

Analysis of developmental changes in lexical  
decision tasks:  
Differences between well elderly and university  
students



Universitat Politècnica de València

TESIS DOCTORAL

María del Carmen Moret Tatay



# ÍNDICE GENERAL

<b>1. Introducción</b>	<b>19</b>
<b>2. Estado del arte</b>	<b>29</b>
<b>3. Modelos de acceso al léxico y reconocimiento visual de palabras</b>	<b>49</b>
3.1. Modelo de Logogen . . . . .	51
3.2. Modelos de Búsqueda de Forster . . . . .	52
3.3. Modelo de Activación-Verificación . . . . .	52
3.4. Modelo de Doble Ruta . . . . .	53
3.5. Modelo de Activación Interactiva (IAM) . . . . .	54
3.6. Modelo de lectura múltiple . . . . .	55
3.7. Modelo SOLAR . . . . .	56
3.8. Modelo de solapamiento . . . . .	57
3.9. Modelo SERIOL . . . . .	59

<b>4. Diferencias entre las variantes de la TDL</b>	<b>61</b>
4.1. Participantes . . . . .	66
4.2. Materiales . . . . .	67
4.3. Diseño . . . . .	69
4.4. Procedimiento . . . . .	69
4.5. Resultados . . . . .	70
4.5.1. Experimento 1: jóvenes universitarios . . . . .	70
4.5.2. Experimento 2: personas mayores . . . . .	71
<b>5. Ajuste a través de una distribución ex-gaussiana</b>	<b>79</b>
<b>6. TDL y base de datos LEXESP</b>	<b>97</b>
<b>7. Conclusiones y Discusión general</b>	<b>101</b>
7.1. Conclusions and Discussion . . . . .	102
7.2. Conclusions i Discussió . . . . .	108
7.3. Conclusiones y Discusión . . . . .	114
<b>8. Futuras líneas de investigación</b>	<b>123</b>
<b>A. Estímulos empleados en las TDL</b>	<b>165</b>

Pedro Fernández de Córdoba Castellá, catedrático del Departamento de Matemática Aplicada de la Universitat Politècnica de València (UPV), y Esperanza Navarro Pardo, profesora contratada doctora del Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación de la Universitat de València (UV),

CERTIFICAN: La presente Memoria, realizada bajo su dirección, “Analysis of developmental changes in lexical decision tasks: Differences between well elderly and university students” por Dña. María del Carmen Moret Tatay se presenta como Tesis para obtener el grado de Doctora en el programa de Doctorado en Matemáticas de la entidad académica responsable, Departamento de Matemática Aplicada de la Universitat Politècnica de València (UPV).

Y para que así conste presenta la referida Memoria, firmando este certificado.

Pedro Fernández de Córdoba Castellá      Esperanza Navarro Pardo



## AGRADECIMIENTOS

*“Nobody can reproduce these talks verbatim, but I believe that the spirit of what the people said, and how they did, is conserved”* Prefacio, The part and the whole, Werner Heisenberg

Esta tesis está dedicada a mi madre, a quien agradezco de todo corazón su amor, cariño y paciencia. A mis hermanas Inés, Lola y Amparo. Siento que hayan tenido que sufrir mi estrés y preocupaciones. A mi cuñado Manolo y a mi sobrina Inés. A mi familia, en especial a mis primos y tías.

A La Universidad Católica de Valencia donde se me ofreció la oportunidad de dar clases, fomentando mi interés en este ámbito. A Gabriel Martínez, Paco Gallego, Lola Grau y Beatriz Soucase, por todo su cariño y confianza que han depositado en mí. A Eva Rosa, Sandra Pérez, Pilar Sellés, David Martínez, Gloria Bernabé, Ximo

García y el resto de mis compañeros de departamento por su apoyo. A la Cátedra Energesis y a toda las personas que la conforman.

A Marcin Szczerbinski, Martin Jung y Jerusa Salles por sus sugerencias. A todos aquellos que trabajan tan duro en InterTech. A Arnau Montagud y Borja Badenes, que siempre ha tenido un momento para ayudarme o facilitarme información. A Ana Belén Navarro, que me ha ayudado tanto con el desarrollo de esta tesis, con el pase experimental, por sus comentarios y aportaciones. A Minerva Báguena, Javier Urchueguía y Humberto Michinel. A tres personas que tuve la suerte de encontrar hace un año: Gracias, Teresa Pastor, Andrea Vázquez y Romina Díaz. Y en especial, a Daniel Gamermann: gracias por toda su paciencia y horas invertidas en enseñarme  $\LaTeX$  y ajustes con el GNU plot.

A David Gil de Ramales, Oliver Valero, Clarilla Panea, Joaquín Ruíz, Marina Andreu, María Niclós, Inma Colata, Laura González, José Ma Roig, José Vázquez, nuevamente a mis hermanas, y a tantos otros estudiantes de primer Curso de Psicología y a las personas mayores del programa de la Experiencia de la Universidad de Salamanca que participaron de forma “casi” voluntaria en éstos y otros experimentos sin objeciones. A Nadja Teistler, Bibiana Pérez, Vincent Mathieu y Fabio Bernardoni, y en especial a Mar Rodríguez, que me ha apoyado tanto, no podría imaginar una amiga mejor. Gracias a todos por vuestro cariño y amistad.

Llegado a este momento no puedo evitar pensar en personas importantes que encontré durante el camino. A Vicente Zanón, Daniel

Bautista, Carolina Chaparro, Rosana Guaita, Cristina González, Pilar Moliner, Encarna Taberner, María José Buch y el resto de mis antiguos compañeros en Medicina preventiva y SP, que me iniciaron en la investigación.

A mis amigas y compañeras de Psicología, Yolanda Garrido, Laura Pérez, Ana Iranzo, Ruth García, Estela Ferris, Vanesa Zalve, Carol Belda y Nuria Tomás. Por otro lado, Virginia Ruiz, Mariola Benítez, Triana Díaz, María José Córdova, Michel Khazzaka Otell, Tenzul Zamora, Diana Giménez, Cynthia Tiny, João Da Veiga, Nasrine Ferrag, Djamil Ferrag y todos aquellos que compartimos Montpellier en 2006. Vous me manquez terriblement.

Este último párrafo es el más difícil de expresar para mí. Lo escribí y reescribí decenas de veces y aún así no logro expresar mi agradecimiento y aprecio por Pedro y Esperanza. Habéis sido unos directores de tesis “estratosféricos” y todo un ejemplo en lo académico y en lo personal. Gracias, Esperanza, por conseguir devolverme la ilusión y enseñarme que podemos mantenernos en pie y seguir adelante.

