



Universidad de Oviedo

**Contribución de la Neurociencia Cognitiva en el análisis
del lenguaje y su aplicación al aprendizaje/enseñanza
de lenguas extranjeras**

Máster en Español como Lengua Extranjera (XII edición)

Trabajo de Fin de Máster

Alumna: Andrea Martín Sánchez

Tutor: Guillermo José Lorenzo González

Julio de 2021

Contribución de la Neurociencia Cognitiva en el análisis del lenguaje
y su aplicación al aprendizaje/enseñanza de lenguas extranjeras

Máster en Español como Lengua Extranjera (XII edición)
Trabajo de Fin de Máster

Alumna: Andrea Martín Sánchez
Tutor: Guillermo José Lorenzo González

Universidad de Oviedo
Julio de 2021

Índice

<i>Lista de abreviaturas</i>	3
<i>Introducción</i>	4
1. Neuroanatomía, memoria y aprendizaje	6
1.1. El cerebro	6
1.1.1. Sistema del lóbulo temporal medial (LTM).....	8
1.1.2. Ganglios basales (GB).....	9
1.2. El cerebelo	9
1.3. Memoria y aprendizaje en la neurociencia	10
1.3.1. Memoria	12
1.3.2. Aprendizaje	17
2. Modelo declarativo/procedimental de Ullman	19
2.1. Memoria declarativa (MD)	23
2.2. Memoria procedimental (MP)	24
2.3. Interacción entre la MD y la MP	25
2.4. Repercusión del modelo D/P en el aprendizaje de LE	27
3. Fundamentos del lenguaje según Jackendoff	31
3.1. Las unidades lingüísticas en la memoria	33
3.1.1. La morfología productiva y semiproductiva	34
3.2. La capacidad compositiva del lenguaje	36
3.3. La hipótesis de la Sintaxis más Simple (SmS)	42
3.4. Repercusión de estas ideas en el aprendizaje de LE	46
4. Neurociencia aplicada a la educación	50
Conclusiones	56
Bibliografía	60
Anexo	65

Lista de abreviaturas

AB	Área de Brodmann
EI	Expresiones idiomáticas
GB	Ganglios basales
ÍL	Ítem(s) léxico(s)
LE	Lengua(s) extranjera(s)
LF	Lóbulo frontal
LM	Lengua materna (también referida como L1)
LT	Lóbulo temporal
LTM	Lóbulo temporal medial
MCER	Marco Común Europeo de Referencia para las Lenguas
MCP	Memoria a corto plazo
MD	Memoria declarativa
ME	Memoria episódica
MI	Memoria implícita
MLP	Memoria a largo plazo
Modelo D/P	Modelo declarativo/procedimental
MP	Memoria procedimental
MS	Memoria sensorial
MSe	Memoria semántica
MT	Memoria de trabajo
SmS	(Hipótesis de la) Sintaxis más Simple
SN	Sistema nervioso
SNC	Sistema nervioso central
SNP	Sistema nervioso periférico

Introducción

A lo largo de este trabajo hemos pretendido analizar aquellos aspectos de la Neurociencia Cognitiva que deberían estar al alcance de los profesores de lenguas extranjeras (LE) para entender qué es lo que sucede con sus alumnos durante su aprendizaje. No queremos decir que los docentes de LE deban estudiar el sistema nervioso en profundidad como un apartado más de su formación académica, sino que, durante esta, se deberían seleccionar los aspectos fundamentales que les permita hacerse una idea de las expectativas y consecuencias a nivel neurológico del aprendizaje de una LE. Por este motivo, para llegar al objetivo pedagógico que hemos marcado para la Neurociencia Cognitiva en este trabajo, antes explicaremos toda una serie de datos biológicos y lingüísticos acerca del lenguaje y otras facultades cognitivas relacionadas con nuestro propósito, y además analizaremos el escenario teórico en el que ubicamos nuestras ideas para esta investigación.

La primera parte de este trabajo se centra en el análisis de las estructuras neurológicas implicadas en el proceso lingüístico, ya sea la adquisición de la lengua materna o el aprendizaje de lenguas extranjeras. Las estructuras anatómicas del sistema nervioso que vamos a describir con más detenimiento son el cerebro y el cerebelo. Del primero destacaremos el papel que cumplen en relación con el lenguaje sistema propio del lóbulo temporal de la región media (LTM) y los ganglios bases. Del segundo pondremos en valor su implicación en ciertos aspectos de la facultad del lenguaje, una relación que hasta ahora no se había analizado en profundidad y que en los últimos años ha adquirido más relevancia.

A continuación, haremos un repaso de la definición y características de dos funciones cognitivas superiores de los humanos que también están relacionadas con el lenguaje: la memoria y el aprendizaje. Se hará una descripción de la entidad a la que denominamos *mente* y qué entendemos por *procesos mentales*, momento que aprovecharemos para introducir los conceptos de Neurociencia Cognitiva y Neurobiología del lenguaje, en tanto que son las disciplinas que se encargan de estudiar en profundidad los aspectos que tenemos en cuenta para este trabajo. Les sigue una explicación sobre la memoria y sus subclasificaciones dentro de sus dos divisiones canónicas: memoria a corto y largo plazo. Adjuntaremos datos relativos a su localización cerebral y funciones específicas de cada tipo. Después analizaremos la capacidad de aprendizaje: sus fases y aspectos cognitivos. Cerramos este apartado haciendo una

aclaración de tipo terminológica en cuanto a la denominación *lengua extranjera* que empleamos a lo largo del trabajo.

El segundo apartado se centra en el análisis del modelo declarativo/procedimental de Michael Ullman (modelo D/P) y de los sistemas de memoria a largo plazo en los que basa su investigación: la memoria declarativa y la procedimental. Se analiza en profundidad el procesamiento inherente a estos tipos de memoria, la interacción que se da entre ellos y su relación con el lenguaje, con especial énfasis en lo concerniente al aprendizaje de segundas lenguas. El tercer apartado vincula el modelo D/P de Ullman con las ideas acerca del lenguaje de Ray Jackendoff. En concreto, y en relación con la memoria, hablaremos sobre los aspectos del lenguaje que necesariamente deben ser memorizados y los que pueden ser creados en línea, *in situ*. Esta cuestión nos llevará a analizar las piezas léxicas de las que se compone el lenguaje y los procesos de composición a partir de estas unidades. Asimismo, incluiremos un esbozo de la hipótesis de la Sintaxis más Simple (*Simpler Syntax*), formulada por Peter Culicover y Ray Jackendoff, la cual nos ofrece una visión poco tradicional acerca de las relaciones entre la gramática y el léxico, entre la sintaxis y la semántica, ya que apuestan por el borrado de barreras entre estas parcelas del lenguaje.

Seguidamente, volveremos a dirigir nuestra atención al aprendizaje de lenguas extranjeras, para lo cual uniremos los postulados del modelo D/P, las ideas de Jackendoff sobre el lenguaje y su capacidad compositiva y la hipótesis de la Sintaxis más Simple en una visión conjunta sobre este tema. Concluiremos este trabajo con un cuarto apartado en el que se volcarán nuestras ideas sobre la comunión que se debe dar entre los resultados de las investigaciones en Neurociencia cognitiva y la educación, más específicamente en la enseñanza de LE.

1. Neuroanatomía, memoria y aprendizaje

El conocimiento sobre el procesamiento del lenguaje en el cerebro en los últimos años ha cambiado nuestra manera de entender los procesos relativos a la adquisición de la lengua materna y el aprendizaje de segundas lenguas. Fundamentalmente, casi todas las investigaciones parten del análisis en profundidad de una función cognitiva superior que poseen todos los humanos¹: la memoria. Ante todo, debemos entender a qué hace referencia este concepto, por lo que la definición de Portellano es bastante clarificadora: «es una función neurocognitiva que permite registrar, codificar, consolidar, retener, almacenar, recuperar y evocar la información previamente almacenada» (2011: 227).

Para llegar a tener una idea clara y completa sobre esta facultad, debemos partir de un buen conocimiento de las estructuras neuroanatómicas relacionadas con ella. Dado que para este trabajo no es necesario un conocimiento exhaustivo del sistema nervioso al completo, solo nos referiremos a los componentes que se relacionan con la información volcada en los siguientes apartados para tener un buen respaldo teórico, aunque se pondrá en contexto al respecto de la macroestructura en la que se insertan. En este sentido, se hará una descripción simplificada de las estructuras anatómicas involucradas en el proceso de adquisición de la lengua materna (LM o L1), en el aprendizaje de lenguas extranjeras (LE) y en la propia facultad del lenguaje y la comunicación.

1.1. El cerebro

Como ya he mencionado, no es nuestro objetivo hacer un estudio pormenorizado de todas las partes del sistema nervioso (SN) involucradas en el lenguaje, sino uno específico de aquellas que se relacionen con el modelo declarativo/procedimental de Michael Ullman –en adelante, modelo D/P– que se verá en el segundo apartado de este trabajo. Por ello, comenzaré por la primera distinción del SN con la que iremos cerrando nuestro campo: el sistema nervioso central (SNC) y el sistema nervioso periférico (SNP) (Redolar Ripoll, 2013; Portellano, 2011). Concretamente, en el SNC se localizan las estructuras que nos interesan, así que iremos haciendo un repaso de tipo deductivo hasta llegar a ellas. El SNC lo componen el encéfalo y la médula espinal, pero es el primero

¹ Nos referimos a personas sanas que no presentan ningún tipo de patología neurodegenerativa que afecte a su memoria o que sufran otro tipo de enfermedad que merme su capacidad de retención de la información, sea congénita o sobrevenida.

sobre el que recae nuestra atención. Se vuelve a dividir en diversas secciones, como son el cerebro, el cerebelo y el tronco cerebral (Portellano, 2011).

El cerebro es el órgano más importante de nuestro sistema nervioso, ya que sus partes constituyentes están directamente relacionadas con múltiples funciones humanas, entre las cuales está el lenguaje. Sus estructuras más voluminosas son dos hemisferios cerebrales conectados entre sí mediante unas formaciones denominadas comisuras y presenta una capa externa conformada por los cuerpos de las neuronas denominado córtex o corteza cerebral. Al respecto de sus estructuras reguladoras del lenguaje, podemos hablar de componentes corticales –relativos al córtex cerebral– y extracorticales (Portellano, 2011).

Entre los primeros está la propia corteza cerebral, que es el punto de partida del lenguaje como actividad simbólica. En ella podemos distinguir dos áreas: la expresiva –situada en el polo anterior del cerebro– y receptiva –en el polo posterior– (Figura 1 en «Anexo»). La primera se localiza en el lóbulo frontal (LF) y se encarga de la motivación lingüística, la articulación verbal y la escritura. Se divide en otras tres zonas: área prefrontal –responsable de los procesos motivacionales del lenguaje y de sus estrategias comunicativas asociadas–, área de Broca –ubicación clásica de uno de los centros del lenguaje, forma parte de la corteza premotora², es responsable y coordina las respuestas motoras asociadas a la expresión oral y escrita– y la corteza motora primaria –ubicada delante de la cisura central y encargada de iniciar los movimientos de pronunciación y escritura– (Portellano, 2011).

El área receptiva se sitúa en la zona posterior de la corteza e incluye los lóbulos parietales, temporales (LT) y occipitales. Los LT son cruciales en lo relativo a la memoria y la regulación del lenguaje comprensivo. El lóbulo temporal está especializado en los procesos de análisis y síntesis de los sonidos del habla y de él destacamos el Área de Wernicke. La función de esta área es la de dotar de significado al lenguaje mediante la codificación fonológica y semántica de la información auditiva de ítems léxicos (Portellano, 2011). Cada uno de los cuatro lóbulos a los que nos hemos referido tiene

² Hasta hace relativamente pocos años se asociaban las áreas 44 y 45 del mapa de Brodmann con el área de Broca, pero las últimas investigaciones revelan que también se conecta con el área 47 de Brodmann. Sugieren que «el AB47 participa en un “sistema frontal de producción del lenguaje” (o sistema de Broca extendido. [...] Es congruente con un papel menor en la semántica del lenguaje» (Ardila, Bernal y Rosselli, 2017: 73). En su artículo, Ullman maneja esta nueva incorporación, aunque no hace referencia a que el AB 47 forme parte del Área de Broca: «the area encompassing BA 45 and 47 should underlie the encoding of new linguistic information being learned in declarative memory, as well as the recall of that knowledge» (Ullman, 2020: 135).

otras estructuras menores denominadas circunvoluciones y surcos o cisuras, y serían los que conformarían propiamente la corteza cerebral (Figura 2 en «Anexo»).

1.1.1. Sistema del lóbulo temporal medial (LTM)

En el lóbulo temporal se encuentra el sistema de estructuras que componen el lóbulo temporal medial (LTM) y que están relacionadas con la memoria a largo plazo. Está integrado por «the hippocampus and the adjacent entorhinal, perirhinal, and parahippocampal cortices (which together form the parahippocampal gyrus)» (Stark y Stark, 2016: 842). Aunque cada uno de sus componentes posee cierta especificidad, el LTM está implicado en la memoria declarativa (Ullman, 2016; Ullman, 2020; Ullman *et al.*, 2020). El hipocampo es la parte más significativa para nuestro trabajo, ya que

may be critical for the acquisition of language and the ability to use it creatively and flexibly in novel ways. Certainly, the medial temporal lobe is necessary for the acquisition of new vocabulary words, including the meaning, lexical status, and pronunciation of the words (Gabrieli *et al.*, 1988). In addition, the medial temporal lobe memory system may be critical for relational binding (Shimamura, 2010) and representational flexibility (Bunsey, 2002). Duff and Brown-Schmidt (2012) have made a strong argument for the necessity of the medial temporal lobe memory system in online language processing. (Stark y Stark, 2016: 849)

Se comunica de manera bidireccional con la corteza cerebral y recibe información de otras estructuras circundantes, de manera que es capaz de integrar todos esos elementos recibidos en una sola experiencia (Portellano, 2011), algo que también respalda, específicamente, su importancia en el dominio lingüístico. Múltiples estudios sobre el hipocampo, tanto en humanos como animales, sugieren que es gracias a su capacidad para vincular rápidamente unos y otros ítems de múltiples dominios la razón de que podamos asimilar información relativa al

“what” (e.g., facts, meanings), “where”(e.g., landmarks), and “when” (when an event occurred). [...] Additionally, the hippocampus may underlie other functions not strictly related to long-term memory, including short-term memory and aspects of imagination and prediction. (Ullman, 2016: 954-955)

Si partimos del hecho de que, en parte, el lenguaje es arbitrario y está basado en patrones asociativos, y le sumamos el hecho de que las personas se nutren de toda la información que les rodea y ello fomenta la actividad neuronal que deriva en el aprendizaje de todo tipo de conocimiento, entonces entendemos que como el

language is flexible and creative, [allow] for a nearly unlimited combination of words in novel constructions and contexts. Combined, these data support the theory that the medial temporal lobe memory system contains unique properties, making it a key contributor to language learning and production. (Stark y Stark, 2016: 849)

1.1.2. Ganglios basales (GB)

Estas estructuras ya formarían parte de los componentes extracorticales relacionados con el aprendizaje y la producción del lenguaje. Entre otras estructuras, incluye el cuerpo estriado, que, a su vez, está conformado por el núcleo caudado, el putamen y el globo pálido (Redolar Ripoll, 2013). Los GB reciben los estímulos que le envía el córtex a través del cuerpo estriado y emite respuestas hacia otras regiones corticales (Ullman *et al.*, 2020). Su valor funcional reside en su organización de «direct and indirect pathways that together (dis)inhibit frontal and other cortical activity, thereby underlying the selection of motor and other cortically based representations» (Ullman *et al.*, 2020: 392).

En cuanto a la pregunta de cómo se produce el aprendizaje en los GB, Ullman ofrece una respuesta que contrapone su funcionamiento al del LTM:

In categorization tasks such as the weather prediction task, in which human participants select a (probabilistically) predictable output stimulus (e.g., rain) based on an input stimulus (particular cards), rapid (dis)confirmation (feedback) of the predicted association leads to BG-based learning; by contrast, slow feedback, or none at all, leads to learning in the MTL (Foerde & Shohamy 2011a, Poldrack et al. 2001). Knowledge learned in the BG appears to be implicit (not available to conscious awareness). (Ullman *et al.*, 2020: 392)

En lo referente a nuestro trabajo, los GB son los encargados de almacenar y procesar la información aprendida mediante la memoria procedimental (Ullman, 2020). Como podemos ver, junto con el LTM, son las estructuras anatómicas que nos van a acompañar a lo largo de esta primera parte del trabajo, dado que cobran especial relevancia dentro de nuestro estudio teórico, así que es bastante importante que conozcamos algunas nociones básicas sobre ellos, su localización (véase Figura 3 en «Anexo») y sus funciones.

1.2. El cerebelo

Constituye otro de los componentes extracorticales relacionados con la memoria y el lenguaje. Se localiza en la parte posterior del encéfalo, bajo los lóbulos occipitales y sobre el tronco cerebral, con el que está conectado. Las funciones del cerebelo se relacionan con «la coordinación, el ajustamiento y la suavidad de los movimientos y con el mantenimiento del equilibrio, gracias a la información que recibe [entre otros] de la corteza cerebral» (Redolar Ripoll, 2013: 83). Puede parecer bastante distante la conexión

de las funciones del cerebelo con el lenguaje, pero estudios recientes³ revelan que también se relaciona con la cognición, lo cual engloba a la memoria y el lenguaje⁴. Asimismo, está vinculado con el aprendizaje dependiente de los GB, hasta el punto de que «[its] integrated network perspective implies that, in many instances, the two structures are likely to cooperate in generating normal behaviours» (Bostan y Strick, 2018: 7) y cada uno de ellos se activa durante tareas propias del otro.

1.3. Memoria y aprendizaje en la neurociencia

Las funciones superiores del sistema nervioso comprenden los mecanismos más complejos de la mente, como son la memoria, la percepción, la atención, el aprendizaje o el lenguaje. Estos dos últimos son los que revisten mayor importancia en nuestro trabajo debido a que ambos procesos mentales son aquello que nos permite conformarnos como *personas*:

nos ayudan a adquirir conocimientos, conductas y aptitudes, [...] son la base del crecimiento emocional, la adquisición de valores y actitudes e incluso de la formación de nuestra personalidad. (Muñoz Marrón y Periañez Morales, 2013: 15)

Para entender nuestros pensamientos primero debemos entender nuestra mente y los mecanismos neurofisiológicos y cognitivos que la rigen. Nuestra capacidad para pensar se relaciona con nuestra conciencia y memoria, así como con nuestras posibilidades de aprendizaje, de manera que profundizar en estos elementos puede abrir una puerta que nos acerque a la comprensión de nuestra mente y de la actividad mental. Esta relación tan estrecha entre elementos físicos y mentales nos hace pensar, una vez ya hemos analizado los componentes anatómicos implicados en este tema, en la pregunta que plantea Searle: «¿cómo es posible que disparos neuronales físicos, objetivos, cuantitativamente describibles, causen experiencias cualitativas, privadas y subjetivas?» (Searle, en González Álvarez, 2013: 4).

La cuestión de cómo el cerebro –al que sumamos los otros componentes del SN mencionados– crea la mente es un debate que se extiende a, prácticamente, todos los ámbitos académicos y que aún hoy sigue generando otras tantas preguntas y teorías explicativas al respecto. No obstante, también resulta problemático llegar a un acuerdo

³ Especial relevancia tiene en este tema el capítulo 7 de *Neurobiology of language*, donde se hace un análisis bastante completo sobre la anatomía y funciones del cerebelo (Ackermann y Brendel, 2016).

