti, M., Buccino, G., Saccuman, M. C., Gallese, V., Danna, M., Scifo, P., Fazio, F., Rizzolatti, G., Cappa, S., & Perani, D. (2006). Listening to action-related sentences activates fronto-parietal motor circuits. *Listening, 17*(2), 273-281.
- Thibault, O., & Landfield, P. W. (1996). Increase in single L-type calcium channels in hippocampal neurons during aging. *Science, 272*(5264), 1017-1020
- Thomas, C., Altenmuller, E., Marckmann, G., Kahrs, J., & Dichgans, J. (1997). Language processing in aphasia: Changes in lateralization patterns during recovery reflect cerebral plasticity in adults. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, 102*(2), 86-97.
- Thornton, R., & Light, L. L. (2006). Language comprehension and production in normal aging. En J. Birren y K. Schaie. (Eds.), *Handbook of the psychology of aging* (pp. 262-287). Burlington, MA: Elsevier.

- Tirapu-Ustárrroz, J., Cordero-Andrés, P., Luna-Lario, P., & Hernández-Goñi, P. (2017). Propuesta de un modelo de funciones ejecutivas basado en análisis factoriales. *Revista de neurología*, 64(2), 75-84.
- Tomasello, M., & Akhtar, N. (1995). Two-year-olds use pragmatic cues to differentiate reference to objects and actions. *Cognitive Development*, 10, 201-224.
- Tomasino, B., & Rumiati, R. I. (2013). Introducing the special topic “The when and why of sensorimotor processes in conceptual knowledge and abstract concepts.” *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, 498.
- Topolinski, S., Maschmann, I. T., Pecher, D., & Winkielman, P. (2014). Oral approach-avoidance: Affective consequences of muscular articulation dynamics. *Journal of Personality and Social Psychology*, 106, 885-896.
- Toumpaniari, K., Loyens, S., Mavilidi, M. F., & Paas, F. (2015). Preschool children’s foreign language vocabulary learning by embodying words through physical activity and gesturing. *Educational Psychology Review*, 27(3), 445-456.
- Treisman, A. (1964). Monitoring and storage of irrelevant messages in selective attention. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 3, 449-459.
- Trevisan, P., Sedeño, L., Birba, A., Ibáñez, A., & García, A. M. (2017). A moving story: Whole-body motor training selectively improves the appraisal of action meanings in naturalistic narratives. *Scientific reports*, 7(1), 1-10.
- Tsolaki, A., Kosmidou, V., Hadjileontiadis, L., Kompatsiaris, I. Y., & Tsolaki, M. (2015). Brain source localization of MMN, P300 and N400: aging and gender differences. *Brain research*, 1603, 32-49.

- Tyler, L. K., Shafto, M. A., Randall, B., Wright, P., Marslen-Wilson, W. D., & Stamatakis, E. A. (2010). Preserving Syntactic Processing across the Adult Life Span: The Modulation of the Frontotemporal Language System in the Context of Age-Related Atrophy. *Cerebral Cortex*, 20(2), 352-364.
- Tulving, E., & Thomson, D. M. (1973). Encoding specificity and retrieval processes in episodic memory. *Psychological Review*, 80, 352-373.
- Ulfhake, B., Bergman, E., & Fundin, B. T. (2002). Impairment of peripheral sensory innervation in senescence. *Autonomic Neuroscience*, 96(1), 43-49.
- Urrutia, M. (2011). *Bases cognitivas y neurológicas de la comprensión de textos contrafactuales*. Universidad de La Laguna, Servicio de Publicaciones.
- Urrutia, M. A., & de Vega, M. (2012a). Aproximación a la semántica del contrafactual. *Estudios filológicos*, (49), 157-173.
- Urrutia, M. A., & De Vega, M. (2012b). Lenguaje y acción, una revisión actual de las teorías corpóreas. *RLA Revista de Lingüística Teórica y Aplicada*, 50(1), 39-67.
- Urrutia, M., de Vega, M., & Bastiaansen, M. (2012). Understanding counterfactuals in discourse modulates ERP and oscillatory gamma rhythms in the EEG. *Brain research*, 1455, 40-55.
- Urrutia, M., Gennari, S. P., & de Vega, M. (2012). Counterfactuals in action: an fMRI study of counterfactual sentences describing physical effort. *Neuropsychologia*, 50(14), 3663-3672.
- Vallet, G. T. (2015). Embodied cognition of aging. *Frontiers in psychology*, 6, 463-463.