Y a todos aquellos que deberían figurar en esta lista, gracias por formar parte de la historia que no aparece escrita en esta tesis.



*A la memoria de mi padre, mis tíos y abuelos*



## **ABSTRACT**

When conducting an experiment on visual word recognition, yes/no variant of lexical decision task is one of the most employed. Previously research have prove that error rates and/or response times tend to be higher in yes/no task for developing readers than go/no-go task and adults (Moret-Tatay, C & Perea, M., 2011; Perea , M., Rosa, E., & Gómez, C., 2002), however effects are not affected for last ones. Nevertheless, there is no research indicating which task is more suitable for the elderly. We conducted a lexical decision experiment that compared the yes/no and go/no-go variants of the lexical decision task with 40 elderly people (University of Salamanca) and 40 University students (students at Saint Vincent Martyr Catholic University of Valencia). Results showed that error rates were lower in the go/no-go task than in the yes/no task, lexical decision times were substan-

tially faster in the go/no-go task. Due to difficulties when analysing asymmetrical distributions, here, we suggested an alternative strategy, characterising shape by fitting an explicit distribution function, most commonly the ex-Gaussian distribution (McGill, 1963).

## RESUM

En dur a terme un experiment en reconeixement visual de paraules, la variant si/no de la tasca de decisió lèxica és una de les més emprades. Investigacions anteriors han demostrat que les taxes d'error i el temps de resposta tendeixen a ser majors en la tasca si/no que en la tasca go/no-go per als lectors en desenvolupament i els estudiants universitaris (Moret-Tatay, C & Perea, M., 2011; Perea, M., Rosa, E., & Gómez, C., 2002), però les magnituds dels efectes no es veuen afectades en els últims. Tanmateix, es desconeix quina tasca és més adequada per a les persones d'edat avançada. Per això, hem portat a terme un experiment de decisió lèxica que va comparar la tasca si/no i go/no-go amb 40 persones d'edat avançada (Univer-

sitat de Salamanca) i 40 estudiants universitaris (Universitat Catòlica de València, Sant Vicent Màrtir). Els resultats van mostrar que les taxes d'error van ser inferiors en la tasca go/no-go que en la si/no, i els temps de decisió lèxica, van ser substancialment més ràpids en la tasca go/no-go. A causa de les dificultats en analitzar distribucions asimètriques, en aquest treball suggerim una estratègia alternativa, la forma de caracterització mitjançant l'ajustament d'una funció de distribució explícita: la distribució ex-Gaussiana (McGill, 1963).

## RESUMEN

Al llevar a cabo un experimento en tareas de reconocimiento visual de palabras, la variante sí/no de la tarea de decisión léxica es una de las más empleadas. Investigaciones anteriores han demostrado que las tasas de error y los tiempos de reacción tienden a ser mayores en tareas sí/no que para las tareas go/no-go en lectores en desarrollo y adultos (Moret-Tatay, C. & Perea, M., 2011; Perea, M., Rosa, E., & Gómez, C., 2002), no obstante, la magnitud de los efectos no se ve afectada. Sin embargo, todavía se desconoce qué tarea es más adecuada para personas de edad avanzada. Para ello, llevamos a cabo un experimento de decisión léxica, que comparó las variantes sí/no y go/no-go en 40 personas de edad avanzada (Uni-

versidad de Salamanca) y 40 estudiantes universitarios (Universidad Católica de Valencia San Vicente Mártir). Los resultados mostraron que las tasas de error fueron inferiores en la tarea go/no-go que en la tarea sí/no, y que los tiempos de decisión léxica eran sustancialmente más rápidos en la tarea go/no-go. Debido a las dificultades al analizar distribuciones asimétricas, en este trabajo se sugiere una estrategia alternativa, la forma de caracterización mediante el ajuste de una función de distribución explícita: la distribución ex-Gaussiana (McGill, 1963).

# CAPÍTULO *1*

---

## INTRODUCCIÓN

*“A scientist in his laboratory is not a mere technician: he is also a child confronting natural phenomena that impress him as though they were fairy tales.” Marie Curie.*

La población mayor de 65 años ha crecido en el último tercio del pasado siglo y se prevé que continúe aumentando en el futuro (Kinsella y Phillips, 2005). Las principales causas asociadas a este cambio de estructura social son el aumento de la expectativa de vida

y la disminución de la tasa de natalidad (Yuste, Rubio y Aleixandre, 2004). Dicho cambio también ha conllevado la proliferación de situaciones de dependencia y, por tanto, el aumento de cuidados y cuidadores. Muchos trabajos de investigación se han interesado por la disminución de las capacidades cognitivas a lo largo de la vida adulta, es decir, por intentar ralentizar el deterioro cognitivo o, al menos, retrasar la atención a la dependencia (Ball et al, 2007; Baltes y Lindenberger, 1988; Kramer y Willis, 2002; Noack, Lövdén, Schmiedek y Lindenberger, 2009; Verhaeghen, Marcoen, y Goossens, 1992). No obstante, el envejecimiento no debería entenderse como una situación problemática, sino más bien como un reto social, bajo el lema: vivir más y vivir mejor.

El envejecimiento del ser humano es un proceso natural y gradual, con transformaciones en varios niveles: biológico, psicológico, familiar y social. Por lo general, este término tiende a definirse como un proceso natural que depende de nuestra estructura genética y de variables de corte ambiental (cómo y dónde hemos vivido). Un ejemplo claro sobre la influencia de las diferencias demográficas respecto al envejecimiento es el caso de Cuba o Canadá. Según el informe de la CIA world factbook, la esperanza de vida en Canadá fue de 81,38 años y en Cuba 77,7 años en 2011, datos muy superiores a algunos países europeos: según informe del Organismo Mundial de la Salud (OMS) 2011, una de las esperanzas de vida más bajas fue 62,3 años en la República de Moldavia. Concretamente en nuestro país, y según los datos del INE (Instituto Nacional de Estadística,

2011), la esperanza de vida fue 81,87 años el año pasado, dato que refuerza lo comentado a comienzo de párrafo. Sin embargo, siendo el envejecimiento un proceso que se da tanto en seres humanos como animales, no se desarrolla de forma pareja, ni tan siquiera dentro de una misma especie.