⁴ Asimismo, en lo relativo a su vinculación con la cognición y la memoria, remito a Marvel y Desmond (2010).

en lo referente a qué entendemos cuando hablamos sobre mente o a qué nos referimos.

Jackendoff apunta lo siguiente:

The mind is traditionally understood as the seat of consciousness and volition; the “mind–body problem” concerns the relations of consciousness and volition to the physical world. Since at least Freud, we have also become accustomed to speak of the “unconscious mind”. Common parlance, following Freud, takes the unconscious mind to be just like the conscious mind except that we aren't aware of it. Hence it is taken to be full of thoughts, images, and so forth that are at least in principle available to conscious introspection. This notion of the unconscious is then often taken to be as far as one can go in describing phenomena as “mental.” From there on down, it's all “body”—brain, to be more specific. [...] It leaves room only for neurons firing and thereby activating or inhibiting other neurons through synaptic connections. This is precisely the move Searle wants to make. (Jackendoff, 2002: 21)

La Neurociencia Cognitiva es la disciplina que, partir de la segunda mitad del siglo XX, se ha encargado del estudio del sistema nervioso desde un enfoque multidisciplinar que analiza la interrelación entre la actividad neuronal, las facultades y capacidades cognitivas y el aprendizaje de los seres humanos, así como las implicaciones y aplicaciones que todo ello tiene en diferentes parcelas de nuestra vida, como puede ser la enseñanza de idiomas, en nuestro caso. Bajo sus términos,

the term “mind” (and more recently “mind/brain”) has come to denote this in-between domain of description. It might be characterized as the functional organization and functional activity of the brain, some small part of which emerges in consciousness and most of which does not. (Jackendoff, 2002: 21)

En el caso del lenguaje, la profundización en su estudio respaldado por las bases biológicas que sustentan su funcionamiento y procesamiento hace posible hablar de *Neurobiología del lenguaje*. Esta subdisciplina de la Neurociencia se define como

the biological implementation and linking relations for representations and processes necessary and sufficient for production and understanding of speech and language in context. [...] [It requires] substantial knowledge of psychology and linguistics, sharing in its primary assumptions, methods, and questions. (Hickok y Small, 2016: 5)

Desde el punto de vista del lenguaje, también podemos seguir hablando sobre esa mente que crea el cerebro y que nos ayuda a entender nuestro mundo. Jackendoff propone la etiqueta *f-mind*, que podemos traducir como *mente funcional* o *mente-f*, para precisar los límites a los que está sometido el término *mente* sin ninguna explicación adyacente:

Mind/brain determining visual contours or parsing a linguistic expression, we are speaking in functional terms; this functional organization is embodied in a collection of neurons engaging in electrical and chemical interaction. [...] The brain (and therefore the f-mind) has no “executive central processor” that controls all its activities. Rather, it comprises a large number of specialized systems that interact in parallel to build up our understanding of the world and to control our goals and actions in the world. [...] discoveries about brain properties are now believed to have

a more direct bearing on functional properties than was previously thought, a welcome development. [...] The connection is a two-way street: if it can be demonstrated that humans must in effect compute such-and-such a function in order to perform as they do on some task, then it is necessary to figure out how the brain's neural circuitry could compute that function. (Jackendoff, 2002: 22)

Por lo tanto, la mente se entiende como la propia actividad y la organización de toda actividad funcional del cerebro, si bien una parte de ella deriva de la conciencia y otra se mantiene implícita.

1.3.1. Memoria

La importancia de la Neurociencia y la Neurobiología del Lenguaje radica en que ahora se da importancia a la búsqueda del porqué de la existencia de las facultades cognitivas y se va más allá del plano hipotético o teórico. En lo referente a la memoria, nuestra investigación nos ha devuelto la siguiente categorización de los sistemas relacionados con esta facultad:

en cuanto a categorías funcionales (p. ej. *declarativa* frente a *procedimental*), en cuanto a su sede neural (dependiente frente a no dependiente del *hipocampo*), o mediante la adopción de un criterio temporal cuantitativo (inmediata, a corto plazo y a largo plazo). (Adrover Roig *et al.*, 2013: 411)

La diferencia que existe entre unas y otras categorizaciones obedece a la región cerebral que da lugar al proceso mental. Los avances actuales en neuroimagen y otro tipo de técnicas relacionadas son las que nos han ayudado a entender los diferentes tipos de memorias que podemos conocer hasta este momento (Esquema 1 en «Anexo»). El primer parámetro que nos permite realizar una distinción entre dos modalidades de memoria es el tiempo transcurrido desde el primer contacto con la información y su posterior almacenamiento, lo cual nos devuelve la diferencia entre una *memoria a corto plazo* (MCP) y otra *memoria a largo plazo* (MLP). No obstante, a este mismo nivel se situaría la *memoria sensorial* (MS), automática e instantánea, que hace un registro inicial de los estímulos percibidos a través de los cinco sentidos. En cuanto a cómo trabaja esta memoria:

Se cree que existen dos procesos en la MS: el primero consiste en realizar la “fotografía instantánea” del estímulo; el segundo mantiene la huella sensorial durante un período inferior a un segundo. Esto permitiría el reconocimiento del estímulo o la posible participación de la memoria a largo plazo. La memoria sensorial se desvanece rápidamente si no participan otros sistemas, en cuyo caso la información es transferida a otros sistemas de memoria para su procesamiento. (Portellano, 2011: 233)

1.3.1.1. Memoria a corto plazo (MCP)

La MCP recogería la información procesada por la MS. En múltiples estudios se denomina a esta memoria como *memoria de trabajo*, si bien, a la luz de todos los datos que hemos recabado, a esta última la identificamos como una modalidad de la MCP. Hay dos propiedades que la caracterizan: su persistencia limitada a un periodo de acción no mayor de 30 segundos y una capacidad también reducida del número de ítems que es capaz de retener simultáneamente que obliga al sistema a seleccionar o desechar parte de la información cuando recibe demasiada. (Lavilla Cerdán, 2011). Es la responsable de que seamos capaces de recordar y repetir una frase u oración corta, una serie de hasta ocho dígitos o de algunos elementos de una secuencia que acabamos de ver. Desde un punto de vista anatómico, depende de

la circunvolución angular y supramarginal del lóbulo parietal [y existe] una disociación hemisférica, ya que el lóbulo parietal izquierdo es responsable de la MCP de contenido verbal (recuerdo de dígitos o palabras), mientras que el derecho es responsable del recuerdo inmediato de imágenes. (Portellano, 2011: 234)

El subtipo de MCP del que hablaremos ahora es la *memoria de trabajo* (MT) o memoria operativa, que es descrita como un

mecanismo de almacenamiento temporal que permite retener a la vez algunos datos de información en la mente, compararlos, contrastarlos, o en su lugar, relacionarlos entre sí. Se responsabiliza del almacenamiento a corto plazo, a la vez que manipula la información necesaria para los procesos cognitivos de alta complejidad. [...] Presenta la característica de utilizarse en conexión con mecanismos especializados de almacenamiento provisional, que solo se activan cuando es necesario retener un tipo de información específica. (Etchepareborda y Abad-Mas, 2005: 80)

Su papel decisivo durante el procesamiento cognitivo se debe a que interviene en las tareas de razonamiento, comprensión y resolución de problemas gracias a la actuación de los tres módulos que la conforman y que trabajan de manera coordinada e independiente: lazo o bucle articulatorio –operaciones de repaso o en la transformación de la información visual en información verbal–, agenda visuoespacial– codificar la información visual, realizar una situación espacial o recuperar imágenes del archivo de memoria a largo plazo– y ejecutivo central –planificación, organización, toma de decisiones y ejecución de tareas necesarias para realizar una operación cognitiva– (Portellano, 2011: 234). Ray Jackendoff también la describe de la siguiente manera: «working memory is a set of indices or pointers or transient bindings to long-term memory» (2002: 205).

Por una parte, en lo referente a la MCP, estamos de acuerdo en que

short-term memory is essentially a limitation of the online capacity of an information processing system. Thus, short-term memory can be viewed as a cup into which sensory information flows. The capacity of the cup is fixed and is prone to overflowing. The precise capacity of the cup varies across individuals (Unsworth & Engle, 2007), although as Miller (1956) memorably pointed out, it tends to hover around a “magical number” of 7 plus or minus 2 (but see also Cowan, 2001). When incoming information exceeds the capacity of the cup, the spillover may still be recorded in a secondary container, that is, long-term memory. (Buchsbaum, 2016: 864)

Pero por otra, sentimos la necesidad de aclarar que la MT no puede ser reducida a un mero contenedor de información que nuestro cerebro usa como almacén de información, sino que hay que entenderla como un «workbench where processing goes on, where structures are constructed» (Jackendoff, 2002: 207). Al tomar partido por esta postura, la división modular de la MT funciona como una buena guía para conocer este tipo de memoria, pero si tenemos en cuenta la visión holística de la actividad del SN, especialmente en lo referente al lenguaje, no resulta muy coherente la existencia de un centro ejecutivo central sobre el que recaiga la responsabilidad de ejecutar todos sus procesos relativos.

1.3.1.2. Memoria a largo plazo (MLP)

Es el segundo gran subgrupo de la memoria y se define como «la capacidad para retener la información durante periodos más prolongados de tiempo o de manera permanente» (Portellano, 2011: 235), así como codificación, almacenamiento y evocación posterior. Teóricamente es ilimitada, dado que toda la vida podemos incluir en ella información aprendida, como sucede cuando aprendemos a montar en bicicleta, a conducir o, en lo que a nuestro trabajo respecta, aprender una nueva lengua. (Portellano, 2011). Puede decirse que la información de la MLP se encuentra en estado latente, ya que podemos activar píldoras de conocimiento cuando el contexto lo requiera y sin que, una vez incluyamos más contenido en nuestro sistema, otro se pierda, por lo que podríamos decir que su capacidad también es ilimitada. El proceso mediante el que la información «retenida a corto plazo produce cambios neurales que originan la MLP [...], se denomina *consolidación de la memoria*» (Ruetti, Justel y Bentosela, 2009). Todos los procesos relativos a la MLP se localizan en el lóbulo temporal, concretamente a la región medial del mismo, donde se encuentra el hipocampo, responsable, junto con la corteza cerebral, de este sistema de memoria.

Las siguientes divisiones de la MLP se distinguen por ser declarativas o no declarativas, o lo que es lo mismo: explícitas e implícitas. La memoria declarativa (MD)

es uno de los puntos centrales de nuestro trabajo en el siguiente apartado, por lo que aquí solo vamos a presentarla para acercar al lector una idea general sobre la misma.

La MD es aquello a lo que en el registro común entendemos como *memoria*, esa facultad que nos hace decir que una persona tiene “mucha memoria” porque es capaz de recordar con facilidad todo tipo de información, desde que *libro* se dice *kitap* en turco o que los cachopos y las casadiellas son típicos de Asturias, así como que el sábado pasado fui a cenar a mi restaurante favorito. Estos datos nos sirven para establecer otra subdivisión de la MD, ya que los dos primeros se refieren a hechos generales y compartidos por una comunidad propios de la memoria semántica (MSe), mientras que el último abarca eventos y experiencias personales dependientes de la memoria episódica (ME) (Muñoz Marrón y Periañez Morales, 2013).

A continuación, nos encontramos con la memoria implícita (MI) o no declarativa, que podemos definir como la facultad

[subyacente] a los cambios implicados en el desarrollo de habilidades y en la capacidad de responder adecuadamente a los estímulos durante la práctica y el entrenamiento. Incluye el aprendizaje acerca de cómo se hacen las cosas que se realizan habitualmente, de manera que su desarrollo es automático y difícil de verbalizar. Este tipo de memoria se adquiere gradualmente, se va perfeccionando con la práctica, es fiel y duradera. (Ruetti, Justel y Bentosela, 2009: 69)

Esa incapacidad que demostramos al no poder expresar ni medir de alguna forma el aprendizaje que se produce en la MI es la que le da el nombre de no declarativa y que también revela su carácter no proposicional, ya que no podemos considerar que su información sea verdadera o falsa, como sí ocurre con la de la MD. Este sistema de memoria no se activa de manera consciente, sino que

permite la adaptación al medio ambiente mediante automatismos, ya que continuamente estamos registrando información aunque no seamos conscientes de ello, que luego utilizamos también sin darnos cuenta. (Portellano, 2011: 237)

Una buena muestra del funcionamiento de la MI es el proceso de adquisición de la lengua materna que sucede durante los primeros años de vida, gracias al que asimilamos toda esa serie de patrones abstractos que conforman la fonología, la gramática, el léxico, los aspectos culturales, la comunicación no verbal...

A pesar de que la MI sea inefable, sí que «puede mostrarse conductualmente a través de pautas de acción, [...] se aprende y perfecciona a través del modelado⁵ y la

⁵ «El *modelado* es un proceso de aprendizaje *por observación* en el que la conducta de un individuo o un grupo de individuos actúa como un estímulo para generar conductas semejantes en otros individuos que observen la actuación del modelo (o demostrador)» (Adrover Roig *et al.*, 2013: 414).

práctica» (Adrover Roig *et al.*, 2013: 414). No obstante, el sistema asociado a esta memoria no es tan simple ni unitario, sino que se clasifica en otros subsistemas, que son los siguientes: memoria procedimental (MP), *priming*, condicionamiento y la habituación y sensibilización. La MP es el otro pilar de la teoría neurocognitiva que desarrollaremos en el siguiente apartado, por lo que, de nuevo, aquí solo la presentaremos brevemente.

La MP

hace referencia a la adquisición de destrezas, repertorios conductuales o procedimientos con un alto componente motor. [...] Es la memoria de cómo se hacen las cosas [...] [y se adquiere] a través de la ejecución repetida acompañada de una adecuada retroalimentación, por lo que su aprendizaje suele ser lento y gradual. (Adrover Roig *et al.*, 2013: 421)

El centro neurálgico de esta memoria se encuentra en los ganglios basales, de cuyos componentes el núcleo estriado es el director de las acciones. Asimismo, la corteza frontal y parietal, así como el cerebelo están también implicados.

Por su parte, el *priming*, también denominado memoria incidental, es una modalidad de memoria relacionada con la canalización y «procesamiento de un material al cual el individuo se ha expuesto anteriormente» (Adrover Roig *et al.*, 2013: 417). En términos generales, podríamos decir que es más bien un *efecto* de la memoria implícita que actúa como facilitador a la hora de detectar o identificar los estímulos entrantes y de relacionarlos con las categorías a las que pertenecen. Nos interesa un tipo concreto de *priming* en lo relacionado con el lenguaje, que es el *priming* semántico. El ejemplo de Portellano resulta esclarecedor en cuanto a cómo funciona este subtipo:

Un ejemplo de *priming* semántico consiste en presentar al sujeto una lista de palabras, sin pedirle que las memorice. Posteriormente se le muestran las raíces de varias palabras pidiéndole que las completen. Tanto los sujetos sanos como los amnésicos completarán las palabras en función de los estímulos previamente presentados. Así, si leyeron la palabra “carpeta”, cuando posteriormente se les presente la sílaba “car” tienen más posibilidades de completarla con la misma palabra que habían leído anteriormente. (Portellano, 2011: 238)

Por último, hablaremos sobre el condicionamiento, la habituación y la sensibilización. El primero se relaciona con un aprendizaje de tipo asociativo, mientras que los segundos con uno no asociativo. El condicionamiento

requiere una asociación entre dos estímulos o la respuesta emitida ante un estímulo y las consecuencias de dicha respuesta. El primer caso es el denominado *condicionamiento clásico*, y el segundo es conocido como *condicionamiento instrumental* u *operante*. (Adrover Roig *et al.*, 2013: 419).

Este fenómeno de la MI también se relaciona con la memoria emocional y la respuesta de la amígdala ante ciertos estímulos (Adrover Roig *et al.*, 2013). La

habitación y la sensibilización son mecanismos fisiológicos que «permiten mejorar nuestras condiciones adaptativas» (Portellano, 2011: 238) y, de esta manera, «organizar y dirigir la conducta de un modo eficaz» (Adrover Roig *et al.*, 2013: 416).

1.3.2. Aprendizaje

Ahora que ya hemos hecho un repaso de los tipos de memoria, debemos entender que si esta facultad es la que nos permite retener información, la capacidad de aprendizaje es la que hace posible que podamos adquirirla. Se puede definir como «la modificación relativamente estable y permanente de nuestra conducta o cognición como resultado de la experiencia» (Muñoz Marrón y Periañez Morales, 2013: 16). No es un hecho lineal que se produce de manera automática o espontánea, sino que constituye un proceso dividido en fases a partir de que «la información se va analizando, procesando y almacenando antes de que se produzca una consolidación permanente de la misma» (Muñoz Marrón y Periañez Morales, 2013: 16). Estas etapas serían las siguientes: 1) codificación – procesamiento y posterior almacenamiento de la información. Transforma los estímulos sensoriales en diversos códigos–, 2) almacenamiento o consolidación –se crea y mantiene un registro temporal o permanente de la información, altamente organizado, que corre el riesgo de perderse por diferentes motivos– y 3) recuperación –acceso y evocación de la información a través del reconocimiento o el recuerdo– (Muñoz Marrón y Periañez Morales, 2013: 17).

Algunos de los aspectos cognitivos más relevantes de la memoria que afectan directamente al aprendizaje son el efecto de posición serial y el olvido (Muñoz Marrón y Periañez Morales, 2013). Desde el punto de vista de este trabajo, estos dos fenómenos están íntimamente relacionados con el aprendizaje de lenguas en la medida en que cada uno de ellos está implicado en los problemas a los que se enfrentan los aprendices de un idioma. El enfoque neurocognitivo ha permitido entender de una mejor manera cómo afrontar estos aspectos y qué repercusiones tendrían las soluciones, en nuestro caso, en la enseñanza/aprendizaje de una LE. No obstante, nos detendremos en este asunto a lo largo del cuarto apartado de este trabajo; por este motivo, ahora solo nos limitaremos a definir los fenómenos ya mencionados.

Por un lado, el efecto de posición serial hace referencia al

hecho de que recordamos con mayor facilidad los primeros [efecto de primacía] y los últimos elementos [efecto de recencia] de un contenido determinado que aquellos que aparecen en posiciones intermedias. (Muñoz Marrón y Periañez Morales, 2013: 18)

Dado que el efecto de primacía es más potente que el de recencia, la repercusión del mismo sobre la enseñanza debería conllevar algún tipo de organización que clasifique la información. En consecuencia, el aprendizaje sería mucho más efectivo si los elementos aparecen estructurados que si la memoria se impregna de ellos cuando se presentan de forma aleatoria y/o caótica. Como veremos en el apartado siguiente, la MP se ve favorecida en contextos de inmersión lingüística, en lo que la instrucción es más bien implícita; esto nos puede hacer reflexionar acerca de dónde están los límites de la inmersión como método fiable de enseñanza y experiencia deseable para el aprendizaje.

Por otro lado, el olvido es la amenaza latente en todo proceso de aprendizaje. En cualquier punto de este proceso es posible que la información o alguna habilidad aprendida se pierda, ya sea debido «a errores en la codificación del material que debemos aprender, en su consolidación o en la recuperación de un material ya aprendido» (Muñoz Marrón y Periañez Morales, 2013: 18). Podría decirse que el olvido es el punto ciego del aprendizaje, sobre todo teniendo en cuenta lo que sabemos sobre la MLP, pero me parece interesante la concepción que tienen Muñoz Marrón y Periañez Morales sobre este fenómeno, puesto que para ellos «el olvido no debe ser entendido únicamente como un fallo en el proceso, sino que también cumple una función adaptativa» (2013: 18). Aunque para ellos el factor adaptativo deriva de que no es necesario recordar absolutamente todo lo que aprendemos a lo largo de nuestra vida –yo apunto que también es imposible–, se puede considerar desde el punto de vista de la educación como un indicador.