- Van Dantzig, S., Pecher, D., & Zwaan, R. A. (2008). Approach and avoidance as action effects. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology: Human Experimental Psychology*, *61*, 1298-1306.
- Van Petten, C., & Luka, B. J. (2006). Neural localization of semantic context effects in electromagnetic and hemodynamic studies. *Brain and language*, *97*(3), 279-293.
- Van Petten, C., & Rheinfelder, H. (1995). Conceptual relationships between spoken words and environmental sounds: Event-related brain potential measures. *Neuropsychologia*, *33*(4), 485-508.
- Varela, F., Thompson, E., & Rosch, E. (1991). *The Embodied Mind: Cognitive Science and Human Experience*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Véliz, M., Riffo, B., & Arancibia, B. (2010). Envejecimiento cognitivo y procesamiento del lenguaje: cuestiones relevantes. *RLA. Revista de lingüística teórica y aplicada*, *48*(1), 75-103.
- Véliz, M., Riffo, B., Salas-Herrera, J. L., & Roa-Ureta, R. (2018). Procesamiento de oraciones ecuacionales en español: efectos de la edad, memoria operativa, complejidad sintáctica y una carga de memoria concurrente. *Alpha (Osorno)*, *(46)*, 175-197.
- Verhaeghen, P., & Cerella, J. (2002). Aging, executive control, and attention: A review of meta-analyses. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *26*, 849-857.
- Vigliocco, G., Kousta, S. T., Della Rosa, P. A., Vinson, D. P., Tettamanti, M., Devlin, J. T., & Cappa, S. F. (2014). The neural representation of abstract words: The role of emotion. *Cerebral Cortex*, *24*, 1767-1777.

- Vigliocco, G., Kousta, S., Vinson, D., Andrews, M., & Del Campo, E. (2013). The representation of abstract words: what matters? Reply to Paivio's (2013) comment on Kousta et al. (2011). *Journal of experimental psychology. General*, *142*(1), 288-291.
- Vygotsky, L. (1986). *Thought and language*. Boston, MA: MIT Press.
- Walker, E., & Cooperrider, K. (2016). The continuity of metaphor: Evidence from temporal gestures. *Cognitive Science*, *40*, 481-495.
- Van Ackeren, M. J., Casasanto, D., Bekkering, H., Hagoort, P., & Rueschemeyer, S. A. (2012). Pragmatics in action: indirect requests engage theory of mind areas and the cortical motor network. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *24*(11), 2237-2247.
- Wang, J., Conder, J. A., Blitzer, D. N., & Shinkareva, S. V. (2010). Neural representation of abstract and concrete concepts: A meta-analysis of neuroimaging studies. *Human Brain Mapping*, *31*, 1459-1468.
- Wang, H. L., Lu, Y. Q., & Lu, Z. Y. (2016). Moral-up first, immoral-down last: The time course of moral metaphors on a vertical dimension. *NeuroReport*, *27*, 247-256.
- Ward, N. S., & Frackowiak, R. S. J. (2003). Age- related changes in the neural correlates of motor performance. *Brain*, *126*(4), 873-888.
- Ward, N. S., Swayne, O. B., & Newton, J. M. (2008). Age-dependent changes in the neural correlates of force modulation: an fMRI study. *Neurobiology of aging*, *29*(9), 1434-1446.
- Wauters, L. N., Tellings, A. E., van Bon, W. H., & van Haften, A. W. (2003). Mode of acquisition of word meanings: The viability of a theoretical construct. *Applied Psycholinguistics*, *24*, 385-406.

- Weeks, J. C., & Hasher, L. (2014). The disruptive—and beneficial—effects of distraction on older adults' cognitive performance. *Frontiers in psychology*, 5, 133.
- Welford, A. T., & Birren, J. E. (1965). *Behavior, aging, and the nervous system: Biological determinants of speed of behavior and its changes with age*. Springfield, IL: Charles C. Thomas.
- Wellsby, M., & Pexman, P. M. (2014). The influence of bodily experience on children's language processing. *Topics in cognitive science*, 6(3), 425-441.
- West, R. L. (1996). An application of prefrontal cortex function theory to cognitive aging. *Psychological bulletin*, 120(2), 272-292.
- West, W. C., & Holcomb, P. J. (2000). Imaginal, semantic, and surface-level processing of concrete and abstract words: an electrophysiological investigation. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12(6), 1024-1037.
- Westby, C. (2016). Language, Cognition, and Counterfactual Thinking. *Word of Mouth*, 28(2), 1-6.
- Whiting, E., Chenery, H. J., & Copland, D. A. (2011). Effect of aging on learning new names and descriptions for objects. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 18(5), 594-619.
- Wiemer-Hastings, K., Krug, J., & Xu, X. (2001). Imagery, context availability, contextual constraints and abstractness. *Proceedings of the 23rd Annual Meeting of the Cognitive Science Society* (pp. 1106-1111). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Wiemer-Hastings, K., & Xu, X. (2005). Content differences for abstract and concrete concepts. *Cognitive Science*, 29, 719-736.