De este modo, la mayor parte de las personas afronta una serie de cambios de carácter normativo y no normativo que, a su vez, presenta muchas diferencias entre sujetos. Destaca cómo las personas mayores experimentan una ralentización y una menor eficiencia en funciones cognitivas (Park, Polk, Mikels, Taylor y Marshuetz, 2001). En esta línea, la OMS desarrolló el término de “envejecimiento activo” diferenciándolo de otros subtipos de envejecimiento. La OMS entiende el “envejecimiento activo” como el proceso donde el bienestar físico, social y mental se ve favorecido a lo largo de toda la vida, haciendo referencia a la calidad de vida en la edad avanzada. En las últimas décadas se ha desarrollado una gran línea de investigación en torno a este punto. El envejecimiento con éxito (successful aging) surge a partir de los trabajos de Havighurst (1961). Más tarde, Rowe y Kahn (1987) realizaron una clasificación que se ha empleado hasta la actualidad: por un lado, el envejecimiento normal (primario), haría referencia a cambios graduales e inevitables de tipo biológico, psicológico y social como consecuencia del paso del tiempo (por ejemplo, las arrugas en la piel). Este tipo de envejecimiento debe diferenciarse del envejecimiento patológico, aunque a veces es muy difícil establecer la diferencia entre ambos. El envejecimiento

patológico o secundario, haría referencia a cambios asociados a enfermedades y hábitos negativos (entre otros muchos factores) que no forman parte del envejecimiento normal. Finalmente, el envejecimiento óptimo se referiría a las mejores condiciones físicas, psicológicas y sociales posibles, teniendo en cuenta los múltiples factores que intervienen en el proceso del envejecimiento. Los criterios seleccionados para la clasificación dentro de estos subtipos radican en variables tales como riesgo de enfermedad, funciones mentales y físicas, alimentación, interacciones y participación activa.

¿Podría el entrenamiento de las capacidades cognitivas ser un factor saludable dentro de este proceso? Efectivamente, la evidencia muestra que existen factores involucrados que podrían evitar un proceso patológico (Meléndez, Navarro, Oliver y Tomás, 2009). Uno de estos factores versa sobre el entrenamiento de capacidades cognitivas como es el proceso lector, tema que aborda la presente tesis doctoral. Este enfoque postula cómo los estilos de vida con un alto nivel de actividad cognitiva se asocian con una menor disminución cognitiva en la vejez. Dicha hipótesis se ha visto apoyado por la evidencia en estudios transversales (Dolcos, MacDonald, Stuart, Braslavsky, Camicioli y Dixon, 2012), de neuroimagen y otras técnicas de tipo conductual (Ghisletta, Bickel y Lövdén 2006; Hertzog, Kramer, Wilson y Lindenberger, 2009; Lövdén, Ghisletta y Lindenberger, 2005). Por este motivo, nos hemos interesado en examinar variables cognitivas en una muestra de envejecimiento óptimo. Estudios de este tipo pueden facilitarnos información muy valiosa sobre

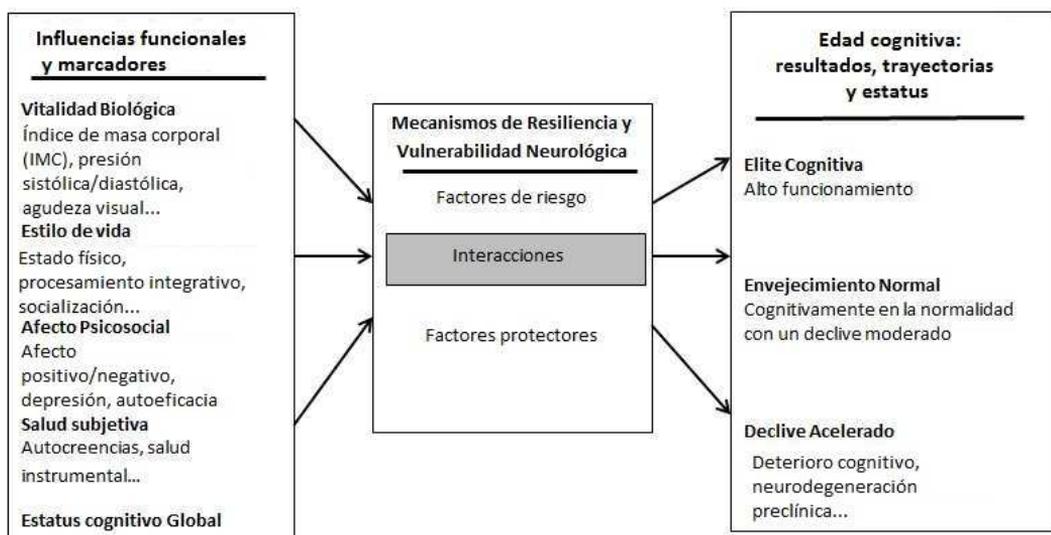


Figura 1.1: Imagen adaptada de Dolcos, MacDonald, Stuart, Braslavsky, Camicioli y Dixon (2012) que muestra factores de riesgo y protección relacionados con el proceso de envejecimiento. Tras un estudio transversales los resultados mostraron ocho marcadores que podrían diferenciar adultos con y sin deterioro cognitivo. Estos resultados se relacionan con las conclusiones del estudio de Meléndez, Navarro, Oliver y Tomás (2009).

procesos subyacentes a nivel cognitivo. Al mismo tiempo marcan una base o punto de referencia para futuras investigaciones de carácter comparativo.

Los investigadores no son los únicos interesados por esta temática. Recientemente hemos experimentado la expansión de softwares informáticos bajo el lema del Dr. Kawashima (Brain Training for Nintendo DS) “mantener el cerebro joven”, así como el desarrollo de estudios como el trabajo de McFarlane, Sparrowhawk y Heald (2002) en el ámbito educativo. No es de extrañar que el uso de las nuevas tecnologías se haya popularizado rápidamente en niños y adolescentes. Tampoco resulta sorprendente que este proceso haya sido, sin lugar a dudas, mucho más lento para las personas de edad avanzada. Este colectivo junto con el resto de inmigrantes digitales, se ha visto obligado en un espacio de tiempo relativamente corto a emigrar del universo analógico a un nuevo mundo de corte digital. La inmersión en este nuevo mundo ha abierto nuevas líneas de investigación, sobre todo en lo que concierne a los efectos beneficiosos tras su uso. Una de las primeras investigaciones en este ámbito (Whitcomb, 1990) mostró el interés de las personas de edad avanzada por conocer las nuevas tecnologías y sus beneficios físicos, sociales y educativos. Además, la inmersión dentro del mundo de las nuevas tecnologías parece mejorar lazos y vínculos intergeneracionales (Castro, Reig y Dorado, 1995). Sin embargo, muchos de los participantes del estudio anteriormente citado de Whitcomb, refirieron que muchas de las tareas no les parecían adecuadas y/o agradables.