Las lenguas pueden ser analizadas desde el punto de vista de quien las aprende o de los que las enseñan. Los segundos son quienes más pueden aprovechar el olvido en la medida en que les indicaría que algo falla en su metodología docente. Sin embargo, atendiendo a los factores neurocognitivos e identificando correctamente su origen, el olvido mismo facilitaría la solución al problema que ha causado. Algunos de los elementos relacionados con el olvido que podemos observar en el aprendizaje de idiomas serían los siguientes: fallos en la codificación/consolidación de la información, el decaimiento por falta de acceso a la información (en este caso el tiempo puede jugar a favor o en contra del decaimiento, dependiendo de si apelamos a la MCP o MLP) o interferencias proactivas –«si un aprendizaje hace que sea más difícil la adquisición de otro material que se debe aprender posteriormente»– y retroactivas –«cuando un segundo material aprendido hace que se olvide información adquirida previamente» (Muñoz Marrón y Periañez Morales, 2013: 18-19).

Por último, es necesario hacer una serie de consideraciones acerca de los sujetos ideales en los que pensamos a la hora de hacer esta investigación. Nos referiremos a ellos como hablantes o aprendices de una lengua extranjera en los términos a los que también se refiere Bley-Vroman: «foreign language learning takes place when the language to be learned is not the native language of the society» (1998: 42). A pesar de que el proceso en sí sea el de aprender una segunda lengua, preferimos la denominación *lengua extranjera* –en adelante, LE– por la connotación que tiene *segunda lengua* en lo referente a procesos de aprendizaje o adquisición de la lengua materna (LM o L1). Asimismo, usamos LE para estar en consonancia con la línea temática del máster en español como lengua extranjera (ELE) en la que nos insertamos.

2. Modelo declarativo/procedimental de Ullman

Tras el repaso que hemos hecho sobre las bases neuroanatómicas del lenguaje, así como la clasificación y explicación de la memoria y el aprendizaje, estamos en disposición de abordar una de las corrientes teóricas actuales que ha nacido en el seno de la Neurobiología cognitiva del lenguaje: la que articula Michael Ullman en su Modelo declarativo/procedimental –en adelante, modelo D/P–.

Este modelo postula que tanto la lengua materna como las posibles lenguas segundas/extranjeras que adquiera o aprenda un hablante dependen de dos sistemas de memoria a largo plazo: la memoria declarativa y la memoria procedimental –en adelante, MD y MP, respectivamente–. La amplia investigación que se ha hecho sobre estos sistemas ha permitido alcanzar un alto grado de conocimiento sobre su estructura a nivel anatómico, fisiológico, molecular y computacional, de manera que existen evidencias que van más allá del plano teórico que respaldan este modelo neurocognitivo en el campo del estudio del lenguaje. Entre otras, algunas de las pruebas que se han realizado para comprobar toda la información conocida sobre la MD y MP se basan en estudios psicolingüísticos, el análisis de trastornos del desarrollo del lenguaje, casos neurológicos, estudios hemodinámicos y observaciones neurofisiológicas (Ullman, 2001b).

Michael Ullman parte del hecho de que todos los seres vivos reutilizan todas sus partes constitutivas, ya sea por motivos evolutivos o por el desarrollo de nuevas habilidades. En este sentido, con la facultad del lenguaje sucedería algo similar, ya que

[it] depends at least in part, if not largely, on neurobiological substrates that existed prior to this capacity –whether or not those substrates have become further

specialized for language, either through evolution or acquisition and development.
(Ullman, 2020: 128)

Denomina *cooptación*⁶ a esta capacidad de “reciclaje” de mecanismos y estructuras –propia de los animales y por ende, de los humanos– en lo referente a las funciones análogas que comparten o se reparten estos dos sistemas de aprendizaje y memoria. El lenguaje, en su mayor parte, debe ser aprendido, independientemente de si los componentes orgánicos implicados son específicos del lenguaje o no. Por este motivo, Ullman se adentra en la cuestión de cuál es el grado de participación de la MD y MP en el lenguaje y en si, a partir de los principios de la cooptación, estos dos sistemas funcionarían de manera análoga a como lo hacen en dominios no lingüísticos (Ullman, 2020).

Para empezar a desgranar estos dos sistemas de memoria y los procesos de aprendizaje que se asocian a ellos, primero debemos atender a una distinción fundamental que se da dentro del lenguaje y que representan sus dos componentes básicos: *lexicón* frente a *gramática* (Ullman, 2001a). En cuanto a quién es quién en este par distintivo y a qué hace referencia cada integrante, el lexicón mental

contains memorized words – that is, pairings of sound and meaning. It must contain at least those words whose phonological forms and meanings cannot be derived from each other (i.e., the sound-meaning pairings are arbitrary), such as the noncompositional word *cat*. It may also contain other non-compositional forms, smaller or larger than words: bound morphemes [p. ej., la terminación *-ando* en los gerundios de los verbos de la 1.^a conjugación] and idiomatic phrases [p. ej., *estirar la pata*]. (Ullman, 2001a: 105)

En cambio, la gramática,

contains rules, including operations and constraints, which underlie the productive sequential and hierarchical combination of lexical forms and abstract representations into complex structures, including complex abstract representations, words, phrases, and sentences. (Ullman, 2001a: 105)

Por lo tanto, el primero se vincula a la memoria declarativa en tanto que se asume como algo *memorizado*, mientras que la segunda se describe como *computacional* y se asocia a la memoria procedimental porque hay ciertas reglas gramaticales que se pueden construir en tiempo real (a pesar de que también puedan ser memorizadas).

⁶ Independientemente del significado recoja el *DLE* de este término, Ullman lo emplea en el sentido de la biología evolutiva. Se interpreta como la asunción de nuevas funciones por parte de estructuras orgánicas que ya tenían otras. Está construido sobre la base de *adaptation*, que nombra la función adaptativa original de esas mismas estructuras.

El recorrido de los estudios de Ullman partió, en primer lugar, por el análisis del proceso de adquisición y el posterior uso de la L1, y concluyó que la gramática dependía de la MP, mientras que el léxico lo hace de la MD. Entraría después en juego el factor edad y el momento y cantidad de exposición a la lengua, de manera que en los aprendices de una LE esto les llevaría a un cambio de dependencia de la MP a la MD (Ullman, 2001a). Para tener un encuadre global de nuestra teoría, podemos comparar las ideas que sustentan otros modelos neurocognitivos para las LE para dejar claras las diferencias entre estas y el Modelo D/P.

Ullman plantea tres posibles posturas: 1) las teorías basadas en que los mecanismos neurocognitivos de la LE y la L1 son los mismos –«“Single-mechanism” theories posit that the learning and use of the words and rules of language depend upon a single computational system with broad anatomic distribution» (Ullman, 2001a: 107)–; 2) las que postulan que son diferentes –«previously proposed (here termed “traditional”) “dual-mechanism” theories posit distinct cognitive and neural components for the two capacities» (Ullman, 2001a: 107)–; y, por último, 3) las que exponen que los aprendices de una LE primero dependen de unos mecanismos diferentes de los de la L1, pero que progresivamente, fruto de la exposición y experiencia con la LE, los mecanismos que pasan a utilizar se asemejan a los de su lengua materna. El Modelo D/P se inserta dentro de este tercer grupo, aunque con algunas variaciones. Asimismo, recoge puntos de las otras dos posturas:

Although the model shares the perspective of traditional dual-mechanism theories in positing that lexicon and grammar are subserved by distinct (separable) computational systems, with posterior and anterior neural correlates, respectively, it diverges from these theories where they assume components dedicated (domain-specific) to each of the two capacities. Conversely, while the model shares with single mechanism theories the view that the two capacities are subserved by domain-general circuitry, it diverges from them where they link both capacities to a single-mechanism with broad anatomic distribution. (Ullman, 2001a: 107)

Otros dos modelos que pertenecen a esta postura serían los de Paradis (2004, 2009) y Clahsen y Felser (2006): la divergencia del modelo de Ullman con el primero radica en la equivalencia que hace entre explícito/implícito y declarativo/procedimental, idea que el modelo D/P desecha al tener en cuenta todo lo que sabe sobre estos dos sistemas de memoria; en cambio, con el segundo tiene más puntos de encuentro, si bien Clahsen y Felser no son tan optimistas en cuanto a la asimilación de mecanismos de la L1 para procesar la gramática (Ullman, 2020). Sin embargo, lo que marca la diferencia con el

modelo D/P es la afirmación teórica singular que postula Ullman en cuanto a la analogía funcional del dominio-generalidad (*domain-generality*):

According to the declarative/ procedural model, but to neither competing theoretical framework, lexicon and grammar are subserved by distinct systems, each of which underlies a specific set of non-language functions. Only the declarative/ procedural model predicts associations –in learning, representation, and processing– among lexicon, facts, and events, and among grammar, skills, and habits. (Ullman, 2001a: 108)

Por lo tanto, el modelo D/P plantea una serie de predicciones para el aprendizaje de segundas lenguas que se relacionan con la capacidad de cooptación de nuestro organismo, cuyos resultados totalmente actualizados y contrastados desde todos los aspectos posibles recoge Ullman en sus últimos trabajos. Antes de presentar estos dos sistemas de memoria y de profundizar en su relación con el aprendizaje de lenguas, es necesaria hacer una aclaración al respecto de la correlación entre MD-explicita y MP-implícita.

Aunque es cierto que a lo largo de este trabajo nos vamos a referir al conocimiento/aprendizaje explícito de la MD y al conocimiento/aprendizaje implícito de la MD, no podemos caer en el error de asimilar la memoria explícita como declarativa y la implícita como procedimental. Ullman aduce una serie de razones que invitan a rechazar este paralelismo. En primer lugar, señala que la distinción entre explícito e implícito es problemática en la medida en que se refieren a la conciencia, y esta es «difficult not only to define but also to test» (Ullman, 2020: 154). Sin embargo, la distinción entre memoria declarativa y procedimental, asumida por el modelo D/P

is largely based on claims from cognitive neuroscience about brain systems, [...] is relatively clear, and the dichotomy can be tested, as we have seen, with a variety of methodological approaches. (Ullman, 2020: 154)

En segundo lugar, no hay una correspondencia biunívoca entre MD/MP y conocimiento explícito/implícito. Aunque todos los estudios coinciden en que la MD es el único sistema cerebral de la MLP que subyace al conocimiento explícito, hoy sabemos que algunos aspectos del conocimiento implícito también se almacenan en la MD. Como bien dice Ullman: «it was never shown (how would one do so?) that this *brain system* does *not* underlie implicit knowledge (2020: 154). En definitiva, estamos de acuerdo con que

it is also highly unwarranted to simply define a biological entity such as a brain system as having particular behavioral characteristics, in this case that it only underlies explicit knowledge. Rather, this is an empirical question. (Ullman, 2020: 154)

2.1. Memoria declarativa (MD)

Como ya sabemos, el sistema de memoria y aprendizaje de la MD depende del MTL, de cuyas estructuras podemos decir que el hipocampo cumple un papel decisivo. Además del aprendizaje, estas estructuras favorecen la consolidación y estabilización de la memoria una vez se ha producido la adquisición de información. Concretamente, la MD se relaciona con el aprendizaje de “píldoras” de información arbitraria y sus posibles conexiones con el resto de información recibida, lo cual concuerda con lo que ya hemos explicado sobre el hipocampo. (Ullman, 2020). Este conocimiento se adquiere rápidamente y está disponible de manera explícita o por lo menos está disponible en nuestra conciencia. Las otras regiones del LTM propician el aprendizaje de elementos individuales y la identificación posterior de los mismos mediante mecanismos de reconocimiento basados en asociaciones por familiaridad (Ullman, 2020). Concretamente, las áreas de Brodmann 45 y 47 se relacionan con la codificación de nuevos recuerdos y la posibilidad de evocarlos después (Ullman, 2020; Ullman *et al.*, 2020).

Uno de los papeles más importantes que cumple la MD tiene que ver con su implicación en el aprendizaje de conocimiento idiosincrásico (ya sean palabras de contenido simple –también sus formas fonológicas, subcategorizaciones y asociaciones semánticas–, formas fonológicas irregulares –flexivas o derivadas– o modismos, refranes y frases hechas) a través de una amplia variedad de modalidades y dominios cognitivos; esto le permitiría aprender información sobre hechos –relativo a la memoria semántica– y eventos –conocimientos episódicos– (Ullman, 2020).

No obstante, la MD también es compatible con funciones de la memoria a corto plazo (recordemos que el modelo D/P se sustenta en que ambos sistemas son propios de la memoria a largo plazo) y que, dada la flexibilidad y rapidez del aprendizaje en este sistema al que una única presentación del estímulo le basta, una mayor exposición del mismo refuerza la estabilidad de este conocimiento en la memoria. Esto mismo ocurre con el conocimiento no idiosincrásico (p. ej. formas complejas gobernadas por reglas gramaticales –*la+casa*, *el+árbol*, *cantaba*, *pinchado*...–, reglas y restricciones gramaticales –sean explícitas o implícitas–). Asimismo, la MD también es compatible con el aprendizaje de representaciones fonéticas (Ullman, 2020; Ullman, 2016).

En lo que respecta al acceso de la conciencia, la MD es el único sistema de la memoria que puede procesar el conocimiento explícito, por lo que toda información de

este tipo debe ser aprendida en la MD. No obstante, Ullman (2020) apunta que también el conocimiento no consciente o implícito se relaciona con este sistema. He de mencionar que el factor edad altera el aprendizaje de la MD, ya que durante la infancia esta memoria se va construyendo y mejorando hasta que durante la adolescencia y la edad adulta temprana se llega a su punto de plenitud. Tras este punto álgido, la productividad y efectividad de la MD va decayendo con el tiempo. En resumidas cuentas, adolescentes o adultos jóvenes serán más competentes o mejores en su aprendizaje mediante la MD que los niños (Ullman, 2020).

2.2. Memoria procedimental (MP)

La MP se codifica en una red de estructuras cerebrales interconectadas y organizadas en circuitos que atraviesan los GB y algunas regiones neocorticales, especialmente la corteza frontal. De los componentes de los GB, el núcleo caudado y el putamen conforma las bases de las funciones motoras y cognitivas del aprendizaje, mientras que el córtex frontal y otras zonas, como la corteza premotora y el AB 44 (del Área de Broca), se encargan del procesamiento de esas funciones una vez hayan sido automatizadas (Ullman, 2020). En conjunto, la actividad de este sistema subyace al

learning and processing of a range of functions, including habits, perceptual-motor skills, perceptual sequences (often tested in “statistical learning” paradigms), categories, and routes (Ullman, 2020: 132)

Las fases del aprendizaje en la MP son las siguientes:

(1) generating temporally sensitive predictions (e.g., predicting what the next item in a sequence is and when it will occur, or that an item is a member of a particular category); then (2) evaluating these predictions based on rapidly occurring feedback (e.g., whether the next item in a sequence and when it occurred were correctly predicted or not, or an indication if the predicted category was correct); and (3) creating or updating representations after incorrect predictions. (Ullman, 2020: 132-133)

El punto sobre la retroalimentación rápida conecta con lo que ya hemos explicado sobre el efecto de posición serial, en tanto que ello explica por qué los dominios locales o más familiares para los sujetos son asimilados más rápido que aquellos que les resultan más ajenos o lejanos en cuanto a cómo asociarlos con su conocimiento de base. De forma paralela, el aprendizaje también será más rápido si el dominio es más reducido en cuanto al «number of non-predictive items between the elements» (Ullman, 2020: 133).

Esto se aplica también al aprendizaje y procesamiento de funciones lingüísticas, ya sea en lo referente a las categorías gramaticales o fonéticas. Es la memoria subyacente a la posibilidad de realizar combinaciones de elementos lingüísticos (fonológicos,

morfológicos o sintácticos) en tiempo real: supone la adquisición de la competencia que nos hace capaces de predecir lo que viene a continuación durante una emisión. En lo referente al conocimiento léxico, la MP suma el apoyo de la MD:

For example, the implicit learning of word boundaries in a speech stream (“word segmentation,” often examined in statistical learning paradigms) may rely on procedural memory, as may closed-class words and morphemes (e.g., function words such as determiners and auxiliaries, and bound inflectional morphemes such as the past tense suffix –ed), which are not tightly linked to conceptual meanings but depend strongly on grammatical structure. (Ullman, 2020: 136-137)

Otro elemento que guarda relación con esa capacidad de predicción de los límites de las palabras sería la propia articulación. Esta habilidad que depende, sobre todo, de la corteza premotora, organiza la combinación de operaciones motoras –«timing, prediction, selection, and initiation of speech-motor programs» (Ullman, 2020: 137)– que previamente han sido adquiridas de forma implícita y gradual por la MP hasta que, finalmente, fueron automatizadas. Asimismo,

efficient speech perception (the process of mapping the low-level features of the speech signal to meaning), which depends on the real-time prediction of upcoming sounds and other linguistic information, may also be expected to rely on procedural memory (Ullman, 2020: 137)

Como ya avanzamos, el conocimiento y aprendizaje de la MP se caracteriza por ser implícito, si bien se produce a lo largo de un proceso gradual que culmina con la automatización de los conocimientos y habilidades aprendidas. Esto implica que el aprendizaje sea más rápido, fiable y sólido, lo cual favorece que la retención de la información a largo plazo sea mejor en este sistema que en el de la MD. No obstante, también la edad modula el procesamiento de la MP, puesto que, en este caso, la infancia es el momento ideal para el aprendizaje procedimental, dado que a partir de la adolescencia las facultades de la MP comienzan a disminuir y culminan con el empeoramiento absoluto en la edad adulta (Ullman, 2020).

2.3. Interacción entre la MD y la MP

Como ya hemos visto, desde el punto de vista anatómico, el aprendizaje de la MP depende de los GB, mientras que la MD lo hace del LTM. No obstante, los conocimientos adquiridos por los GB también pueden ser aprendidos por el LTM (Ullman *et al.*, 2020). Este hecho es un indicio de la complementariedad de ambos sistemas, pues, en ocasiones, ambos parecen estar cumpliendo la misma función, aunque finalmente cada sistema aprende y procesa el conocimiento mediante diferentes vías (como ya sabemos, hay ciertas piezas de información solo pueden ser aprendidas por una de las memorias, pero

no por la otra y viceversa). No obstante, el apoyo mutuo de las memorias permite que la MD se encargue de funciones no lingüísticas de la MP; p. ej. las representaciones de los sonidos en el habla pueden aprenderse en la MD como elementos episódicos en vez de como categorías de la MP.

A veces, la interacción puede volverse en contra de estos sistemas, ya que representations learned in declarative memory can apparently inhibit (block) analogous representations learned in procedural memory, and vice versa, depending on which is predominant. The two systems can therefore also be thought of as being in competition. (Ullman, 2020: 133)

Esta competición por la dominancia del aprendizaje pone de relieve sus diferencias más significativas. Como hemos visto, la MD es la que nos ayuda a aprender en un principio, gracias a que sus habilidades de procesamiento son muy rápidas; mientras tanto, en la MP se produce una adquisición gradual del conocimiento análogo de la MD hasta que consigue ser el sistema dominante de aprendizaje. Esto quiere decir que el procesamiento del conocimiento se automatiza progresivamente, conforme al patrón de actuación de la MP (Ullman, 2020).