- Wierenga, C. E., Benjamin, M., Gopinath, K., Perlstein, W. M., Leonard, C. M., Rothi, L. J. G., ... & Crosson, B. (2008). Age-related changes in word retrieval: role of bilateral frontal and subcortical networks. *Neurobiology of aging*, 29(3), 436-451.
- Wilkinson, A. J., Yang, L., & Dyson, B. J. (2013). Modulating younger and older adults' performance in ignoring pictorial information during a word matching task. *Brain and cognition*, 83(3), 351-359.
- Willems, R. M., & Casasanto, D. (2011). Flexibility in Embodied Language Understanding. *Frontiers in Psychology*, 2, 1-11.
- Willoughby, R. R. (1929). Incidental learning. *Journal of Educational Psychology*, 20, 671-682.
- Wilson, M. (2002). Six views of embodied cognition. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9, 625-636.
- Wilson, R.A. (2004). *Boundaries of the Mind: The Individual in the Fragile Sciences: Cognition*, Cambridge University Press.
- Wilson, R.A., & Clark, A. (2009). How to Situate Cognition: Letting Nature Take its Course. In P. Robbins & M. Aydede (Eds.). *The Cambridge Handbook of Situated Cognition* (pp. 55-77). Cambridge University Press.
- Wilson, R. S., De Leon, C. F. M., Barnes, L. L., Schneider, J. A., Bienias, J. L., Evans, D. A., & Bennett, D. A. (2002). Participation in cognitively stimulating activities and risk of incident Alzheimer disease. *Jama*, 287(6), 742-748.

- Wilson-Mendenhall, C. D., Barrett, L. F., Simmons, W. K., & Barsalou, L. W. (2011). Grounding emotion in situated conceptualization. *Neuropsychologia*, *49*, 1105-1127.
- Wilson-Mendenhall, C. D., Simmons, W. K., Martin, A., & Barsalou, L. W. (2013). Contextual processing of abstract concepts reveals neural representations of nonlinguistic semantic content. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *25*, 920-935.
- Wingfield, A. (1996). Cognitive Factors in Auditory Performance: Context, Speed of Processing, and Constraints of Memory. *Journal of the American Academy of Audiology*, *7*(3), 175-182.
- Winograd, T., & Flores, F. (1986). *Understanding Computers and Cognition*. Norwood, NJ: Ablex Publishing Group.
- Winner, E., Rosenstiel, A. K., & Gardner, H. (1976). The development of metaphoric understanding. *Developmental Psychology*, *12*, 289-297.
- Wlotko, E. W., & Federmeier, K. D. (2012). Age-related changes in the impact of contextual strength on multiple aspects of sentence comprehension. *Psychophysiology*, *49*(6), 770-785.
- Wlotko, E. W., Lee, C. L., & Federmeier, K. D. (2010). Language of the aging brain: Event-related potential studies of comprehension in older adults. *Language and Linguistics Compass*, *4*(8), 623-638.
- Wolpert, D. M., Doya, K., & Kawato, M. (2003). A unifying computational framework for motor control and social interaction. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B, Biological Sciences*, *358*, 593-602.

- Yamaguchi, S., Tsuchiya, H., & Kobayashi, S. (1995). Electrophysiologic correlates of age effects on visuospatial attention shift. *Cognitive Brain Research*, 3(1), 41-49.
- Yao, B., Vasiljevic, M., Weick, M., Sereno, M. E., O'Donnell, P. J., & Sereno, S. C. (2013). Semantic size of abstract concepts: It gets emotional when you can't see it. *PLoS ONE*, 8, e75000.
- Yarkoni, T., Speer, N. K., & Zacks, J. M. (2008). Neural substrates of narrative comprehension and memory. *Neuroimage*, 41(4), 1408-1425.
- Yorio, A. A. (2010). El sistema de neuronas espejo: evidencias fisiológicas e hipótesis funcionales. *Revista argentina de neurocirugía*, 24, S33-S37.
- Young, R. J. (1979). The effect of regular exercise on cognitive functioning and personality. *British Journal of Sports Medicine*, 13(3), 110-117.
- Zanto, T. P., & Gazzaley, A. (2017). Selective attention and inhibitory control in the aging brain. En R. Cabeza, L. Nyberg & D. Park (Eds.). *Cognitive Neuroscience of Aging: Linking Cognitive and Cerebral Aging* (pp. 207-234). New York: Oxford University Press.
- Zanolie, K., Dantzig, S., Boot, I., Wijnen, J., Schubert, T. W., Giessner, S. R., & Pecher, D. (2012). Mighty metaphors: Behavioral and ERP evidence that power shifts attention on a vertical dimension. *Brain and Cognition*, 78, 50-58.
- Zhang, X., Han, Z., & Bi, Y. (2013). Are abstract and concrete concepts organized differently? Evidence from the blocked translation paradigm. *Applied Psycholinguistics*, 34, 1059-1092.

Zhao, X., He, X., & Zhang, W. (2016). A heavy heart: The association between weight and emotional words. *Frontiers in Psychology*, 7, 920.

Zwaan, R. A. (2004). The immersed experiencer: Toward an embodied theory of language comprehension. En B. H. Ross. (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (vol. 44, pp. 35-62). New York: Academic Press.

Zwaan, R. A. (2014). Embodiment and language comprehension: Reframing the discussion. *Trends in Cognitive Sciences*, 18, 229-234.

Zwaan, R. A. (2016). Situation models, mental simulations, and abstract concepts in discourse comprehension. *Psychonomic Bulletin & Review*, 23, 1028-1034.

Zwaan, R. A., & Radvansky, G. A. (1998). Situation models in language comprehension and memory. *Psychological bulletin*, 123(2), 162-185.