Entonces, ¿qué factores deben tenerse en cuenta a la hora de la preparación de materiales para personas de edad avanzada? Hasta la fecha, la mayor parte de empresas se han interesado mayoritariamente por la usabilidad como condición sine qua non, ya que la evidencia parece relacionar la facilidad de uso en sí con la motivación para utilizar un software, aunque no sea la única variable implicada. Tratando de dar respuesta a la anterior pregunta, uno de los objetivos principales del presente proyecto de tesis doctoral abordó un acercamiento hacia la adecuación de este tipo de tareas para personas mayores. Para llevarlo a cabo, se plantearon dos variantes de una misma tarea de reconocimiento visual de palabras. Recordemos que el reconocimiento visual de palabras y la lectura son destrezas instrumentales básicas para el desempeño de otras tareas y otros procesos superiores. Su estudio nos permitirá comparaciones posteriores con otros tipos de envejecimiento.

Respecto a la dificultad de una tarea, las variantes más empleadas de la tarea de decisión léxica (TDL) son la tarea go/no-go y la tarea sí/no. La configuración habitual para estas variantes es bastante sencilla: se presenta una serie de estímulos de forma aleatoria (palabras y pseudopalabras/no palabras). En las tareas sí/no los participantes tienen que pulsar la tecla “Sí” cuando el estímulo en pantalla es una palabra y la tecla “No” cuando el estímulo no es una palabra. Por otro lado, en las tareas go/no-go los participantes deben presionar “Sí” cuando el estímulo es una palabra, y abstenerse de responder cuando el estímulo no es un palabra. A priori, la variante sí/no puede

resultar más compleja que la variante go/no-go. El participante no sólo debe recordar la tarea a realizar, sino también qué tecla debe presionar, y esto puede llevar a un mayor consumo de recursos cognitivos. En niños, la variante go/no-go es claramente preferible a la sí/no (Moret-Tatay y Perea, 2011), sin embargo, en adultos no se encontraron grandes diferencias (Perea, Rosa y Gómez, 2002). La literatura sobre la preferencia en el uso de una de estas variantes para personas mayores es más bien escasa. Existen estudios que evidencian la disminución del rendimiento en tareas cognitivas con la edad y la complejidad en las tareas (Botwinick, 1972; Era, Jokela y Heikkinen, 1986; Etnier, Sibley, Pomeroy y Kao, 2003; Marottoli y Drickamer, 1993; Suutama y Ruoppila, 1998). No obstante, en nuestro conocimiento, no se han desarrollado hasta la fecha estudios dedicados a comparar los subtipos de tareas de decisión léxica (como en los estudios de Moret-Tatay y Perea, 2011; Perea, Rosa y Gómez, 2002) en personas mayores. Para examinar este punto, se llevó a cabo un tarea de decisión léxica con sus dos variantes principales en adultos universitarios y personas mayores. El tiempo de respuesta y las tasas de error en el desempeño de la tarea se tomaron como variables dependientes.

¿Por qué el empleo de los tiempos de reacción en el estudio de las capacidades cognitivas? Según Jensen y Munro (1979) y Pedersen, Surburg y Brechue (2005) esta variable dependiente nos permite inferir sobre procesos cognitivos subyacentes. Sin embargo, esta medida presenta algunos problemas a la hora de su análisis estadístico.

Los tiempos de reacción se caracterizan por una forma de distribución asimétrica positiva, lo que supone la pérdida de gran cantidad de información si nos ceñimos al análisis de varianza. Muchos investigadores optan por realizar *trimmings*, recorte y transformación de datos. Una de las propuestas que logra ajustarse a la distribución característica de los datos empíricos de los tiempos de reacción es la distribución ex-Gaussiana propuesta por McGill (1963). Concretamente, la distribución ex-Gaussiana es el resultado de la convolución de una función normal y una función exponencial, proporcionando tres parámetros de interés ( $\mu$ ,  $\sigma$  y  $\tau$ ). Este tipo de ajuste podría aportar un argumento novedoso a favor de la elección de una de las variantes de la TDL, además de su contraste con otro tipo de análisis estadísticos clásicos, como los análisis de varianza, las pruebas de contraste de hipótesis o las correlaciones entre variables.

Finalmente, esta tesis pone de manifiesto la necesidad de continuar con la línea de investigación sobre el uso de nuevas tecnologías en la vejez, tema que cada vez cuenta con mayor relevancia dentro del campo de la Psicogerontología y en el desarrollo de análisis estadísticos más complejos. Por tanto, las principales implicaciones de la presente tesis doctoral se presentan a dos niveles. En un primer lugar, a un nivel práctico, los resultados obtenidos se podrían emplear en la adecuación e implementación de materiales para el diagnóstico y la estimulación cognitiva que empleen las nuevas tecnologías para personas mayores. Por otro lado, a un nivel más teórico, se podrían examinar los componentes de procesamiento (en particular,

en términos de eficiencia de procesamiento) y su ajuste a modelos probabilísticos.

# CAPÍTULO 2

---

## ESTADO DEL ARTE

*“Die Grenzen meiner Sprache bedeuten die Grenzen meiner Welt.”*  
Ludwig Wittgenstein.

La lectura/escritura surgió hace menos de 6000 años. A diferencia del lenguaje hablado, la lectura requiere un lento proceso de aprendizaje, ya que no es una capacidad inherente al cerebro humano, como puede ser el habla. Cuando aprendemos a leer, el cerebro humano procede a la redistribución de sus recursos. De este modo, el aprendizaje de la lectura va desplazando las áreas del reconocimien-

to visual de objetos hacia el hemisferio derecho para hacerse un hueco en nuestro cerebro. En otras palabras, aprender a leer implica realizar una reorganización funcional de los sistemas cerebrales que se han desarrollado para otras funciones. Sin embargo, tras finalizar el primer curso de primaria (alrededor de los siete años de edad), la mayoría de los niños dominan los procesos visuales básicos y los conocimientos lingüísticos necesarios para la lectura. Durante el proceso de lectura, la información visual (como puede ser una palabra impresa) viaja desde la retina a la corteza cerebral donde se analiza en diferentes niveles perceptivos y lingüísticos. Entender cómo lee el cerebro humano permite comprender los cómputos neuro-cognitivos por los cuales se procesan las diferentes entradas visuales en el córtex cerebral.