En lo que al contexto educativo respecta, y aún más, a la enseñanza de LE, las diferencias entre ambos sistemas nos plantean dos escenarios diferentes. «Explicit instruction (e.g., of sequences), or conscious attention to input stimuli and an attempt to understand underlying patterns» (Ullman, 2020: 133), sumado a un «slow feedback or none at all» (Ullman, 2020: 134), incrementa la dependencia de la MD para aprender. En cambio, la MP se ve favorecida cuando se tiende hacia el aprendizaje implícito o cuando no existe una instrucción explícita (p. ej. de la morfología o sintaxis de una LE) y, además el contexto de aprendizaje pone a prueba la capacidad de atención y de asimilación de los aprendices. Asimismo, «rapid feedback in tasks involving prediction leads to procedural learning» (Ullman, 2020: 134). En lo referente a la edad de aprendizaje, los niños dependen más de la MP para aprender, mientras que los adultos lo hacen de la MD.

Es conveniente aclarar dos aspectos sobre el modelo D/P que pueden suscitar dudas o prestarse a malentendidos de los que Ullman también es consciente y que recoge en sus investigaciones. En primer lugar, deja claro que no existe un circuito específico para el dominio del lenguaje. Los dos sistemas de memoria objeto de estudio son dominios generales de aprendizaje en tanto que se fundamentan en otras funciones o procesamientos cognitivos. Por lo tanto, la especialización para el lenguaje se da en ambos sistemas (Ullman, 2020).

En segundo lugar, recalca que ambos sistemas adquieren conocimiento de forma independiente (si dejamos de lado las interferencias que ya hemos mencionado). Por lo tanto, cuando hablamos de la procedimentalización de la información gramatical nos referimos a que estos conocimientos son adquiridos por la MP gradualmente. No hay una transformación de la información de la MD en conocimientos de la MP, sino que el nivel de dependencia de esta memoria pasa a ser inversamente proporcional al de la MD (Ullman, 2020).

2.4. Repercusión del modelo D/P en el aprendizaje de LE

Tradicionalmente, en la mayoría de teorías psicolingüísticas relacionadas con el aprendizaje de lenguas no se ha tenido en cuenta la operatividad de la memoria ni sus divisiones para explicar el funcionamiento del lenguaje. No obstante, gracias al modelo de Ullman y su principio de cooptación, entendemos que no hay ninguna razón de peso que nos aleje de pensar que las operaciones computacionales de, en este caso, la MD y la MP funcionen en el lenguaje de forma análoga a como lo hacen en otros dominios no lingüísticos.

La información que hemos analizado hasta ahora sobre el funcionamiento de la MD y la MP nos permite entender la manera en la que estos sistemas se relacionan con el aprendizaje de LE/2. Si comenzamos por los aspectos articulatorios –motores– del habla, dado que no dependen tanto de la MD por no poder ser automatizados como sucede con los hablantes de la L1, resulta ser un contenido difícil de aprender para los aprendices de una LE. Este primer resultado refleja la predicción que hace Ullman sobre el declive de la MP a medida que vamos creciendo: «young adult L2 learners should rely more on knowledge learned in [MD] and less on that learned in [MP], as compared to (L1 or L2) child learners» (Ullman, 2020: 138). La consecuencia directa que todos conocemos, sin que debamos profundizar en aspectos neurocognitivos, es la necesidad de una constante exposición a la lengua meta.

Ya hemos hablado sobre el tiempo como factor decisivo en el aprendizaje. La procedimentalización de la información es un proceso mucho más rápido, sólido y completo en los niños. Los aprendices adultos de una LE, a pesar de todos los años que lleven expuestos al idioma, nunca van a llegar al mismo grado de procedimentalización de la gramática y la fonología de esta segunda lengua, aunque la manera en la que reciban estímulos lingüísticos sí que van a hacer que la LE siga en mayor o menor medida la ruta prevista para estos dominios en la L1.

Uno de los ejemplos representativos⁷ que sustentan las ideas de Ullman se basan en el estudio que se llevó a cabo con hablantes adultos nativos de inglés, a quienes se les enseñó una lengua artificial, el Brocanto2, para realizar una investigación sobre el aprendizaje de segundas lenguas (Morgan-Short *et al.*, 2012). Puede resultar llamativo el hecho de que se utilice una lengua artificial existiendo tantas lenguas naturales, pero Ullman (2020) acierta al identificar como principal problema en este tipo de investigaciones la limitación que supone el tiempo necesario para que los hablantes alcancen un alto nivel de competencia en una lengua natural, como puede ser el español.

El factor temporal afecta al carácter longitudinal que se supone que deberían tener estas investigaciones, ya que resulta imposible mantener o conseguir grupos de control estables. En consecuencia, la mezcla de sujetos en cuanto a su nivel y características personales restan fiabilidad e incluso credibilidad a esta clase de estudios. Por este motivo, el uso de una gramática o lengua artificial es la solución que mejor ha funcionado. La efectividad de las lenguas artificiales se basa en la rapidez y facilidad con la que se puede conseguir un alto nivel de competencia en ellas, ya que, dependiendo de la lengua, puede llevar entre unas horas o, como mucho, unos pocos días. Además, las gramáticas artificiales son consistentes con las reglas de lenguas naturales, si bien no del todo porque carecen de léxico y las secuencias a las que dan lugar no tienen significado. Sin embargo, se pueden hablar y “comprender” debido a esa familiaridad ya mencionada con las lenguas reales. Con todo esto, lo que se consigue es un grupo de control estable con un alto nivel de competencia en una LE que permite un análisis longitudinal de los datos obtenidos (Morgan-Short *et al.*, 2012; Ullman, 2020).

Para llevar a cabo el estudio, el equipo investigador que utilizó el Brocanto2 “tradujo” las palabras y gramática de esta lengua a piezas, movimientos y reglas de un juego de ordenador para observar los posibles errores que cometieron durante el control como si se tratasen de errores morfológicos, sintácticos, léxicos... A la mitad del grupo se les proporcionó una enseñanza explícita de esta lengua artificial –pensemos en que esta clase de instrucción apela a la MD–, mientras que a la otra se les introdujo en una especie de contexto de inmersión en la que recibieron la misma cantidad de instrucción, en este caso implícita –relacionada con la MP–, sobre el Brocanto2. La conclusión a la que llegaron fue que

⁷ Otros de los estudios que se han consultado y que merecen ser mencionados por su contribución a la elaboración del presente trabajo son las investigaciones llevadas a cabo por Mandy Faretta-Stutenberg y Kara Morgan-Short (2018) y Gisela Granena (2016).

at least in certain cases, the attainment of L1 neurocognitive mechanisms in second language acquisition appears to depend not only on the level of proficiency but also on the conditions under which the L2 was learned. (Morgan-Short *et al.*, 2012: 945)

Esto se concreta en que

L1-like processing of syntactic word order was more likely for implicit, uninstructed, immersion-like training than for explicit, instructed, classroom-like training and was more likely at retention testing than at high proficiency/exposure than at low proficiency/exposure. [...] The finding that both training groups showed more native-like syntactic processing at retention testing may have been due in part to continuing consolidation of the grammar in procedural memory. [...] The greater native-like processing resulting from implicit than explicit training is consistent with evidence for greater procedural learning (activation in the anterior caudate/putamen) for grammar in implicit than explicit learning contexts [...], and more generally with immersion leading to more native-like processing and proceduralization than explicit instructed classroom training. (Ullman, 2020:152)

La conjunción entre evidencias teóricas y empíricas que avalan el modelo D/P arrojan luz sobre el aprendizaje de LE y ofrecen una serie de datos al respecto. Ante todo, la idea que se ha visto reforzada tras estos estudios es que tanto en la L1 como en la LE, los aspectos gramaticales deben ser aprendidos inicialmente por la MD y, paralelamente adquiridos de manera análoga por la MP. La experiencia con el lenguaje prioriza el aprendizaje ligado a la MP, lo cual inicia el proceso de automatización del conocimiento adquirido. No obstante, el aprendizaje de segundas lenguas difiere del proceso de adquisición de la lengua materna.

En la LE, la Gramática se aprende peor en la MP, de manera que casi todo el peso del aprendizaje recae sobre la MD. Esto se explica porque los aprendices de LE han tenido menos tiempo de exposición a la lengua meta que los aprendices de L1 a su misma edad debido, simplemente, a que empezaron más tarde a aprenderla. En consecuencia, «the later the L2 age of acquisition, the more pronounced this difference» (Ullman, 2020: 140). Independientemente de la edad de los aprendices de una LE, la gramática siempre va a estar menos procedimentalizada que la gramática de su LM.

Los aprendices de una LE dependen desde el principio de la MD para aprender, por lo que nunca llegarán a automatizar los patrones de la segunda lengua de la misma manera en la que lo hicieron con su L1 gracias a la MP –«these patterns should hold even after the same amount of language exposure in L1 and L2» (Ullman, 2020: 140)–. Ya sabemos que la forma en la que se presenta la exposición a la lengua influye en la dependencia de una u otra memoria. La instrucción explícita de gramática apela a la MD, mientras que un contexto de instrucción implícita, como es el caso de la inmersión, favorece a la MP. Naturalmente, el aprendizaje de la L1 se da en un contexto de inmersión, pero

since L2 learners vary considerably with respect to the type of their exposure, this factor should often have an impact on the neurocognition of L2, and should tend to result in an increased reliance of grammar on declarative memory in L2 as compared to L1. (Ullman, 2020: 141)

Ahora nos hacemos otra pregunta que enlaza con la dicotomía gramática/léxico del modelo D/P: ¿el aprendizaje de léxico en la MD es un factor determinante para saber si la gramática se basa en procedimientos automatizados o no? Para responderla en el marco del aprendizaje de lenguas, debemos recordar que algunas operaciones automatizadas en la L1 se pueden usar o trasladar a la LE por diferentes motivos, como sucede cuando ambas lenguas son muy parecidas –fenómeno de transferencia lingüística– o que se procedimentalicen operaciones gramaticales muy generales –p. ej. el ensamble–. Ullman postula que sí existe una vinculación entre el léxico y la gramática en la medida en que

grammatical processing relying on automatized procedural memory routines may not function properly unless lexical access is also rapid, since words need to be integrated into grammatical structures (at least in syntax and morphology). (Ullman, 2020: 141)

En etapas iniciales del aprendizaje de una LE el acceso o recuperación de palabras puede no ser lo suficientemente rápido como para que se produzca la procedimentalización, dado que esta operación mental se produce cuanto más exposición tengamos al estímulo lingüístico:

This leads to the testable prediction that grammatical transfer is possible but occurs mainly with well-learned vocabulary. Along the same lines, to the extent that new grammatical learning in procedural memory is involved in learning an L2, grammatical processing relying on such newly learned procedures may be limited when lexical retrieval is not fast enough to support it. Moreover, slow lexical access may impede procedural learning itself, since it may slow down evaluation of the predicted item. (Ullman, 2020: 141)

En consecuencia, un aprendiz puede “adivinar” o saber qué palabra viene a continuación en una emisión, pero no la asimila o no la entiende.

Toda la serie de evidencias que recopila Michael Ullman en sus trabajos nos permiten entender que la dependencia de una u otra memoria en el aprendizaje de segundas lenguas, no solo depende del contenido –gramatical o léxico– que se aprenda, sino que también influye la edad de adquisición. La gramática que aprenden los niños (tanto de su LM como de una LE) va a depender en gran medida de la MP, pero en los adultos este conocimiento pasaría a depender de la MD. Por lo tanto, hay una diferencia en cuanto a la dependencia de los sistemas de memoria según se produzca un aprendizaje temprano o tardío de la gramática de una LE. En cambio, el conocimiento léxico siempre va a depender de la memoria declarativa, ya sea en la LM o en la LE, dado que es el único

sistema capaz de aprender piezas de conocimiento lingüístico no computacional o arbitrario.

3. Fundamentos del lenguaje según Jackendoff

La tradición lingüística nos ha encaminado hacia una idea bastante forzada sobre lo que implica la facultad del lenguaje: un sistema casi antinatural y más cercano a lo cultural que debemos aprender de memoria y que se compone de multitud de reglas y elementos aparentemente arbitrarios que casi, como por arte de magia, aprendemos a manejar y de los que llegamos a ser perfectos usuarios. No obstante, gracias a investigaciones como las de Ullman, ahora podemos decir que ese monstruo desconocido y casi irracional que era el lenguaje se ha convertido en un objeto de estudio un poco más “asequible” que, progresivamente, vamos entendiendo mejor. La tendencia actual se orienta hacia la integración de los aspectos que hasta ahora se identificaban como algo externo al lenguaje –p. ej. la cultura de los usuarios de una lengua– y un obstáculo para su estudio, como una parte más de esta facultad. En este sentido, podríamos pensar que el léxico se encuentra en una realidad diferente a otras parcelas lingüísticas, como sucede con la fonología o la sintaxis. No obstante, como hemos visto gracias a Ullman, esta creencia se está desvaneciendo en favor de la idea del lenguaje como un ente que no se corresponde con compartimentos estancos asociado a diferentes componentes del sistema nervioso central, sino que existe un reparto de tareas mentales que respalda el enfoque holístico de la actividad neurológica.

Por lo general, las teorías lingüísticas asientan sus bases en el supuesto de que las lenguas están conformadas por cuatro niveles – la fonología, la morfología, la sintaxis y la semántica– que parecen complementarse, pero conceden preeminencia a uno de ellos, casi siempre la sintaxis. Si bien pondremos en entredicho esta última característica en las siguientes páginas, aceptamos la capacidad de estas parcelas del lenguaje para completarse las unas a las otras. Esto lo hemos comprobado en nuestro caso gracias al modelo D/P, puesto que esta teoría neurocognitiva hace una serie de predicciones para el lenguaje conforme al principio de cooptación que presupone una analogía entre el funcionamiento de ciertas secciones del cerebro para la facultad que nos importa en este caso. No obstante, aún podemos observar cierta especificidad en cuanto al lenguaje, dado que

such integration must respect the details of the individual faculties: it must not result in ignoring much of what we know about language in order to fit it into a procrustean bed of, say, associationism. (Jackendoff y Audring, 2016: 468)

Ray Jackendoff nos ofrece un horizonte interesante a la hora de entender desde un punto de vista psicolingüístico esta supuesta división o reparto del lenguaje entre los componentes neurológicos. Nos presenta una serie de postulados que se encargan de aclarar los siguientes tres puntos y que podemos analizar como si de teorías se tratase. En primer lugar, habla de una «theory of *representations*: the data structures stored in memory and those built online» (Jackendoff y Audring, 2016: 468), que resulta relevante en cuanto a la producción declarativa o procedimentalizada de una lengua, tanto en hablantes de LE como en nativos. En segundo lugar, tendríamos

a theory of *processing*: the (virtual) architecture of the language processor, how representations are deployed in real time to create new structures, and how stored representations are acquired. (Jackendoff y Audring, 2016: 468)

Parte de esta arquitectura del lenguaje ya la adelantamos gracias al modelo D/P desde un punto de vista biolingüístico cuando hablamos sobre el funcionamiento de las diferentes memorias, pero aquí lo trataremos desde el punto de vista de las unidades y procesos implicados en la producción del lenguaje. Por último, estaría la

theory of *neural computation*: how the machinery of the processing theory is instantiated in the brain. Ultimately, this should include not only an account of brain localization, but also fine-scale details such as how neural encoding distinguishes the sound *b* from the sound *p* and the word *cat* from the word *dog*. (Jackendoff y Audring, 2016: 468)

Las diferencias de nivel fonológico no son las que nos interesan en este trabajo, pero las de tipo semántico y sintáctico se acercan más a nuestro campo de estudio. Específicamente, haremos referencia a las diferentes unidades lingüísticas que almacena o con las que produce el sistema nervioso gracias al lenguaje.

Como ya hemos mencionado, Ullman mantiene cierta separación –o especialización neurológica– entre léxico y gramática; en cambio, el enfoque de Jackendoff niega esta radical división y aboga por una interconexión no trivial, específicamente, entre la sintaxis y la semántica. Para abordar este tema, antes debemos tener en cuenta una serie de consideraciones sobre el lenguaje y su forma de construirse o materializarse en la mente y después en su producción, en lo referente a las unidades que lo componen.

3.1. Las unidades lingüísticas en la memoria

Jackendoff (2002) establece una división entre aquellos aspectos de nuestras emisiones lingüísticas que necesariamente *deben* estar almacenados en nuestra MLP y los que podemos construir o procesar *in situ*—*online* como él dice; este proceso suele aparecer traducido al español como *construcción lineal* del lenguaje— gracias a nuestra MT. Nuestro conocimiento sobre las diferentes modalidades de la memoria y de las ideas del modelo D/P, nos permiten concretar que a la memoria a largo plazo a la que se refiere Jackendoff es la MD. Si tomamos como ejemplo la palabra *bebé*, podemos decir que tiene que ser memorizada necesariamente por la MD y almacenada en el lexicón, ya que no la podemos construir de la nada, ni desde otras pequeñas partes. En cambio, si alguien dice *Hay que cambiar el pañal del bebé*, no tenemos por qué haber almacenado esta oración entera en nuestra MD, sino que podemos entenderla como un todo gracias a que recuperamos el significado de sus partes constituyentes y las relacionamos con la gramática del español que, previamente, hemos procedimentalizado en la MP durante los primeros años de nuestra vida.

No obstante, ¿no es posible acabar memorizando la oración *Hay que cambiar el pañal del bebé* si nos hemos expuesto a ella el número suficiente de veces? Nuestra pretensión es analizar qué es lo que ocurre en nuestra mente —o cerebro— para que una parte del lenguaje se construya con elementos almacenados en la MD y para que otra requiera varios sistemas de memoria para ser elaborada o procesada. Esta tarea no es tan simple, ya que como comenta Jackendoff:

We cannot predict in advance that any particular part of an utterance must be constructed online by a given speaker. We can predict only that speakers can construct some part online on demand if it hasn't already been memorized. (Jackendoff, 2003: 152)

Ambas posibilidades parten del hecho de que involucran a la facultad del lenguaje en su producción y comprensión. Otro ejemplo sería la no necesidad de memorizar la letra de una canción o un poema para que los podamos entender, incluso si es la primera vez que los escuchamos. Tanto es así, que solo una parte de los hablantes tiene la necesidad de hacerlo, pero debido a cuestiones ajenas al lenguaje o la comunicación. Únicamente tenemos la “obligación” de memorizar unidades más complejas como son las colocaciones, frases hechas o refranes; por lo tanto, debemos entender que la forma virtual que tendría un texto largo para que quede fijado en nuestra mente sería la misma que la de las tres unidades léxicas que acabo de mencionar.

Jackendoff (2002) aduce que el lexicón mental almacena dos tipos de unidades lingüísticas. Por un lado, tendríamos los *ítems léxicos* (ÍL), los cuales serían propiamente los elementos que se almacenan en el lexicón mental –que en nuestra investigación relacionamos con la MD de la MLP según Ullman–. La configuración de los valores que representan estas unidades seguían por una «full-entry theory, in which lexical items are encoded in their entirety, even where redundant, [...] [and] we explicate motivation in terms of shared structure» (Jackendoff y Audring, 2016: 476). Por otro lado, estarían las *palabras*, que se vinculan a nociones basadas en la gramática (en referencia a las propiedades fonológicas, sintácticas y semánticas de las unidades), más que a aspectos computacionales del lenguaje.

Unos y otros elementos se relacionan en un entramado de similitudes y diferencias de las que podemos rescatar dos ideas: los ÍL pueden ser más amplios o reducidos que las palabras y no todas las palabras son ÍL (Jackendoff, 2002). Estas últimas son las que, *a priori*, podemos identificar como las unidades del lenguaje que nos permiten conectar el sentido o significado con la forma fonológica que le corresponde. Los ÍL se relacionan más con los lexemas y morfemas, los cuales se combinan conforme a las reglas gramaticales para crear unidades mayores de significado. Para adentrarnos en la cuestión sobre las reglas de producción léxica, antes debemos referirnos al proceso de composición de palabras para diferenciar entre dos tipos posibles: la morfología productiva y la semiproductiva.

3.1.1. La morfología productiva y semiproductiva

Por un lado, la morfología productiva es un sistema regular que se basa en operaciones predictivas. Esta regla léxica abarca la morfología flexiva (p. ej. la terminación de los participios de los verbos de la 1.^a conjugación: *cantado, jugado, amado, hablado...*) y la derivativa (p. ej. la creación de adverbios terminados en *-mente*: *rápidamente, ciertamente, sutilmente...*). Mediante este mecanismo, los hablantes son capaces de crear palabras a partir de una base y conocen su significado, incluso si la base es una raíz inventada que no pertenece al inventario de la lengua del hablante. El ejemplo paradigmático que propone Jackendoff procede de un estudio de Berko:

- (1) *Experimenter*: This funny little thing is a wug. Now there are two of them.
There are two...
Child: Wugs.

Berko shows that by the age of five or so children have mastered the regular plural ending of English and can apply it to nonsense words like *wug* that they have never heard before. (Berko, en Jackendoff, 2002: 155)

Asimismo, los hablantes somos capaces de crear y generalizar nuevas regularidades, como es el caso de los hablantes daneses, quienes «affix the productive diminutive suffix *-je* to every noun in sight» (Jackendoff, 2002: 155)

Las formas resultantes de la morfología productiva nos llevan a pensar en el lugar de nuestra memoria en el que se localizan o quedan en estado latente hasta ser usadas. Si suponemos que se almacenan en el lexicón mental, es decir, en la MD, ello implicaría que deberíamos memorizar absolutamente todas las formas que vayamos creando, incluso aquellas que derivan de palabras inventadas como *wug*. En el caso de los hablantes de lenguas aglutinantes como el turco, cuyos verbos tienen miles de posibilidades flexivas y derivativas, nos cuesta creer que estas personas tengan la capacidad mental suficiente como para memorizar cada ítem de forma aislada en el lexicón mental, a menos que nos encontremos ante grupos de individuos con una capacidad superior para la memorización y procesamiento de la información. Como no es realmente el caso, quizás es más apropiado pensar en que la morfología productiva va más allá del léxico y la MD: «[it] can be created and interpreted on the spot» (Jackendoff, 2002: 156).

Dado que la morfología productiva se basa en la creación de palabras a partir de la combinación de lexemas y morfemas mediante reglas léxicas, en nuestra mente se activa la capacidad de combinar las palabras resultantes de acuerdo con los «principles of free combination, in accordance with the phonological, syntactic, and semantic restrictions on the individual parts» (Jackendoff, 2002: 157). Este principio de libre configuración nos lleva a otra pregunta: «what does it mean to say this free combination is the result of a “lexical rule” that takes place “in the lexicon”?» (Jackendoff, 2002: 157).

En primer lugar, podemos hacer referencia al sistema en el que se procesa esta morfología dependiente del lexicón. Dado que hemos desestimado la MD, cabría pensar en si dependería de otra modalidad de la MLP, como la MP. No obstante, a la luz de lo que sabemos sobre esta memoria, todos los indicios apuntan a que se procesa en la MCP, concretamente en la MT, puesto que es el sistema subyacente a esos «outputs of productive lexical rules constructed online» (Jackendoff, 2002: 157). Por lo tanto, *in the lexicon*, en el lexicón, se relaciona con los principios que regulan o se ven implicados en la construcción de elementos del tamaño de una palabra u otros menores.

En segundo lugar, *a lexical rule*, una regla léxica, deriva del principio de libre configuración que tiene como resultado la construcción palabras u otras unidades más pequeñas. Por lo tanto, la respuesta a la pregunta que nos formulamos radica en una

cuestión de género, dado que lo que, *a priori*, nos hacía pensar en compartimentaciones de la información mental, ahora nos dirige hacia aspectos de índole gramatical (Jackendoff, 2002).

Por otro lado, la morfología semiproductiva hace referencia a esas regularidades parciales de las lenguas, un tanto caprichosas porque no se aplican en todas las ocasiones posibles, sino que

a “lexical rule” of this sort does not apply across the board. Rather, given a stem form that the rule potentially applies to, one must know whether the rule *actually* applies to it. (Jackendoff, 2002: 158)

Este tipo de morfología implica inestabilidad en cuanto a las generalizaciones que se pueden hacer, ya que no hay unas bases claras que permitan hacer predicciones lingüísticas fiables. Uno de los ejemplos más claros del español es la formación de sustantivos a partir de adjetivos. Podemos pensar que existe cierta regularidad en lo referente a aplicar el sufijo *-eza* a adjetivos para crear nombres: *noble*>*nobleza*, *limpio*>*limpieza*, *bello*>*belleza*... No obstante, ¿acaso no hay regularidad también en *amable*>*amabilidad*, *oscuro*>*oscuridad* o en *útil*>*utilidad*? ¿Y en *amargo*>*amargura*, *dulce*>*dulzura* y *alto*>*altura*? ¿Podrían ser *alegre*>*alegría*, *valiente*>*valentía*, *viejo*>*vejez* y *rápido*>*rapidez* las excepciones que confirman la regla? Dudamos de ello. En cambio, lo que queda patente es que los «semiproductive process can just leave gaps» (Jackendoff, 2002: 158). Estas lagunas o alteraciones en la sistematicidad impiden que se dé la misma libre configuración por la que se construyen las palabras de la morfología productiva, por lo que esta información, en su mayor parte, debe ser almacenada en la MD. En consecuencia, este tipo sí que opera directamente en el léxico.

3.2. La capacidad compositiva del lenguaje

Para continuar con nuestra exposición sobre cómo almacena y procesa el lenguaje en la mente, vamos a utilizar las expresiones idiomáticas porque están dentro de ese grupo de unidades que son mayores que las palabras y que también se almacenan en la MD. Todos podemos estar de acuerdo en que es imposible recuperar el significado ‘morir’ de la combinación de palabras *estirar+la+pata*, a menos que en algún determinado momento hayamos aprendido que esa agrupación de unidades tiene tal valor semántico. El problema lingüístico a nivel teórico que representan las expresiones idiomáticas es que su interpretación depende del léxico y no de los procesos combinatorios derivados del principio de libre configuración. Jackendoff se hace la siguiente pregunta: «how can the

lexicon record the idiom as a unit, and how can this unit be inserted into larger combinatorial structures?» (2002: 168). Él mismo propone que se debe a que los «idioms [...] have the syntax of garden-variety phrases» (Jackendoff, 2002: 169). Esta respuesta nos lleva a otra pregunta más: ¿las expresiones idiomáticas forman parte de la gramática o del léxico? Retomaremos las expresiones idiomáticas las siguientes páginas de este trabajo.

Según Jackendoff, «the principle of free combination is what makes language what it is» (2002: 165), lo cual nos hace pensar en que el conflicto de base tiene que ver con el empeño de buscar una teoría homogénea que pretenda implantar el mismo patrón lingüístico para todas las unidades del lenguaje. La libre configuración nos permite entender las combinaciones que se dan en la morfología productiva, por ejemplo, en lo relativo a la unión de morfemas que indican ‘pasado’ a lexemas, pero no encaja cuando nos referimos a la morfología semiproductiva, como ocurre con los verbos irregulares o las expresiones idiomáticas. Por estos motivos, coincidimos con la teoría de que la adquisición de la gramática se produce gracias a que nuestra mente funciona como una red captadora de patrones.

No obstante, no podemos tomarnos a la ligera esta conclusión, dado que caeríamos en una solución totalmente simplista sobre la facultad del lenguaje que no tendría en cuenta todo lo que sabemos hasta ahora sobre las bases neurocognitivas que lo rigen. Esta red lingüística no es una máquina que produce palabras porque sí, ya que «something more than pattern association must be taking place [...] [and] the network model has no notion of *word*» (Jackendoff, 2002: 163). Ello se debe a que, en realidad, la facultad del lenguaje no tiene la capacidad de distinguir entre contextos:

is that discrete symbols such as Verb and Tense are rendered unnecessary by the architecture of networks. [...] Virtually everything of linguistic relevance has been bled out of the task the network has been designed to perform. (Jackendoff, 2002: 163)

El problema que se presenta con estas teorías es que en realidad no nos sirven para explicar el hecho de que adquirimos lenguas con las que dar expresión al lenguaje:

A multilayer network trained by back-propagation –the standard network used in these models– is in principle incapable of extracting the sort of regularity necessary to account for productive morphology. The reason is that such a regularity must be formulated in terms of a *variable*: “this generalization applies to anything I encounter that belongs to such-and-such a category, regardless of its other features.” [...] Pattern associators simply cannot encode variables. (Jackendoff, 2002: 164)

Esta incapacidad de los patrones de asociación para codificar variables se vincula con el hecho de que la MT

is a set of “dummy” nodes which have no content of their own but are bound to lexical items by temporal synchrony of firing. Thus WM [MT] serves as a set of “pointers” to LTM [MLP], and in addition encodes relationships among the items being pointed to. (Jackendoff, 2002: 63).

La activación de estos núcleos de propagación es uno de los mecanismos propios de la MT, pero ¿es suficiente para explicar las rutas computacionales del lenguaje? Jackendoff se hace eco de las ideas de Gary Marcus para dar una respuesta:

Takes up about the simplest possible two-place relation: total identity (*A rose is a rose; a daisy is a daisy; a dahlia is a...*: Fill in the blank.) He demonstrates that even this case cannot be formulated without the use of typed variables. [...] He shows that for principled reasons these models cannot encode variables of the sort necessary for two-place relations such as “X is identical with Y,” “X rhymes with Y,” and “X is the regular past tense of Y.” [...] Marcus has tested all the relevant networks in the literature on the data sets for which he predicts they will fail, and indeed they fail. This principled failure is fatal to unadorned spreading activation models of language, for [...] all combinatorial rules of language—formation rules, derivational rules, and constraints—require typed variables. Again, this does not mean that spreading activation plays no role in the brain's storage and processing of linguistic f-knowledge; in fact it likely does [...]. But some further technical innovation is called for in neural net-work models, which will permit them to encode typed variables and the operation of instantiating them. (Jackendoff, 2002: 64-65)

El problema de las variables no es trivial en nuestro caso y nos devuelve al problema de la codificación y conexiones del lenguaje que se dan en la MCP y las de la MLP. Los elementos propios de la MCP se relacionan entre sí mediante conexiones transitorias desde un punto de vista sincrónico y de efecto gatillo. En cambio, los elementos de la MLP se basan en conexiones más estables y duraderas ligadas a conexiones sinápticas que consolidan la información. No obstante, el principio de libre configuración del lenguaje ha demostrado que un mismo elemento puede estar almacenado y ser codificado por los dos sistemas de memoria. Por ende, la declarativización y procedimentalización del lenguaje se produce a medida que vamos adquiriendo la lengua en la que vamos a expresarnos, algo que ya hemos dejado claro gracias al modelo D/P de Ullman.

Si hacemos balance de todo lo que hemos analizado del modelo D/P, las ideas de Jackendoff sobre lo que realmente pertenece al lexicón mental y lo que hemos entendido hasta ahora sobre las descripciones teóricas acerca de los contenidos lingüísticos, podemos hacer la siguiente afirmación: las reglas gramaticales no tienen una realidad psicológica explícita en nuestra mente. Jackendoff da cuenta de esta conclusión y la pone en relación con los postulados de la gramática generativa:

[Rules of grammar] are just epiphenomenal descriptions of implicit regularities in the language user's head [...]. Generative grammar, of course, has always rejected such an interpretation, claiming that the rules we write are explicitly represented in the brain either as a knowledge base or in the form of the language processor. But such an interpretation can no longer be sustained for semiproductive rules [...]: they now fall back into the despised epiphenomenal status. They are not “real” rules of grammar, but only descriptions of semiregularities. (Jackendoff, 2002: 167)

En líneas anteriores, ya habíamos adelantado que las expresiones idiomáticas –en adelante, EI– pertenecían a ese grupo de elementos mayores y más complejos que las palabras que también debían ser almacenadas, al menos en parte, en la MD. El significado de estas unidades no se construye mediante la suma de sus constituyentes, sino que su interpretación emerge directamente del lexicón. Ya habíamos avanzado que la sintaxis de las EI es muy variada y ahora especificamos que esta pluralidad afecta a la forma en la que se memorizan estas expresiones, pues «the way they must be stored cannot be reconciled with a theory in which only individual words are inserted into sentences» (Jackendoff, 2002: 169). Esto se debe a que los EI no tienen «a standard word-by-word mapping» (Jackendoff, 2002: 169), como sí que tienen los ÍL y las palabras, ya que las relaciones lingüísticas de las EI derivan, por un lado, de las conexiones entre su fonología y sintaxis, y de su relación entre sintaxis y semántica, por otro.

Si tenemos en cuenta que nuestro trabajo se enmarca en la enseñanza/aprendizaje de ELE, podemos hacer referencia al *Marco Común Europeo de Referencia para las Lenguas* (MCER) (Consejo de Europa, 2002: 108) en lo referente a las EI. Dado que el *MCER* es la guía más completa que nos indica qué camino seguir en lo referente a la enseñanza de lenguas extranjeras, podemos acudir a él para cotejar nuestra definición de EI. Concretamente, el *MCER* las denomina «expresiones hechas», ya que «se componen de varias palabras que se utilizan y se aprenden como un todo» (Consejo de Europa, 2002: 108). Tal etiqueta concuerda con las características que atribuíamos a las EI, como son su aparente invariabilidad y su carácter unitario. Asimismo, nos parece relevante hacer mención a la aparición de las EI en el *MCER* porque, en cierta medida, da cuenta de que son elementos especiales de la lengua, que tiene una realidad diferente que trasciende la mera composicionalidad de un idioma. Asimismo, nos permite corroborar la falta de equivalencia a nivel semántico entre las diferentes lenguas y refleja, a su vez, la influencia de los componentes culturales en las lenguas (aunque analizar estas relaciones no sean el objetivo de este trabajo).

Las EI poseen unas propiedades sintácticas y semánticas que no pueden funcionar independientemente de su estructura fonológica. No obstante, la conexión que se da entre

las diferentes interfaces difiere de la que se daría en la “lengua convencional”. Si tomamos como ejemplo la expresión *echar leña al fuego* y la introducimos en una oración como *Jorge no hizo más que echar leña al fuego tras la discusión entre Eva y Manuel* , podemos observar que la conexión que se da entre fonología y sintaxis debe ser siempre regular, mientras que la conexión entre sintaxis y semántica es totalmente irregular. Como ya sabemos, las unidades que componen las EI no contribuyen individualmente en la formación de su significado, pero un pequeño cambio en su estructura, sea a nivel fonológico, sintáctico o semántico, podría cortar el acceso a su significado.

Según Jackendoff, se deben tratar tres aspectos sobre las EI. En primer lugar, que tienen una estructura sintáctica normal, tanto que se almacenan en la MD como cualquier otra palabra. Lo cierto es que hay pocas EI que consideremos “irregulares”, como es el caso de *de cuando en cuando* o *a bote pronto* . La irregularidad en estos casos radica en que aparecen en contextos adverbiales, pero su estructura sintáctica no encaja del todo con lo esperable de un sintagma adverbial. Jackendoff aduce dos razones posibles por las que no hay tantas EI irregulares:

One reason is probably that idioms are historical developments from syntactically compositional phrases. Another possibility, suggested by Jackendoff (1975), is that the general principles of free composition, which govern online construction, also place pressure on stored items to conform as well. (Jackendoff, 2002: 171)

En segundo lugar, aparentemente tienen una estructura interna “fossilizada”. Se debe a que las EI están muy bien especificadas en el lexicón y son muy rígidas en cuanto a su forma externa, a su plano de expresión. No obstante, esto no se cumple siempre de forma estricta, dado que en algunas EI existe cierta libertad sintáctica en lo referente a sus constituyentes. Según Jackendoff, «the key to mobility appears to lie in the partially compositional semantics of the idiom» (2002: 172). Este hecho nos lleva al último aspecto “crítico” que menciona Jackendoff, que es que en realidad solo las estructuras de algunas EI son inalterables y tan específicas como se piensa. Confirmamos que la estructura de *echar leña al fuego* , *estirar la pata* o *dar gato por liebre* no varía más allá de que exista la posibilidad de concordar el verbo principal con el sujeto de la oración, aunque también pueden aparecer en su forma “pura”:

- *Eso, tú echa más leña al fuego, que va a acabar todo en tragedia/Carlos no hizo más que echar leña al fuego después de la discusión;*
- *como no dejes de fumar vas a estirar la pata/el vecino del quinto estiró la pata el jueves;*

- *hay que tener cuidado para que no te den gato por libre en la tienda de antigüedades/Me quisieron dar gato por libre al venderme esta sidra porque en realidad está mezclada con agua.*

Sin embargo, hay otras expresiones que admiten cambios en su estructura, desde la sustitución del elemento principal del sintagma por otro (aunque con restricciones semánticas) o la movilidad de los constituyentes (también con restricciones sintácticas), como puede ser el caso de *caerse/venirse el mundo encima*:

- *A Leire se le cayó/vino el mundo encima cuando vio los resultados médicos.*
- *El mundo se le vino/cayó encima al no encontrar a su hijo.*

Ahora bien, ¿hasta qué punto llega la complejidad de estas expresiones? La tradición lingüística suele relegar a las EI al apartado de fenómenos lingüísticos periféricos –en términos de la lingüística generativa–, por lo que suele ser ese asunto incómodo sobre el que nadie se quiere pronunciar porque desestabilizaría muchos modelos teóricos. No obstante, estas unidades, aunque tengan una estructura inusual desde el punto de vista de los ÍL, se componen de palabras totalmente normales y se combinan de acuerdo con procedimientos compositivos regulares. Asimismo, es innegable que estas expresiones se utilizan con mucha frecuencia en el día a día y que deben a ser aprendidas/memorizadas al mismo tiempo que el resto de unidades de nuestra lengua materna durante la etapa de la procedimentalización del lenguaje.