La lectura se ha convertido en una habilidad indispensable dentro del mundo de las nuevas tecnologías en nuestra sociedad, ayudándonos a mejorar nuestra calidad de vida. Imaginemos por un momento, todas las operaciones a nuestro alcance a través del uso de internet desde nuestro domicilio o, en un caso más concreto, el uso de cajeros automáticos en la puerta de los bancos. ¿Son útiles estos recursos para las personas de edad avanzada? Efectivamente, el acercamiento de las nuevas tecnologías a las personas mayores es uno de los retos de la sociedad actual. Una de las formas más básicas para investigar dentro de este ámbito es a través de las TDL (tareas de decisión léxica), proporcionándonos datos muy útiles sobre el reconocimiento visual y la eficiencia de éste. Con experimen-

tos de este tipo, es posible proseguir las investigaciones hacia otros paradigmas y técnicas, como por ejemplo, el uso de técnicas que monitoricen los movimientos oculares.

Existen cuatro puntos fundamentales que debemos considerar antes de realizar cualquier tipo de investigación dentro del ámbito de las TDL y el uso de nuevas tecnologías. El primero de ellos es el uso de una base de datos que incluya un recuento de frecuencias de palabras. Algunas de las bases más populares son el English Lexicon Project (Balota et al., 2007), French Lexicon Project (Ferrand et al., 2010) o LEXESP (Sebastián et al., 2000). Estas bases incluyen medidas de frecuencia de las palabras, su similitud ortográfica y fonológica, su estructura y la edad de adquisición, entre otros.

Las bases de datos anteriormente citadas se han desarrollado principalmente para el uso de tareas experimentales de laboratorio. Recientemente, Dufau et al. (2011) demostraron como las TDL pueden extenderse hasta las nuevas tecnologías (iPad/iPhone/iPod) en forma de juego a través de una aplicación. Además, Dufau, Grainger, McGonial, Sasburg y Ziegler lograron llevar a cabo un proyecto de carácter internacional con la colaboración de investigadores de diferentes universidades para el desarrollo de la aplicación comentada en varios idiomas: lengua inglesa (Balota y Rastle), lengua francesa (New, Pallier, Ferrand y Matos), lengua española (Alario, Carreiras, Perea y Duñabeitia), lengua vasca (Carreiras y Duñabeitia), lengua catalana (Perea y Moret-Tatay), lengua holandesa (Brysbaert y Peeters) y lengua malaya (Yap). En tan sólo cuatro meses los autores

obtuvieron una muestra de 4157 participantes.

Los resultados en los tiempos de reacción obtenidos a través de la aplicación de Dufau et al. mostraron un patrón de datos similar al del “laboratorio experimental” y además, se obtuvieron datos similares para los diferentes idiomas. Sobre este último punto, Gammann, Navarro-Pardo, Fernández de Córdoba y Moret-Tatay (trabajo en desarrollo) hallaron datos prometedores. Los autores quisieron comparar la frecuencia de las palabras entre seis y ocho idiomas diferentes respecto a un mismo manual/libro de referencia. Aunque el trabajo todavía no ha finalizado, el análisis de dos libros populares (*Le petit prince* de Saint Exupéry y *Animal farm* de George Orwell en diferentes idiomas, mostró un tipo de distribución “scale free”. Esto significa que el número de palabras ( $P$ ) respecto a su frecuencia ( $x$ ) sigue una ley de potencias:  $P(x) \sim x^{-\gamma}$  donde  $\gamma$  es por lo general un número entre 2 y 3. De esta ley se concluye que son pocas las palabras con muy alta frecuencia y, de forma inversa, son pocas las palabras con baja frecuencia. Este forma de distribución se encuentra en diversos ámbitos, desde la topología de las páginas web hasta el análisis de redes metabólicas.

Retomando el uso de las TDL, en la aplicación desarrollada por Dufau et al. se empleó una variante sí/no debido a que la tarea se encuentra destinada a lectores adultos. Recordemos que en una TDL se presentan, por ejemplo, una serie de palabras como ‘costa’, o pseudopalabras, como ‘rotico’ y el participante debe decidir si es una palabra válida del idioma seleccionado o no. Los tiempos de reacción

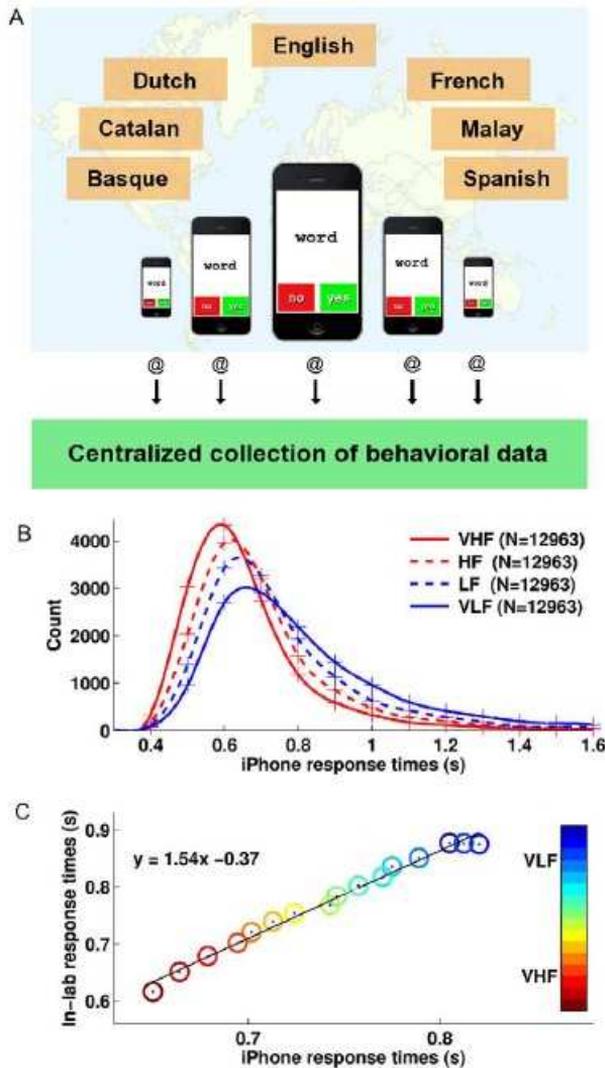


Figura 2.1: Figura extraída de Dufau et al. (2011). (A) Ilustración de la gran escala de instrumentos científicos en el estudio del comportamiento humano. (B) Histogramas de los tiempos de respuestas correctas para palabras inglesas en función de la frecuencia de palabras (VHF para muy alta frecuencia y LF para baja frecuencia). (C) Diagrama de dispersión de los promedios de los tiempos de respuesta correctos para agrupaciones de palabras según su frecuencia.