Lo que hemos observado sobre las EI nos permite entender ciertos aspectos del procesamiento del lenguaje tal y como analizamos la morfología productiva en páginas anteriores: como un ente guiado por la libre configuración de piezas almacenadas en el léxico mental –en la MD–. Esto nos lleva a la misma conclusión que Jackendoff:

The only “rule of grammar” is UNIFY PIECES, and all the pieces are stored in a common format that permits unification. Ordinary words, which encode word-sized linked units of phonology, syntax, and semantics, are on the other end of a scale (or better, at an opposite corner of a multidimensional space) from phrase-structure rules, which encode phrasesized pieces of syntax without any associated phonology or semantics. (2002: 180)

La capacidad que tenemos para unificar los elementos lingüísticos de una lengua se relaciona con la idea que reitera Jackendoff acerca de que la mente desecha toda información redundante de su procesamiento. Este planteamiento nace de la visión chomskiana del léxico como como un recipiente lleno de todas las excepciones del lenguaje, en lugar de todas las unidades lingüísticas, incluidas las regulares (Jackendoff,

2002). El cotejo del léxico en el momento de la producción lingüística, entonces, se produciría en casos en los que se deben extraer esas excepciones y el resto podrían ser construidas sobre la marcha, gracias a que tendrían una estructura sintactosemántica mínima, que se reduce a los elementos adecuados desde el punto de vista gramatical. Paralelamente, la memoria también se beneficiaría de esta forma de procesamiento y categorización del léxico, ya que los procesos son más rápidos y eficaces:

The hierarchical relations among stored lexical items fall under more general brain mechanisms involved in any sort of memory. This accounts for the fact that lexical memory displays prototypicality effects (some members of a category being more central and others being more peripheral) and family resemblance effects (there being no single set of features shared by all members of a category and no nonmembers). (Jackendoff, 2002: 185)

«Principles of free composition act also as constraints on stored items, both in syntax and phonology» (Jackendoff, 2002: 186). Esta declaración nos permite conectar de nuevo con el modelo D/P, ya que las propiedades compositivas del lenguaje están relacionadas con la capacidad de la MP de adquirir y procedimentalizar la información almacenada por la MD –que son los ÍL, las palabras, las EI...–. Las investigaciones de Ullman ya arrojaron luz sobre la relación existente entre la gramática y el léxico, por lo que si sumamos todo lo que hasta ahora hemos analizado acerca de la concepción de Jackendoff, podemos seguir apostando por la idea de que no existe una radical división entre la sintaxis y la semántica, dado que ambos se retroalimentan.

Peter Culicover junto a Ray Jackendoff (2006) plantean una hipótesis que recoge la idea de la no redundancia del lenguaje en la mente y la vincula a la retroalimentación que se presupone entre sintaxis y semántica, la cual denominan The Simpler Syntax Hypothesis: la Hipótesis de la Sintaxis más Simple. El componente fonológico entra también en juego, dado que se basan en que la sintaxis debe ser compleja en su justa medida, solo lo necesario como para poder relacionar sonidos y significados asociados a las unidades lingüísticas.

3.3. La hipótesis de la Sintaxis más Simple (SmS)

El planteamiento de esta teoría inicia con la siguiente idea: «the most explanatory syntactic theory is one that imputes the minimum structure necessary to mediate between phonology and meaning» (Culicover y Jackendoff, 2005: 5). En este sentido, la Hipótesis de la Sintaxis más Simple –en adelante, SmS– recae sobre el hecho de que gran parte del papel explicativo atribuido a la sintaxis es, en realidad, responsabilidad de la semántica. Por ejemplo, las diferencias que existen entre las palabras *belleza*, *avión*, *juego* y *bebé* se

deben a razones fonológicas y semánticas, ya que a ojos de la sintaxis cabe esperar de estos sustantivos que se comporten de la misma forma a nivel oracional –p. ej. todos podrían funcionar como núcleo de un sintagma nominal de un sujeto o complemento directo, pero nunca como el núcleo de una oración– . Si esto es así, se plantean dos preguntas: 1) ¿qué papeles cumplen la sintaxis y la semántica en la gramática del lenguaje?; 2) ¿cuáles son las consecuencias e importancia de estos roles para la estructura sintáctica? (Culicover y Jackendoff, 2006).

La SmS surge como un enfoque alternativo al de la corriente principal de la gramática generativa, aunque Jackendoff y Culicover se encuentran a medio camino entre esta y la gramática de construcciones. La primera se basa en las teorías de Chomsky en las cuales asume que la facultad del lenguaje es eminentemente sintáctica y que gracias a la Gramática Universal, un complejo mental de reglas combinatorias que poseemos los humanos al nacer, tenemos el conocimiento y la capacidad de combinar todos los elementos lingüísticos a nuestro alcance, independientemente de la lengua en la que esto se produzca. Como podemos observar, el sintactocentrismo inherente a la gramática generativa deja de lado aspectos del lenguaje que hoy sabemos que son vitales como su realidad psicológica o cultural. No obstante, fue su

rechazo a incluir en el análisis lingüístico toda referencia a la semántica lo que hizo que algunos lingüistas reaccionaran e intentaran acometer el estudio del lenguaje desde otras perspectivas distintas. (Ibarretxe-Antuñano y Valenzuela, 2012: 15)

Entre esas reacciones en contra se encuentra la segunda⁸ teoría que hemos mencionado. La gramática de construcciones apuesta por un *continuum* entre sintaxis y léxico, de manera que se llega a negar la distinción entre ambos:

En otras palabras, las propiedades semántico-pragmáticas características de una determinada construcción se asocian directamente con la forma de superficie. No existe otro nivel de representación que no sea el de superficie. En este sentido, el significado de una expresión concreta (*construct*) se considera el resultado de la integración del significado de la construcción con el de las piezas léxicas que la saturan o actualizan. Asimismo, se prescinde de elementos sintácticos sin manifestación formal explícita o categorías (completamente) abstractas sin significado y/o función alguna. (González García, 2012: 257-258)

La posición diametralmente opuesta de ambos enfoques teóricos implica que existen lagunas en la información de uno y otro, de manera que la SmS, como veremos a continuación, recoge los mejores puntos de cada una de ellas y explica los elementos

⁸ Dado que esta teoría nos parece muy sugerente y ofrece más soluciones para las lagunas de la teoría de Chomsky, remitimos al análisis y revisión que hace de ella Adele Goldberg: por extenso en Goldberg (1995) y de forma más resumida en Goldberg (2003).

problemáticos de una empleado los argumentos de la otra. Las virtudes de la hipótesis de la SmS no son ajenas a la comunidad investigadora y como muestra de ello tenemos el comentario de González García:

A mitad de camino entre ambos extremos cabe situar la propuesta de Ray Jackendoff y Peter Culicover (Culicover y Jackendoff 2005) y su Sintaxis Más Simple (Simpler Syntax), cuyo mérito más destacable, en nuestra opinión, consiste en demostrar la viabilidad de una arquitectura paralela que combina de forma sistemática y coherente presupuestos de la lingüística chomskiana, la LC [lingüística cognitiva] y la(s) GCx [gramática(s) de construcciones]. (González García, 2012: 253)

Para empezar a entender en qué consiste la SmS, partiremos del principio de composicionalidad de Frege, el cual constituye una de las bases de la gramática generativa: «the meaning of a compound expression is a function of the meaning of its parts and of the syntactic rules by which they are combined» (Partee, ter Meulen y Wall, en Culicover y Jackendoff, 2006: 413). La formulación de este principio no contempla las circunstancias bajo las que no se cumple, como cuando algunos aspectos de la interpretación de un enunciado no se ven representados de manera explícita en las palabras o la estructura sintáctica del mismo. Esta situación es la que obliga a la gramática generativa a hablar de una “Deep Structure” o “Logical Form”, un nivel más profundo de la estructura sintáctica que abarque esas piezas perdidas del significado (Culicover y Jackendoff, 2006: 413). En cambio, la SmS aboga por que la estructura sintáctica de una oración sea tan compleja⁹ como así lo requiera su interpretación, sin necesidad de otros niveles estructurales ocultos, los cuales, en principio, son meramente teóricos:

SS [SmS] envisions syntax as a component of human cognition, and its theoretical constructs are to be understood as hypotheses about the information utilized by the brain in language comprehension and production. (Culicover y Jackendoff, 2019: 97)

En consecuencia, estas estructuras invisibles y más profundas de la interpretación de algunos enunciados serían asumidas por la semántica, cuya estructura puede estar más elaborada que la de la sintaxis que los articula, de tal manera que la «[SmS invokes] syntax only when other components of language such as semantics, prosody, or processing are insufficient» (Culicover y Jackendoff, 2019: 97).

La idoneidad de la SmS en el enfoque cognitivo del estudio del lenguaje radica, en primer lugar, en que tiende puentes entre la teoría lingüística y la investigación

⁹ La complejidad sintáctica a la que nos referimos deriva de la posibilidad de que los constituyentes de un enunciado tengan subconstituyentes y elementos invisibles o abstractos que se relacionen con su interpretación. Una explicación más elaborada sobre este aspecto es la que nos ofrecen Culicover y Jackendoff (2005, 2006).

experimental en materia de procesamiento del lenguaje: «virtually all research on language perception and production [...] presumes syntactic structures along the lines of [SmS]» (Culicover y Jackendoff, 2006: 415). La simplicidad de la SmS que podemos observar en el Esquema 2 del «Anexo» no radica en la reducción al mínimo de los elementos objeto de análisis, sino en una sencillez que apunta hacia lo que es esencial de las oraciones. A diferencia de lo que sucede con la estructura sintacto-semántica de composicionalidad fregeana, la SmS sí que se ve validada desde el punto de vista empírico:

Tests of processing or memory load involving reaction time, eye movements and event-related potentials appear to be sensitive to relative complexity in structures of the SS [SmS] sort. We know of no convincing predictions based on structures such as [(a)] that bear on processing complexity. (Jackendoff, 2006: 415)

La SmS considera las reglas gramaticales como piezas de información almacenada en la memoria –declarativa– que pueden ser incrustadas en estructuras más complejas. En sintonía con las ideas de Jackendoff (2002) anteriormente expuestas, asumimos que la SmS entiende también las palabras como piezas lingüísticas fruto de la asociación entre los planos fonológico, sintáctico¹⁰ y semántico ligados a cada una de ellas. En consecuencia, es posible el almacenamiento de estructuras más complejas, como las expresiones idiomáticas, asociadas a sus propios significados, «thus, it is possible to think of the lexicon as containing all the rules that permit syntactic combinatoriality» (Jackendoff, 2006: 416). Lo que más nos interesa en este punto es la forma en la que la SmS nos permite ver una relación bastante directa entre el conocimiento del lenguaje y el uso que hacemos del mismo. Podemos rescatar unas palabras de Anna Sánchez Rufat sobre este último punto:

Al proponer que la lengua en uso (del inglés *language-in-use*) consiste en la memorización de ítems simbólicos que varían en forma –desde el morfema a expresiones idiomáticas– y en sustantividad –desde formas plenamente especificadas hasta esquemas más abiertos–; aquí, la sintaxis es un fenómeno emergente que se va desarrollando a partir de la analogía y la generalización. (Sánchez Rufat, 2016: 168)

Consideramos que la SmS, por lo tanto, no hace más que asentar la idea de que con una estructura simplificada ya es posible una interpretación adecuada de los mensajes.

¹⁰ Culicover y Jackendoff hacen referencia a la morfología, pero englobándola con la sintaxis: «under this conception, a stereotypical word consists of a linkage between pieces of phonology, (morpho)syntax, and semantics» (2019: 101). No obstante, a lo largo de este trabajo nos hemos referido a la sintaxis como un bloque independiente y así lo seguiremos haciendo. Solo se hará referencia a la morfología cuando estemos hablando específicamente de ella, como hicimos en las páginas en las que analizamos la morfología productiva y semiproductiva.

Según Culicover y Jackendoff, «it works out an approach in which meaning is assigned to sentence fragments directly» (2019: 98): las EI serían el ejemplo perfecto para verificar esta hipótesis.

La viabilidad de la hipótesis de la SmS en Neurociencia cognitiva depende de un segundo punto más: considera que el significado lingüístico tiene la misma extensión que el propio pensamiento. Lo que esta idea contempla es que el significado es el producto de una capacidad combinatoria autónoma que es independiente y más rica que la sintaxis. Existen evidencias en animales que demuestran que su comportamiento «must be governed by combinatorial computation» (Culicover y Jackendoff, 2006: 416). Esta posibilidad nos acerca al principio de cooptación de Ullman, en la medida en que el

thought is highly structured in our nonlinguistic relatives – they just cannot express it. Combinatorial thought could well have served as a crucial preadaptation for the evolution of combinatorial expression, i.e. human language. (Culicover y Jackendoff, 2006: 416).

Como ya sabemos, gran parte de la gramática está procedimentalizada, aunque haya aspectos que todavía dependen de la memoria declarativa, lo cual concuerda con el hecho de que

some components of meaning, particularly argument structure, are encoded fairly systematically in syntax. Others, such as modality, aspect, quantifier scope and discourse status receive relatively inconsistent syntactic encoding within and across languages. (Culicover y Jackendoff, 2006: 416-417)

En definitiva, podemos ir más allá y aseverar con la misma contundencia que Culicover y Jackendoff que «the traditional distinction between lexicon and grammar is mistaken» (2005: 26). Nosotros abogamos por el funcionamiento de estos dos sistemas como un binomio, de manera que se complementan gracias a una relación estrecha, aunque sutil. Esta vinculación entre interfaces es la que nos acerca de forma evidente al enfoque de la gramática de construcciones, ya que, aunque no se elimine por completo la sintaxis de la ecuación, sí que se hace hincapié en que el «meaning is assigned to sentence fragments directly» (Culicover y Jackendoff, 2019: 98).

3.4. Repercusión de estas ideas en el aprendizaje de LE

Las ideas planteadas por Jackendoff y Culicover hacen referencia al proceso de adquisición del lenguaje, es decir, a la adquisición de la lengua materna. No obstante, nosotros consideramos que sus teorías aportan un trasfondo importante y enriquecedor si nos adentramos en la perspectiva de los hablantes de lenguas extranjeras. Sumamos a nuestra perspectiva el análisis de las modalidades de memoria de Ullman y encontramos

que parece existir una “zona de acoplamiento” perfecta entre toda la teoría que hemos presentado. A continuación, ofreceremos nuestra perspectiva al respecto de cómo se integran el modelo D/P, las construcciones lineales y el lexicón mental y la SmS en el apartado del aprendizaje de lenguas extranjeras.

Hemos dedicado una buena parte del tercer apartado de este trabajo a explicar la relevancia de las EI como elementos indicadores de fenómenos lingüísticos relativos a la composicionalidad de los mensajes. Recordemos que hay construcciones que están lexicalizadas, otras que también están lexicalizadas, pero contienen variables y después estarían las unidades sintácticas puramente composicionales, cuyo significado es la suma del que tienen sus componentes más el significado de lo que se construye sobre la marcha en el contexto de enunciación. El territorio intermedio que hemos analizado ilustra que no solo hay palabras y frases hechas, por una parte, y por otra, estructuras sintácticas. La hipótesis de la SmS facilita esta visión de acercamiento entre las unidades lingüísticas gracias a la relevancia que otorga a la semántica. Si esto sucede de la manera en la que hemos expuesto para los hablantes de una L1, podemos intuir que se produce un procesamiento similar, pero en sentido inverso en los hablantes de una LE¹¹.

La perspectiva del hablante de lengua extranjera no es predecible desde la perspectiva de los hablantes nativos, ya que en el caso de los primeros todas las pruebas apuntan hacia que el conocimiento declarativo de la MD tiene un peso importante en su aprendizaje lingüístico. Por este motivo, hay que reconocer que la eficacia e, incluso, la validez de todo este registro de la MD se debe a los procesos no computacionales que se dan en ella.

En cambio, el proceso de adquisición de la LM se guía en mayor proporción por la capacidad de procesamiento de la MP, la cual inicia el proceso de procedimentalización de los patrones lingüísticos que capta desde el punto de vista fonológico, como ocurre con los procesos atribuidos a la morfología productiva y semiproductiva. A propósito de estos dos fenómenos que hemos descrito, podemos rescatar unas palabras de Jackendoff que son perfectamente extrapolables a la perspectiva de los hablantes de LE frente a los nativos:

They require a further sort of learning process, one that attempts to generalize stored items and extract explicit patterns containing typed variables. Without such a pattern,

¹¹ Solo vamos a trabajar con el supuesto de aprendices de una LE bajo las condiciones que expusimos anteriormente y que respaldamos con los criterios de Bley-Vroman (1989). Obviamos deliberadamente la perspectiva de los hablantes de una L2 y, por lo tanto, bilingües, porque su caso se corresponde con otros parámetros de análisis que no contemplamos en nuestra investigación.

the language user is restricted to using stored forms and word-by-word analogy. By contrast, when a pattern with a variable develops, the relation among the stored items “goes productive”: the pattern can participate in free combination with other lexical items that satisfy its typed variables, and new combinations need no longer be stored. (Jackendoff, 2002: 188-189)

Los hablantes de una LE aprenden de manera declarativa, ya que carecen de ese *patrón* –que nosotros indicamos que es de exposición constante a la lengua– del que habla Jackendoff, y almacenan piezas de significado en bloque, de la misma manera en la que aprenden los nativos las EI. En cambio, cuando los hablantes comienzan a poder procesar las variables existentes en la lengua, es decir, cuando los aprendices adquieren mayor grado de competencia en la LE, comienzan a procedimentalizar el conocimiento declarativo y a poder ser productivos, creadores de sus propias combinaciones lingüísticas.

La declarativización de estas combinaciones computacionales se materializan en el léxico, como ya hemos mencionado, de manera natural. Mientras tanto, solo el tiempo y la práctica de una LE permiten que los nuevos usuarios inicien un proceso de procedimentalización de su conocimiento, por lo que recorren el camino inverso que ya completaron los hablantes nativos. La conclusión más clara que obtenemos es que siempre va a haber dos sistemas que interaccionan entre de ellos; solo la casuística lingüística hace que la mente pujan más por un sistema u otro dependiendo del tipo de unidad que esté bajo análisis y de las condiciones de aprendizaje en las que se encuentren los individuos.

Jackendoff postula que la sintaxis no es el único nivel lingüístico generador de lenguaje, sino que hay partes del léxico que le dan material “prefabricado” a la sintaxis. Esas partes, que emergen de la semántica, serían las que los hablantes aprenden declarativamente y que deben desautomatizar de forma posterior gracias a la procedimentalización gradual del conocimiento. Asimismo, de las ideas de Jackendoff se desprende la intuición de que el léxico, como la sintaxis, también posee cierta composicionalidad. Como muestra tenemos las EI con variables a las que ya nos hemos referido, en las cuales, la estructura conceptual depende casi por completo de la estructura semántica y la estructura sintáctica actúa como regulador –e incluso como limitador– de la gramaticalidad de la expresión:

[The] parse of a sentence is still made out of syntactic units. A semantic processor knows nothing about NPs [sintagmas nominales] and case marking; rather it knows about things like conceptualized objects and events, and about claims to truth and falsity. Hence the syntactic information that a certain NP is the object of a verb is useless to the semantic processor. [...] It is the linking rules, implemented by the

syntax–semantics interface processor, that are needed to make the connection.
(Jackendoff, 2002: 222-223)

Los aprendices de una LE son un claro ejemplo de que las ideas de Jackendoff están bastante acertadas, ya que es muy probable que incluso el posible lector de este texto haya sido estudiante de una lengua extranjera y se haya visto en la tesitura de saber mucho acerca de las reglas sintácticas de dicho idioma, pero no sea capaz de alcanzar una gran competencia lingüística porque el apartado conceptual asociado a ella queda a la deriva. Aunque un aprendiz de LE no sepa exactamente qué está ocurriendo en su mente a nivel neurocognitivo, sí que es consciente de su incapacidad para, realmente, comunicarse en esa lengua. Esta clase de situaciones pueden ser paradigmáticas en la medida en la que ilustran

that syntactic structure can play no role in semantics except by being correlated with its semantic consequences. In other words, “sending” syntactic information to the semantic processor actually entails a process of correlation between one level of structure and another, a non-trivial process. [...] It is, rather, a computation in its own right, just the sort of computation that an interface processor performs.
(Jackendoff, 2002: 223)

Si dejamos a un lado ahora los aspectos relativos a las diferentes parcelas lingüísticas, podemos centrarnos en otro de los puntos a los que nos hemos referido: los adultos parecen ser peores aprendices de lenguas que los niños. Todos podemos tener en la mente el ejemplo de algún niño cuyo nivel de, por ejemplo, inglés sea mejor que el de sus padres, que la fluidez que puede llegar a demostrar en dicha lengua sea mejor que la de ellos a pesar de que también la estén estudiando. Podemos hacer referencia a otros fenómenos de aprendizaje a gran escala, como es el caso de muchos niños inmigrantes que llegan a España sin saber nuestra lengua, pero que en unos cuantos meses son capaces de alcanzar cierto dominio del español. Estas situaciones revelan que la edad es un factor decisivo en el aprendizaje de LE, no tanto porque se presuponga que en esta franja etaria los individuos estamos más expuestos a diferentes tipos de instrucción, sea reglada o no, sino porque a nivel madurativo, el sistema nervioso está en pleno desarrollo.

El modelo D/P hace balance de los factores neurológicos que pueden estar implicados en la facultad del lenguaje en general y en la adquisición de la LM y el aprendizaje de LE en particular. Gracias a las ideas de Jackendoff podemos entender más en profundidad la manera en la que las lenguas se articulan mentalmente, las rutas que siguen y los patrones que conforman a nivel lingüístico. Todos estos datos aportan un trasfondo teórico que, en virtud del rumbo que ha tomado la sociedad actual y nuestro

conocimiento del mundo, creemos que es crucial para entender qué es lo que sucede en un aula de idiomas, cuando un grupo de alumnos, ya sean niños, adolescentes o adultos esté aprendiendo una LE. A continuación, explicaremos algunas de nuestras consideraciones al respecto.

4. Neurociencia aplicada a la educación

Las Ciencias de la Educación han recorrido el sendero marcado por la Neurociencia con paso más firme y mayor seguridad en los últimos años, una vez se han ido dando a conocer las últimas investigaciones en este campo. En lo que se refiere al lenguaje, la Neurociencia Cognitiva «aspire to a unified account of the structure of language, how it is processed, and how it is instantiated in the brain» (Jackendoff y Audring, 2016: 467). Bajo nuestro punto de vista, si ponemos al servicio de la educación –concretamente a la enseñanza de lenguas– los datos acerca de las relaciones existentes entre el sistema nervioso, los modelos de memoria y los procesos de aprendizaje, la enseñanza se vería beneficiada. En nuestro caso, como docentes de ELE, no solo nos debe bastar con dar la lección y practicar la expresión oral, sino que consideramos importante tener una idea más amplia sobre lo que está sucediendo en la mente de los estudiantes cuando están aprendiendo una LE para comprender el rumbo que puede tomar nuestro grupo.

Desde el punto de vista teórico, la educación se ha visto beneficiada por los avances en Neurociencia porque se han encontrado evidencias empíricas que dan explicación a los fenómenos derivados del aprendizaje: a su fracaso o éxito. Desde la perspectiva práctica también hay puntos positivos, puesto que los argumentos empleados en los modelos teóricos sirven de base para diseñar estrategias de enseñanza que vayan más allá de los modelos tradicionales que se desentienden de la perspectiva cognitiva del aprendiz. Si ponemos a España como el metro patrón de la educación, es evidente que algo falla en nuestro sistema e impide que se desarrollen de manera más amplia las competencias de los alumnos. La situación se oscurece aún más si nos referimos a la enseñanza de idiomas, y se agrava exponencialmente si nos comparamos con otros países, pues el fracaso en el apartado lingüístico es demasiado evidente (incluso en lo referente a la lengua materna). En el sistema educativo español los alumnos prácticamente estudian inglés desde la Educación Infantil hasta la Educación Secundaria o Bachillerato durante varias horas a la semana. No obstante, a menos que se sigan formando de manera extraescolar, sus habilidades comunicativas no evolucionan en la mayoría de los casos: más que progreso

hay fosilización de errores y un gran estancamiento en el aprendizaje. ¿No es hora ya de empezar a cambiar los métodos educativos para pasar a enfoques que tengan en cuenta *realmente* las capacidades neurológicas de las personas?

Ya en 2004, Eric Jensen analizaba el impacto del conocimiento del cerebro y enumeraba algunos de los puntos que cambiarían una vez se iniciase la maquinaria de transformación educativa:

Esta revolución cambiará el momento de comenzar a ir a la escuela, las políticas de disciplina, los métodos de evaluación, las estrategias de enseñanza, las prioridades presupuestarias, los entornos de aula, el uso de la tecnología e incluso el modo de pensar acerca de las artes y de la educación física. (Jensen, 2004: 11)

Somos conscientes de que para lograr este cambio de paradigma hace falta una inversión –de tiempo, formación, dinero...– en la educación de la que por el momento ninguna institución quiere o puede hacerse cargo (al menos en España). No obstante, puestos a debatir, sería interesante abordar la cuestión desde un punto de vista teórico y, además, acercarnos hacia las primeras tentativas de ejecución práctica de las teorías neurocognitivas que se están aplicando en algunos centros para comparar hasta dónde llega su alcance y qué resultados obtienen. Algo que reflejan muchos de los estudios que hemos leído para este trabajo y que nos interesa especialmente, es que su máxima es «aprendo, luego memorizo, y existo» (Ballarini, en Guillén, 2017: 96). A diferencia del aparente inamovible *existo y memorizo, luego aprendo*, este cambio en el orden de los factores ha alterado tanto el producto que lo que ha conseguido, en realidad, es esclarecer las bases que asientan el aprendizaje.

En lo referente a la enseñanza de idiomas, consideramos que la Neurociencia cognitiva ofrece las bases que respaldan la potenciación e implantación de manera explícita de lo que el nuevo *MCER* denomina «competencia plurilingüe y pluricultural» (Consejo de Europa, 2020: 30). Una de las razones por las que el *MCER* recoge esta competencia es que el

plurilingualism is presented [...] as an uneven and changing competence, in which the user/learner's resources in one language or variety may be very different in nature from their resources in another. However, the fundamental point is that plurilinguals have a *single*, interrelated, repertoire that they combine with their general competences and various strategies in order to accomplish tasks. (Consejo de Europa, 2020: 30)

Una sociedad tan globalizada como en la que vivimos, en la que las habilidades para comunicarnos son las que más puertas nos abren, necesariamente tiene que entender cuál es el origen de la herramienta que nos conecta: el lenguaje. La visión que tenemos

ahora sobre el funcionamiento del sistema neurológico y el aprendizaje de lenguas, tanto de la lengua materna como de LE, no hace más que empujarnos en esta dirección de estudio acerca del plurilingüismo. El modelo D/P de Ullman es una muestra impecable de las investigaciones de la misma talla que avalan esta postura y de las que da cuenta el *MCER*:

That idea has since been supported by psycholinguistic and neurolinguistic research in relation to both people who learn an additional language early in life and those who learn later, with stronger integration for the former. Plurilingualism has also been shown to result in a number of cognitive advantages, due to an enhanced executive control system in the brain. (Consejo de Europa, 2020: 31)

Consideramos que es necesario pasar ahora a analizar con más detenimiento las consecuencias pedagógicas de la aplicación de la Neurociencia cognitiva a la enseñanza de idiomas. Dado que hemos hablado sobre la adquisición de la gramática y léxico en el presente trabajo, podemos ahora acercarnos a dos problemas que se pueden encontrar los profesores de lenguas –en nuestro caso de ELE–, que son: 1) cuáles son los contenidos que hay que enseñar y 2) cuál es el procedimiento de enseñanza más adecuado para que los alumnos aprendan a ser hablantes competentes de una lengua. El enfoque neurocognitivo tiende puentes hacia una nueva forma de entender la educación, en tanto que el lenguaje se concibe como un “nudo” de elementos relacionados entre sí, de modo que

el proceso de enseñanza-aprendizaje ha de posibilitar actividades relacionadas con las diferentes acepciones de las unidades léxicas (semántica), con su estructura (lexicogénesis), con las relaciones paradigmáticas (hiperonimia, sinonimia, antonimia, polisemia...), con las relaciones sintagmáticas (combinaciones, colocaciones, expresiones fijas...) y con el valor discursivo que implica el contenido que se comunica; todo ello procurando siempre que queden integradas en la unidad, lección o tarea final, de acuerdo con los objetivos específicos de la programación y la madurez de los alumnos. (Gómez Molina, 2004: 28)

Queremos retomar los trabajos de Ullman y algunas de sus conclusiones del modelo D/P que podemos enmarcar en el contexto de la neuroeducación. Todo lo que hemos presentado sobre el mencionado modelo y la memoria, lo hemos hecho porque

as we come to understand why there are similarities or differences between L1 and L2, we may better be able to draw conclusions about how instruction can best be structured to promote successful L2 acquisition. (Morgan-Short y Ullman, 2018: 293)

No podemos seguir manteniendo el esquema de aprendizaje puramente memorístico que impera hoy en día, sino que el proceso de mejora de la calidad de la enseñanza de idiomas ha de apoyarse en una educación focalizada en la procedimentalización del conocimiento. Sabemos que esto puede suponer un problema si

consideramos a los aprendices de LE adultos, cuyo procesamiento de la MP es mucho más deficiente que el de los niños, ya que «there are limits on the effects of instruction on L2 acquisition» (Ullman, 2020: 153). No obstante, tal y como apuntan Green, Crinion y Price, el fenómeno de «convergence predicts that the acquisition of another language will have both functional and structural consequences» (Green, Crinion y Price, 2006: 100), algo que ya hemos comprobado gracias al modelo D/P. Asimismo, «[LE] neural representation might converge with the neural representations activated in native speakers» (Green, Crinion y Price, 2006: 101). En este sentido, el aprendizaje y la representación mental de una LE converge con la de la LM a medida que el aprendiz mejore su competencia comunicativa. Gracias a la Neurociencia se ha podido comprobar que no es necesaria una diferenciación estricta entre el proceso de adquisición de la LM y el de aprendizaje de una LE, sino que el camino que se ha de recorrer toma un rumbo diferente.

Las investigaciones de Ullman resultan esclarecedoras, puesto que hay entornos de aprendizaje que favorecen la procedimentalización, independientemente de la edad de aprendizaje:

As we have seen, implicit, uninstructed, immersion-like L2 training appears to be more effective than explicit, instructed, classroom-like training for the proceduralization of grammar and the attainment of L1-like grammatical processing. (Ullman, 2020: 153)

Los contextos de inmersión lingüística aseguran la presencia de *inputs* suficientes como para que se produzca la estimulación cognitiva propia del aprendizaje. Aunque casi todos los datos ofrecen un horizonte un tanto pesimista en lo referente al éxito de los aprendices de LE adultos para alcanzar un alto grado de eficiencia, lo cierto es que el modelo D/P nos permite entender mejor por qué nunca será posible el procesamiento de la LE con la misma naturalidad que la LM y por qué esto, en realidad, no es un problema tan grave como parece:

It is not the case that such learners are unable to achieve L1-like neural processing. Rather increasing evidence suggests that they can do so, not only for lexical/ semantics but also for at least some aspects of grammar. Of course native-like neurocognition does not imply native-like proficiency (conversely, high L2 proficiency does not necessarily suggest a dependence on native-language neurocognitive mechanisms; Ullman, 2005). Nevertheless, given that L1 mechanisms are evidently extremely well-suited to language, it is quite plausible that native-like proficiency might be reliably attained only with native-language neurocognitive mechanisms. (Morgan-Short y Ullman, 2018: 293)

No se puede esperar que un hablante de una LE se comporte como un hablante nativo porque, sencillamente, no es nativo. Al menos desde el punto de vista neurológico nunca va a serlo por completo, pero la práctica del idioma permitirá una mayor competencia. En relación con este tema, hacemos un inciso para mencionar un aspecto relativo a las condiciones de las investigaciones que analizan el procesamiento gramatical en hablantes de LE adultos. La mayoría de los estudios neurocognitivos comparan las rutas mentales que sigue la gramática en aprendices de una LE con sujetos hablantes de su lengua materna, todos adultos y de la misma edad. Ullman se cuestiona si esto representa un problema para las investigaciones, ya que los informantes, en realidad, no se encuentran en el mismo estadio de aprendizaje de una y otra lengua. Me parece interesante la idea que lanza sobre profundizar en estudios comparativos entre sujetos con una L1 y una LE que tengan la misma cantidad (en años) de exposición a la lengua:

most neurocognitive studies do not compare L1 children with L2 adults (e.g., both after ten years of language exposure). Rather, as pointed out earlier, most studies comparing the neurocognition of L2 with L1 examine both groups at the same age, and thus at different points in the learning trajectory. This is not problematic per se, but it must be kept in mind when interpreting the data. (Ullman, 2020: 140)

Mientras se abre la posibilidad de variar las características de los sujetos para calibrar el impacto de todos los ángulos posibles de estudio, comprobamos que hay cierto consenso en lo referente a la influencia del tipo de instrucción que se reciba de la LE. Gran parte de la información que hemos recabado a lo largo de este trabajo nos permite coincidir con Morgan-Short y Ullman cuando alegan que «the type of training and instruction can influence the achievement of L1-like neurocognitive mechanisms» (Morgan-Short y Ullman, 2018: 293). Como ya avanzamos, la inmersión lingüística, es decir, el aprendizaje implícito, es uno de los ejemplos de contextos educativos (o sociales) más eficaces que permite alcanzar con mayor celeridad un alto grado de competencia en la LE, ya que implica procesos de aprendizaje de la MP. En cambio, las situaciones más tradicionales de aprendizaje basadas en clases expositivas sobre la gramática de la lengua extranjera desvían la dependencia de la atención y memorización a la declarativización del conocimiento. De nuevo, Morgan-Short y Ullman ofrecen dos evidencias en su estudio:

(a) The only study to examine the effects of explicit and implicit training on the neurocognition of L2 found that when processing syntactic elements of an artificial L2, implicitly trained learners evidenced both the automatic and controlled processes [...] seen in native speakers whereas explicitly trained learners evidenced controlled [...] but not automatic processes (Morgan-Short *et al.*, in press); and b) an examination of neurocognitive studies of natural L2 showing L1-like grammatical

processing suggests that these effects are generally found in L2 learners who have been immersed in their L2 for non-trivial amounts of time. [...] The evidence suggests that immersion may be an important element in attaining native-like neurocognition. (Morgan-Short y Ullman, 2018: 293-294)

Para concluir este trabajo, queremos comentar que todavía nos queda un largo camino que recorrer hasta que los avances en Neurociencia Cognitiva puedan extenderse por todo el sistema educativo para explotar todo su potencial como herramienta útil en la enseñanza de lenguas extranjeras. En definitiva, no podemos estar más que de acuerdo con Morgan-Short y Ullman: «we strongly believe that the future of L2 research should be bi-directional in the sense that the fields of SLA [adquisición de segundas lenguas] and cognitive neuroscience should inform each other» (2012: 294).

Conclusiones

Muchas veces no somos conscientes de la trascendencia de hablar una segunda lengua. Independientemente de si se hace con menor o mayor soltura o de si necesitamos más o menos esfuerzo para aprenderla, el hecho de tener la capacidad de comunicarnos mediante un código diferente al que nos es natural, implica un esfuerzo por parte de nuestro sistema nervioso central que suele pasar desapercibido. Gracias a este trabajo podemos asomarnos a la manera en la que nuestro cerebro procesa el aprendizaje en términos generales y, específicamente, en cómo interactúa con otras estructuras del sistema nervioso y la información que recibe de su entorno en lo relativo al aprendizaje de LE. Todo lo que hemos analizado hasta el momento nos ha ayudado a entender que el aprendizaje de una lengua es una empresa totalmente distinta al aprendizaje de otras materias y que, por consiguiente, todo el sistema vinculado a su enseñanza/aprendizaje debe estar acomodado a sus características.

La visión dirigida que hemos ofrecido sobre el sistema nervioso nos ha permitido encaminar nuestro estudio hacia las partes que consideramos esenciales para entender, no solo este trabajo, sino el funcionamiento de la adquisición de la LM y aprendizaje de LE. Consideramos que hemos analizado componentes neurológicos como son los GB y el LTM que invitan a desmitificar la idea de que el cerebro es una masa que los dirige todo y de la que poco aspiramos a saber porque es casi inescrutable. En cambio, ahora que entendemos la implicación de estas estructuras en el procesamiento del lenguaje también podemos hacernos una idea de cómo somos capaces de configurar nuestra propia visión del mundo y de nosotros mismos. Asimismo, incluir al cerebelo como otro actor en la facultad del lenguaje da cuenta de que siempre va a existir una parte de la realidad que desconozcamos y que en materia de lingüística clínica y cognitiva todavía queda mucho por saber.

Analizar los papeles que cumplen la memoria y la capacidad de aprender ha resultado decisivo para entender en este trabajo que son procesos mentales altamente organizados, estructurados y que también pueden potenciarse si prestamos atención al tipo de información que les suministramos. La memoria es una de las bases de la educación actual, pero hemos entendido que de forma clásica todo el mundo se refiere a la memoria declarativa cuando habla de esta facultad, pero se olvida o desconoce la existencia de los otros tipos que hemos analizado. Bajo nuestro punto de vista, orientar el aprendizaje de LE hacia una metodología que tenga en cuenta la memoria de trabajo y la

memoria procedimental, además de integrar la memoria declarativa como un elemento de apoyo, sería una de las claves de la transformación que mencionamos en el apartado 4 de este trabajo.

El modelo D/P nos ha dado un trasfondo teórico con evidencias empíricas importantísimo para dar validez a nuestras ideas. Creemos que sus puntos fuertes son la ruptura de la idea de una especialización estricta del cerebro y su afán por demostrar la interconexión de la MD y MP en el aprendizaje. En lo referente a este punto, nos ha parecido muy reveladora la ruta que traza para el aprendizaje de LE, ya que ampara nuestra idea de que los idiomas no deben enseñarse ni ser aprendidos como si de una asignatura más del instituto se tratase. Dos de las ideas más interesantes que hemos extraído del modelo D/P son las siguientes:

1. La edad de aprendizaje de una LE es un factor decisivo para la procedimentalización de los conocimientos. Cuanto antes se empiece el aprendizaje de un nuevo idioma, más natural será su procesamiento mental y su producción. Puede que la creencia de que los niños pequeños aprenden mejor cualquier cosa que los adultos ya estuviese afianzada culturalmente, pero creemos que saber la razón del porqué logrará dirigir la atención hacia la propuesta de soluciones apropiadas. En el caso de los adultos, las medidas deberían correr en sentido paralelo, adecuándose a sus condiciones neurolingüísticas.
2. La efectividad de los contextos de inmersión lingüística en cuanto al aprendizaje de LE es exponencialmente superior a la de los contextos enfocados a analizar la gramática y léxico de una lengua, sin asignar contextos ni referentes fonológicos en uso. En términos de Ullman, el aprendizaje enfocado en la procedimentalización del conocimiento debe ser el que más nos interese conseguir, teniendo en cuenta que el modelo de educación tradicional basado en la memoria declarativa no ha dado los frutos deseados.