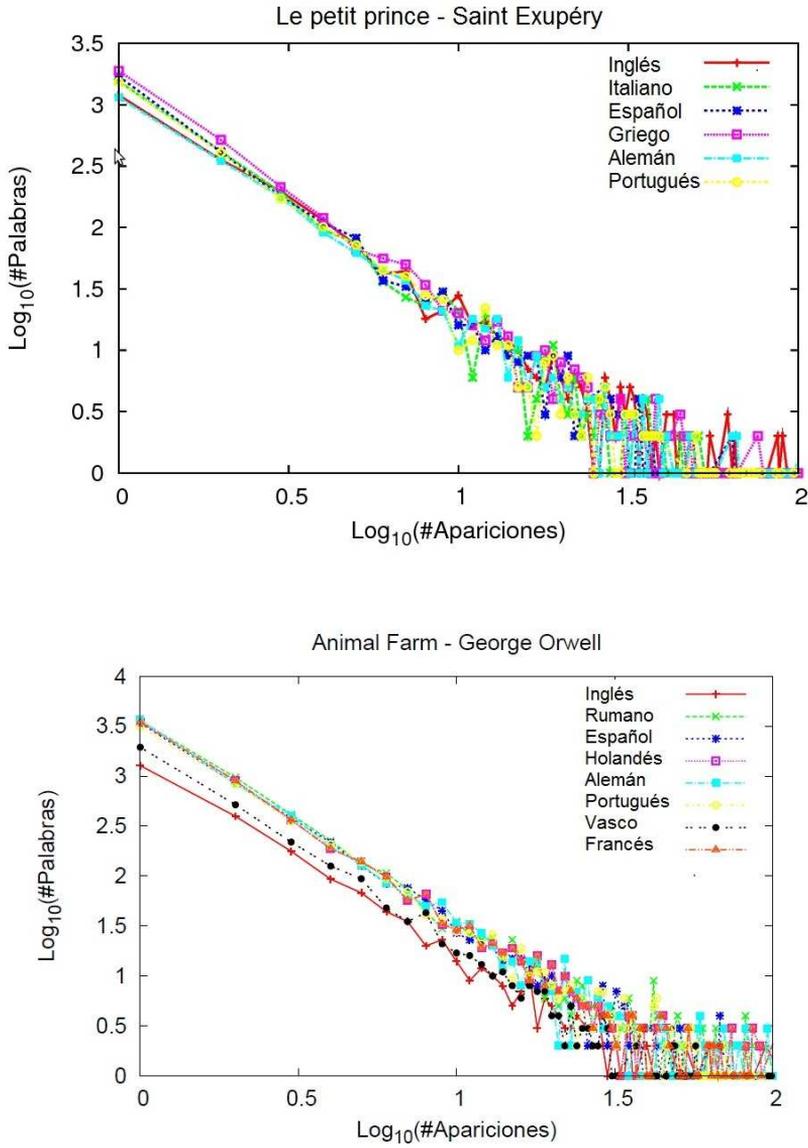


Figura 2.2: Distribución scale free para diferentes idiomas de dos libros.

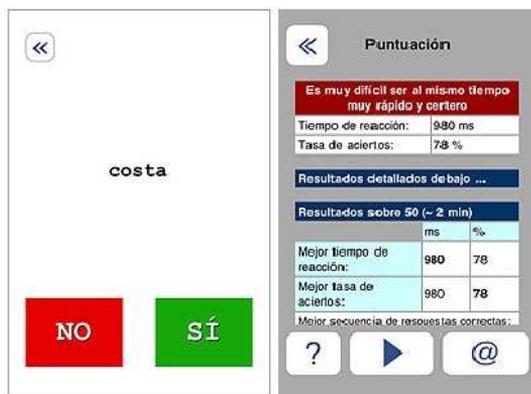


Figura 2.3: Figura extraída de la aplicación de sciencexl coordinada por Dufau, 2011. Muestra una TDL sí/no y la medición de las variables dependientes para el caso.

y el porcentaje de error son las principales variables dependientes.

Otro punto esencial a la hora de diseñar una tarea es la dificultad de ésta. Por tanto, ¿existen diferencias en términos de usabilidad para otros colectivos como lectores en desarrollo o personas de edad avanzada? Dicha variante de la tarea puede resultar relativamente sencilla para adultos, como demostraron Perea, Rosa y Gómez (2002), sin embargo no ocurre de forma pareja para lectores en desarrollo o personas de edad avanzada. El sujeto ha de recordar las instrucciones y qué teclas presionar. Esto puede consumir muchos recursos cognitivos en participantes que todavía no han asentado completamente sus competencias lectoras, como muestra el estudio de Moret-Tatay y Perea (2011), o incluso encontrarse patrones muy similares en envejecimiento óptimo (Navarro-Pardo et al, 2012) .

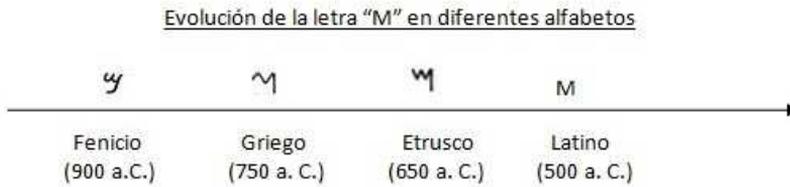


Figura 2.4: Figura extraída de Moret-Tatay, Perea y Rosa, 2011. Evolución de la letra M.

Una opción es realizar una tarea go/no-go donde el participante sólo presiona una tecla cuando el estímulo es palabra, y no hace nada cuando no lo es. No obstante, la literatura sobre este tema es más bien escasa. En el capítulo tres de esta tesis reexaminaremos este punto.

La tercera consideración, a la hora de diseñar una tarea de laboratorio, son los factores de corte perceptivo. Realizando una breve revisión podemos observar que, casi como si fuera un proceso natural, la forma de las letras que constituyen palabras han ido sufriendo cambios a lo largo de la historia. Sin embargo, los actuales modelos que explican el proceso de reconocimiento visual de palabras obvian el papel de los factores perceptivos en el acceso al léxico (Gómez, Ratcliff y Perea, 2008).

En las últimas décadas, la psicología cognitiva ha prestado especial interés en examinar los factores subléxicos y léxicos que influyen en el reconocimiento de palabras impresas, es decir, su fre-

Ilustración de fuentes (en rojo los ornamentos o "serifas")

ABC

A B C D	Fuente empleada por el Modelo de Activación Interactiva y sucesores
A B C D	Gótica (Old English)
A B C D	Times New Roman
A B C D	Lucida
A B C D	Lucida Sans
A B C D	Calibri

Figura 2.5: Extraído de Moret-Tatay, Perea y Rosa, 2011. Diferentes fuentes nombradas en el texto, en especial la fuente definida por Rumelhart y Siple (1974).

cuencia, familiaridad, longitud de la palabra, la edad de adquisición y ortografía/fonología entre otros, según Andrews, 2006. La razón de este interés es que a través de estas variables se pueden inferir cuáles son los procesos que intervienen en el reconocimiento y lectura de palabras. A pesar de las múltiples variaciones en tipo de **letra, tamaño**, o CaSo, el lector medio es capaz de acceder a una entrada léxica, entre miles de otras entradas, en un tiempo en torno a 150-250 ms. Sin embargo, los efectos de los factores más perceptivos han sido frecuentemente olvidados en la investigación, como son, la elección del tipo de letra (por ejemplo, véase Slattery y Rayner, 2010), el tamaño de la impresión (Chung, Mansfield y Legge, 1998), o los espacios entre las letras / palabras (Tai, Sheedy y Hayes, 2009).

Cuando leemos un libro, con muy alta probabilidad estará escrito en una fuente con serifas. Las gracias, serifas o remates, son pequeñas ornamentaciones ubicadas generalmente en los extremos de las líneas de los caracteres tipográficos. Las tipografías sin remates se han denominado paloseco, palo seco y palo bastón, aunque quizá el término más común sea en inglés: sans serif (del francés “*sans*”: sin). Algunos autores consideran que el origen de las fuentes serif se encuentra en las inscripciones de la escritura romana, y tradicionalmente se han considerado más fáciles de leer que las sans serif. De hecho, estas fuentes son recomendadas en el Manual del Merriam-Webster para Autores y Editores (2003). La gran mayoría de los libros (incluyendo e-books) emplean los serifs y el Manual de Publicación de la APA (2009) también recomienda los serif a la hora de presentar los manuscritos para su publicación. En la impresión tradicional, las fuentes “serif” se utilizan para el texto, ya que se consideran más fáciles de leer que los tipos “Sans Serif”, y por lo tanto son la primera opción para texto de gran longitud impreso en libros, periódicos y revistas. Las fuentes “Sans Serif” se utilizan con mayor frecuencia en los titulares, encabezados y textos más breves que requieren un ambiente más informal que el aspecto formal de los tipos “Serif”. Mientras que en la impresión las fuentes “Serif” son consideradas más fáciles de leer, las “Sans Serif” se consideran más legibles en la pantalla del ordenador. La mayoría de las páginas web emplean fuentes “Sans Serif” por este motivo.

Los defensores de las fuentes “Serif” afirman que éstas pueden

proporcionar una clave adicional creando letras perceptivamente más singulares e identificables (McLean, 1980). Si ése es el caso, los “Serifs” facilitarían el proceso de identificación de letras, y la identificación sería más rápida en palabras escritas en un tipo “Serif”, mientras que lo contrario ocurriría para una fuente “Sans Serif”. Alternativamente, existen argumentos teóricos que, más allá de indicar que los “Serifs” sean un artefacto histórico, mantienen que pueden entorpecer más que facilitar la identificación de palabras: los “Serifs” no son una característica inherente de las letras, de hecho, no aparecieron hasta la época imperial romana.

La evidencia experimental, con estudios bien controlados, es muy escasa. En un estudio no publicado, Morris, Aquilante, Bigelow y Yager (2002) compararon dos fuentes de la misma familia, idénticas en los factores perceptivos críticos (por ejemplo, altura, ancho de caracteres, etc.) y que únicamente difieren en la presencia/ausencia de “Serif”. Estas fuentes eran Lucida y Lucida Sans. Por otro lado, usando una presentación rápida de series visuales, Morris et al. (2002) encontraron un efecto perjudicial de la presencia del “Serif” en un tamaño de letra pequeño, pero ningún efecto significativo en un tamaño de 16 puntos. Más recientemente, Arditi y Cho (2005) crearon varias fuentes con o sin “Serif”. Tras una tarea de lectura continua, no lograron encontrar ninguna diferencia sistemática en función de la presencia/ausencia de “Serif”. No obstante, Arditi y Cho únicamente emplearon cuatro individuos y debemos ser muy cautos a la hora de efectuar inferencias con un tamaño de muestra tan pe-

queño.

Es importante señalar que, si bien los libros siguen empleando las fuentes “Serif”, las fuentes “Sans Serif” son cada vez más populares (por ejemplo, una fuente “Sans Serif”, como Helvética, se utiliza en muchos logotipos y anuncios). Por otra parte, las fuentes “Sans Serif” son la elección preferida para letreros de guía en las carreteras, trenes, metros, etc. Por último, el nuevo protagonismo del ordenador como elemento de comunicación ha marcado el retorno a la Galaxia Gutenberg, subrayando el destacado papel de la escritura en nuestros días. Esto sucede especialmente en el contexto de la “sociedad red”, donde el lenguaje y su difusión son elementos fundamentales, ya que internet ha reforzado, ante todo, la comunicación mediante textos. En este contexto, se impone el interés por estudiar la percepción de la tipografía y si en realidad tiene sentido emplear fuentes “Serif”. Pensemos que, como sucedió con las fuentes góticas en el siglo XX, las fuentes “serif” podrían caer en desuso en el siglo XXI; tengamos en cuenta, por ejemplo, que la fuente predeterminada en MS-Word ya no es un tipo de letra “Serif” habitual (Times New Roman), sino una fuente “Sans Serif” (Calibri).

Moret-Tatay y Perea (2011) empleando una tarea de decisión léxica (TDL), encontraron un efecto beneficioso de las fuentes “sans serif” frente a las “serif” empleando dos fuentes de la misma familia (Lucida Bright y Lucida sans, una fuente “serif” y una fuente “sans serif”), sin embargo, las diferencias fueron de aproximadamente 5 ms en promedio. Es evidente que el hecho de que la presencia/ausencia

del “serif” produzca o no mejores tiempos de reconocimiento de una fuente “ sans serif” tiene implicaciones muy importantes para los lectores en la era digital (es decir, sobre todo cuando la mayor parte de la lectura se lleva a cabo en pantallas de ordenador).