En las ideas que presenta Michael Ullman hemos visto una conexión inintencionada a la teoría sobre el lenguaje de Ray Jackendoff. Los pensamientos de uno y otro se complementan sin ni siquiera dar el mismo nombre al mismo proceso o estructura. De Jackendoff hemos querido hacernos eco de su desglose de la parte del lenguaje que depende de la MD y de la que implica la actuación de varios sistemas de memoria porque se crea o se procesa en el mismo momento en que se recibe o se quiere emitir. Los razonamientos de Jackendoff nos han permitido seguir la ruta de la adquisición de la LM,

pero gracias al modelos D/P, hemos podido aplica su teoría a los aprendices de LE, lo cual aporta una perspectiva nueva para la investigación lingüística que invitamos a que otros retomen en un futuro próximo. Asimismo, la Hipótesis de Sintaxis más Simple nos ha proporcionado un nuevo ángulo desde el que analizar las relaciones internas del lenguaje, gracias a la relevancia que da al componente semántico del lenguaje. Culicover y Jackendoff articulan una teoría, en nuestra opinión, muy clara y sencilla de entender, y que, además, contribuye a fortalecer nuestra visión del aprendizaje de LE basado en el uso real de la lengua y de pedagogías asociadas a las investigaciones de la Neurociencia Cognitiva.

El último de los apartados que hemos incluido en nuestro trabajo hemos querido ofrecer nuestra postura al respecto de la enseñanza/aprendizaje de LE a la luz de todas las teorías que hemos analizado para que se entienda nuestra visión sobre el futuro de la educación. El proceso de recopilación de información para elaborar este trabajo nos ha devuelto una conclusión muy evidente: es necesario investigar más sobre la aplicación de la Neurociencia Cognitiva en la enseñanza de LE. La naturaleza de este trabajo de fin de máster nos ha impedido trabajar por nuestra cuenta mediante la creación de un estudio empírico propio con muestras reales de alumnos de LE, por lo que los datos que nos hemos encontrado en los modelos teóricos que hemos mencionado han sido fundamentales para alcanzar nuestros objetivos.

El creciente interés que ha despertado la Neurociencia Cognitiva, no solo enfocada en la educación, sino en múltiples ámbitos sociales, amerita el estudio que hemos llevado a cabo. Nosotros invitamos a que se siga profundizando en nuevas pedagogías que tengan en cuenta el rendimiento neurológico y que su campo de aplicación no solo se cierre sobre los apartados típicos –fundamentalmente, la gramática y el léxico–, sino que se exploten otras materias. Nos referimos, por ejemplo, a la literatura, cuya aplicación canónica se adscribe al trabajo de la MD mediante lecturas de textos y preguntas sobre los mismos que no suponen mayor esfuerzo cognitivo que buscar en el propio fragmento la respuesta. Gracias a lo que sabemos sobre el procesamiento del lenguaje en el cerebro, sobre la memoria y el aprendizaje, podríamos aumentar el rendimiento cognitivo que requieren este tipo de tareas, de manera que estaríamos aplicando los postulados neurocognitivos de formas que hasta ahora poco o nada se han planteado.

Queremos reiterar nuestra idea de que la Neurociencia Cognitiva no hará más que reportar cambios positivos, específicamente en el aprendizaje de LE. Somos conscientes de que se tendría que dar un cambio en el paradigma, no solo educativo, sino también

cultural, en la medida en que a partir de entonces se tendrían que empezar a valorar aspectos que hasta ese momento no se habían considerado importantes o poco se sabía sobre ellos. En definitiva, intentar comprender la naturaleza del lenguaje y su procesamiento en nuestra mente para mejorar las técnicas implicadas en la enseñanza y aprendizaje de LE ha sido nuestra principal meta. Dejamos para el futuro el debate de los resultados de estudios como el nuestro.

Bibliografía

- ADROVER ROIG, D, MUÑOZ MARRÓN, E., SÁNCHEZ-CUBILLO, I. y MIRANDA GARCÍA, R. (2013). «Neurobiología de los sistemas de aprendizaje y memoria». En D. Redolar Ripoll, *Neurociencia cognitiva*. Madrid: Editorial Médica Panamericana. Págs.: 411-438.
- ACKERMANN, H. y BRENDEL B. (2016). «Cerebellar contributions to speech and language». En G. Hickok y S. L. Small (eds.), *The neurobiology of language*. Nueva York: Academic Press Elsevier. Págs.: 73-84.
- ARDILA, A., BERNAL, B. y ROSSELLI, M. (2017). «Should Broca's area include Brodmann area 47?». *Psicothema*. Vol. 29, n.º 1, págs.: 73-77. DOI: 10.7334/psicothema2016.11.
- BLEY-VROMAN, R. (1989). «What is the logical problem of foreign language learning?». En S. M. Gass y J. Schachter (eds.), *Linguistic perspectives on second language acquisition*. Cambridge: Cambridge University Press. Vol. 4, págs: 41-68.
- BOSTAN, A. C. y STRICK, P. L. (2018). «The basal ganglia and the cerebellum: nodes in an integrated network». *Nature Reviews Neuroscience*. Vol. 19, n.º 6, págs.: 338-350. DOI:10.1038/s41583-018-0002-7 [Manuscrito del autor, págs.: 1-31].
- BUCHSBAUM, B. R. (2016). «Working memory and language». En G. Hickok y S. L. Small (eds.), *The neurobiology of language*. Nueva York: Academic Press Elsevier. Págs.:863-875.
- BUNSEY, M. (2002). «Conservation of a hippocampal role in representational flexibility». En S. B. Fountain, M. Bunsey, J. H. Danks, y M. K. McBeath (eds.), *Animal cognition and sequential behavior: Behavioral, biological, and computational perspectives*. New York, NY: Springer. Págs.: 229-247.
- CLAHSEN, H. Y FELSER, C. (2006). «How native-like is non-native language processing?». *Trends in Cognitive Sciences*. Vol. 10, n.º 12, págs.: 564-570. DOI: 10.1016/j.tics.2006.10.002.
- CONSEJO DE EUROPA (2002). *Marco Común Europeo de Referencia para las Lenguas: aprendizaje, enseñanza, evaluación*. Madrid: Secretaría General Técnica del MECD-Subdirección General de Información y Publicaciones, y Grupo ANAYA, S.A.

- (2020). *Common European Framework of Reference for Languages: Learning, teaching, assessment - Companion volume*. Estrasburgo: Council of Europe Publishing.
- CULICOVER, P. W. y JACKENDOFF, R. (2005). *Simpler Syntax*. Nueva York: Oxford University Press.
- (2006). «The simpler syntax hypothesis». *Trends in Cognitive Sciences*. Vol. 10, n.º 9, págs.: 413-418. DOI: 10.1016/j.tics.2006.07.007.
- (2019). «Simpler Syntax». En Kertész, A., Moravcsik, E. y Rákosi, C. (eds.), *Current Approaches to Syntax*. Berlin, Boston: De Gruyter Mouton, 2019, Págs.: 97-122. DOI: 10.1515/9783110540253-004.
- DUFF, M. C., y BROWN-SCHMIDT, S. (2012). «The hippocampus and the flexible use and processing of language». *Frontiers in Human Neuroscience*. Vol. 6, art. 69, págs.: 1-11. DOI: 10.3389/fnhum.2012.00069.
- ETCHEPAREBORDA, M. C. y ABAD-MAS, L. (2005). «Memoria de trabajo en los procesos básicos del aprendizaje». *Revista de Neurología*. Vol. 40, supl. 1, págs.: 79-83.
- FARETTA-STUTENBERG, M. y MORGAN-SHORT, K. (2018). «The interplay of individual differences and context of learning in behavioral and neurocognitive second language development». *Second Language Research*. Vol. 34, n.º 1, págs.: 67-101. DOI: 10.1177/0267658316684903.
- GABRIELI, J. D. E., COHEN, J. C. y CORKIN, S. (1988). «The impaired learning of semantic knowledge following bilateral medial temporal lobe resection». *Brain Cognition*. Vol. 7, n.º 2, págs.: 157-177. DOI: 10.1016/0278-2626(88)90027-9.
- GOLDBERG, A. E. (1995). *Constructions: a construction grammar approach to argument structure*. Chicago: University of Chicago Press.
- (2003). «Constructions: a new theoretical approach to language». *Trends in Cognitive Sciences*. Vol. 7, n.º 5. págs.: 219-224. DOI: 10.1016/S1364-6613(03)00080-9
- GÓMEZ MOLINA, J. R. (2004). «Las unidades léxicas en español». *Carabela*. N.º 56, págs.: 27-50.
- GONZÁLEZ ÁLVAREZ, J. (2013). «La mente y el cerebro: historia y principios de la neurociencia cognitiva». En D. Redolar Ripoll, *Neurociencia cognitiva*. Madrid: Editorial Médica Panamericana. Págs.: 3-26.
- GONZÁLEZ GARCÍA, F. (2012). «La(s) gramática(s) de construcciones». En I. Ibarretxe-Antuñano y J. Valenzuela Manzanares (dirs.), *Lingüística cognitiva*. Barcelona: Anthropos Editorial. Págs.: 249-280.

- GRANENA, G. (2016). «Cognitive aptitudes for implicit and explicit learning and information-processing styles: An individual differences study». *Applied Psycholinguistics*. Vol. 37, n.º 3, págs.: 577-600. DOI: 10.1017/S0142716415000120
- GREEN, D. W., CRINION, J. y PRICE, C. J. (2006). «Convergence, degeneracy and control». *Language Learning*. Vol. 56, supp. 1, págs.: 99-125.
- GUILLÉN, J. C. (2017). *Neuroeducación en el aula. De la teoría a la práctica*. Createspace Independent Publishing Platform.
- HICKOK, G. y SMALL, S. L. (2016). «The Neurobiology of Language». En G. Hickok y S. L. Small (eds.), *The neurobiology of language*. Nueva York: Academic Press Elsevier.
- IBARRETXE-ANTUÑANO, I. y VALENZUELA, J. (2012). «Lingüística cognitiva: origen, principios y tendencias». En I. Ibarretxe-Antuñano y J. Valenzuela Manzanares (dirs.), *Lingüística cognitiva*. Barcelona: Anthropos Editorial. Págs.: 13-38.
- JACKENDOFF, R. (2002). *Foundations of language. Brain, Meaning, Grammar, Evolution*. Nueva York: Oxford University Press.
- JACKENDOFF, R. y AUDRING, J. (2016). «Morphological schemas. Theoretical and psycholinguistic issues». *The Mental Lexicon*. Vol. 11, n.º 3, págs.: 467-493. DOI: 10.1075/ml.11.3.06ja
- JENSEN, E. (2004). *Cerebro y aprendizaje. Competencias e innovaciones educativas*. Madrid: Narcea.
- LAVILLA CERDÁN, L. (2011). «La memoria en el proceso de enseñanza/aprendizaje». *Pedagogía Magna*. N.º 11, págs.: 311-319.
- MARVEL, C. L. y DESMOND, J. E. (2010). «Functional topography of the cerebellum in verbal working memory». *Neuropsychology Review*. Vol. 20, n.º 3, págs.: 271-279. DOI: 10.1007/s11065-010-9137-7
- MORGAN-SHORT, K., STEINHAEUER, K., SANZ, C. y ULLMAN, M. T. (2012). «Explicit and implicit second language training differentially affect the achievement of native-like brain activation patterns». *Journal of Cognitive Neuroscience*. Vol. 24, n.º 4, págs.: 933-947.
- MORGAN-SHORT, K. y ULLMAN, M. T. (2012). «The neurocognition of second language». En S. M. Gass y A. Mackey (eds.), *The Routledge handbook of second language acquisition*. Nueva York: Routledge. Págs.: 282-299.

- MUÑOZ MARRÓN, E. y PERIÁÑEZ MORALES, J. A. (2013). *Fundamentos del aprendizaje y del lenguaje*. Barcelona: Editorial UOC.
- PARADIS, M. (2004). *A neurolinguistic theory of bilingualism*. Ámsterdam: John Benjamins.
- (2009). *Declarative and procedural determinants of second languages*. Ámsterdam: John Benjamins.
- PORTELLANO, J. A. (2011). *Introducción a la neuropsicología*. Madrid: McGraw-Hill Interamericana de España.
- REDOLAR RIPOLL, D. (2013). «Introducción a la organización del sistema nervioso». En D. Redolar Ripoll, *Neurociencia cognitiva*. Madrid: Editorial Médica Panamericana. Págs.: 67-110.
- RUETTI, E., JUSTEL, N. y BENTOSELA, M. (2009). «Perspectivas clásicas y contemporáneas acerca de la memoria». *Suma Psicológica*. Vol. 16, n.º 1, págs.: 65-83.
- SÁNCHEZ RUFAT, A. (2016). «Apuntes sobre la revalorización del léxico en la teoría lingüística y en la enseñanza de lenguas». *Tejuelo*. N.º 23, págs.: 158-200. DOI: 10.17398/1988-8430.23.1.158
- SHIMAMURA, A. P. (2010). «Hierarchical relational binding in the medial temporal lobe: the strong get stronger». *Hippocampus*. Vol. 20, n.º 11, págs.: 1206-1216. DOI: 10.1002/hipo.20856.
- STARK, S. M y STARK, C (2016). «Introduction to memory». En G. Hickok y S. L. Small (eds.), *The neurobiology of language*. Nueva York: Academic Press Elsevier. Págs.: 841-854.
- ULLMAN, M. T. (2001a). «The neural basis of lexicon and grammar in first and second language: the declarative/procedural model». *Bilingualism: Language and Cognition*. Vol. 4, n.º 1, págs.: 105-122.
- (2001b). «A neurocognitive perspective on language: the declarative/ procedural model». *Nature Reviews Neuroscience*. Vol. 2, págs.: 717–726.
- (2016). «The Declarative/Procedural Model: A neurobiological model of language learning, knowledge and use». En G. Hickok y S. L. Small (eds.), *The neurobiology of language*. Nueva York: Academic Press Elsevier. Págs.: 953-968.
- (2020). «The Declarative/Procedural Model: A Neurobiologically-Motivated Theory of First and Second Language». En B. VanPatten, G. D. Keating, y S. Wulff (eds.), *Theories in Second Language Acquisition*. Routledge. 3.^a ed., págs.: 128-161.

ULLMAN, M. T., EARLE, F. S., WALENSKI, M., y JANACSEK, K. (2020). «The neurocognition of developmental disorders of language». *Annual Review of Psychology*. Vol. 71, págs.: 389-417. DOI: 10.1146/annurev-psych-122216-011555

Anexo

Figura 1: principales áreas del lenguaje en el hemisferio izquierdo (Portellano, 2011: 205)

1= Área Prefrontal. 2 = Área de Broca. 3 = Área Motora Primaria. 4= Circunvolución de Heschl. 5= Área de Wernicke. 6=Circunvoluciones Supramarginal y Angular. 7= Corteza Visual Asociativa

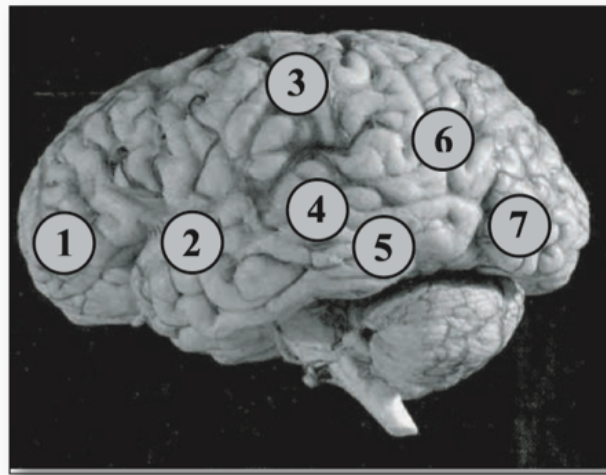


Figura 2: sección sagital del encéfalo visto desde el lado izquierdo con las partes que nos interesan de él (Adaptado de Ullman, 2010: 130)

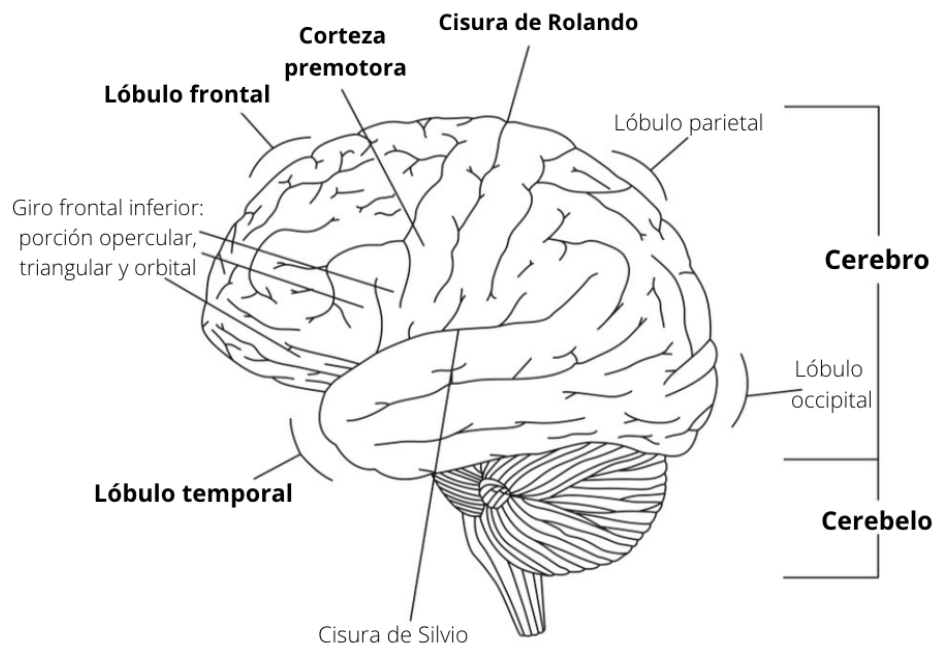
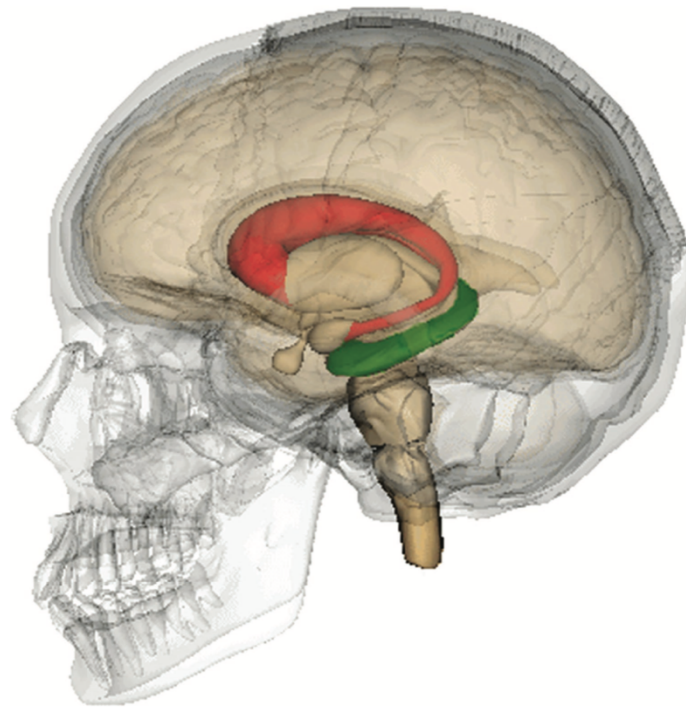


Figura 3: Núcleo caudado (rojo) en los GB y el hipocampo (verde) en el LTM (Ullman, 2020: 132)



Esquema 1: modalidades de memoria



Esquema 2. Dos esquemas contrapuestos para la estructura de la oración *Joe has put those raw potatoes in the pot*. (a) representa el esquema del Programa minimalista de la gramática generativa que se guía por el principio de composicionalidad de Frege, mientras que (b) tiene la estructura –visiblemente menos complicada y despojada de redundancias– por la que apuesta la hipótesis de la SmS (Culicover y Jackendoff, 2006: 415).