En primer lugar, estos remates no son una característica inherente de las letras. En términos de la teoría de detección de señales, los trazos de pie sólo pueden actuar aportando ruido visual, es decir, reduciendo la claridad de las letras (Woods, Davis y Scharff, 2005). En un modelo estándar (biológicamente plausible) sobre lectura de palabras (Dehaene, Cohen, Sigman y Vinckier, 2005) se postula que las palabras se identifican a través de sus componentes (es decir, sus letras) sobre los diferentes niveles neuronales que van aumentando su complejidad a lo largo de la corriente ventral: desde neuronas que responden a fragmentos de letras (alrededor del cortex visual extraestriado), forma de las letras (en torno a V4), los detectores abstractos de la letra (V8), y subcadenas o pequeñas palabras (alrededor del surco occipitotemporal izquierdo). En dicho modelo, las neuronas en el nivel inferior pueden activar algunos de los contornos de las letras (como por ejemplo el “serif” ) que no son informativos y que, además, añaden ruido (en lugar de señal) en el proceso de reconocimiento visual de palabras.

En segundo lugar, debido a los adornos, las fuentes “serif” podrían reducir ligeramente el espacio entre las letras. Esto, a su vez, puede tener dos efectos potencialmente dañinos: i) la codificación de la posición de la letra puede ser obstaculizada (Gómez, Ratcliff y

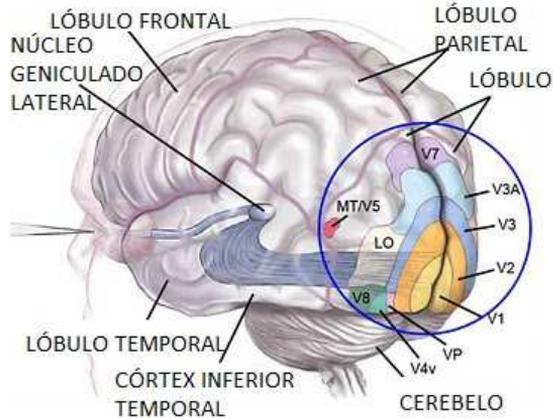


Figura 2.6: Procesamiento visual temprano. Imagen adaptada de Livingstone, M.S. & Hubel, D.H. (1987).

Perea, 2008), y ii) el enmascaramiento lateral a través de letras internas pueden aumentar (Bouma, 1970). El efecto esperado es que las palabras escritas en una fuente “sans serif”, puede conducir a una identificación más rápida de las palabras escritas en una letra “serif”. Es importante señalar aquí que los “sans serif” son cada vez más populares. Por ejemplo, una fuente “sans serif”, como Helvetica se ha utilizado en muchos *wordmarks* comerciales, e incluso películas (Helvética, 2007, por G. Hustwit) se han dedicado a esta fuente. A pesar de que la evidencia muestra una ventaja de las fuentes “sans serif” frente a las “Serif”, en estos experimentos nos hemos decantado por la fuente Times New Roman de 14 puntos, para poder comparar los resultados obtenidos con el estudio de Moret-Tatay y Perea (2011) con lectores en desarrollo. Como futura línea de investigación,

creemos que es importante volver a examinar este problema mediante la TDL más conveniente para estos colectivos, ya que son muy sensible a la variedad ortográfica y a los efectos fonológico, léxico y semántico (Balota et al., 2007).

Volviendo a esta última opción sobre el enmascaramiento lateral y la codificación de la posición de las letras dentro de las palabras, planteamos una segunda línea de investigación. La lógica aquí es que el proceso de codificación de la posición debe ser más preciso con un ligero aumento del espaciado. Recordemos que, para reconocer una palabra, necesitamos no sólo conocer la identidad de las letras que la componen, sino también su posición (en caso contrario no podríamos distinguir la palabra "CASUAL" de "CAUSAL"). De hecho, un aspecto básico en todo modelo de reconocimiento de palabras y lectura es indicar cómo se codifica la posición de las letras en las palabras. En el modelo de solapamiento (Gomez, Ratcliff y Perea, 2008), se asume que existe cierto grado de incertidumbre a la hora de procesar las letras en una palabra. Por ejemplo, en la palabra "CAUSAL", la letra U no sólo activa la tercera posición, sino también las posiciones adyacentes. Así, se explica por qué "CAUSAL" y "CASUAL" son perceptivamente muy similares. De hecho, la mayor parte de modelos sobre el reconocimiento visual de las palabras que comentaremos en el próximo capítulo, defienden que las letras se asocian a su posición concreta en un estadio muy temprano del procesamiento (v.g., modelos como el Interactive Activation de Rumelhart y McClelland, 1982; el Multiple Read-Out de Grainger y Jacobs, 1996;

el Dual-Route Cascade de Coltheart, Rastle, Perry, Ziegler y Langdon, 2001). Estudios previos, en diferentes idiomas, han demostrado que la posición de la letra no se codifica en el mismo momento que la identidad de la letra y ésta es la razón por la cual una palabra formada a partir de la transposición de letras puede parecer tan semejante a la palabra de procedencia (O'Connor y Forster, 1981; Perea, Rosa y Gómez, 2003).

Finalmente, el último punto a señalar sobre el diseño de una tarea es la elección de la forma de análisis de ésta. ¿Es el rendimiento de una persona de edad avanzada más variable que el de una persona más joven? Y si es así, ¿qué dice esto sobre el efecto de la edad en la fiabilidad con la que un individuo puede procesar la información? Recordemos que en este tipo de tareas los tiempos de reacción son la variable dependiente más empleada. No obstante, la presencia característica de puntuaciones atípicas de esta medida complica su posterior análisis. Este tipo de puntuaciones pueden añadir variabilidad, así como comprometer la potencia estadística de una prueba, por lo que no es de extrañar que se hayan catalogado como datos contaminantes (Barnett y Lewis, 1995). Las opciones más empleadas son las medianas, transformaciones de datos y medias *windsorizadas*, entre otros muchos procedimientos (Perea y Algarabel, 1999).

En un experimento de laboratorio se obtienen múltiples resultados por condición por cada participante. Dentro de los estadísticos de tendencia central, la media/mediana es el procedimiento más común

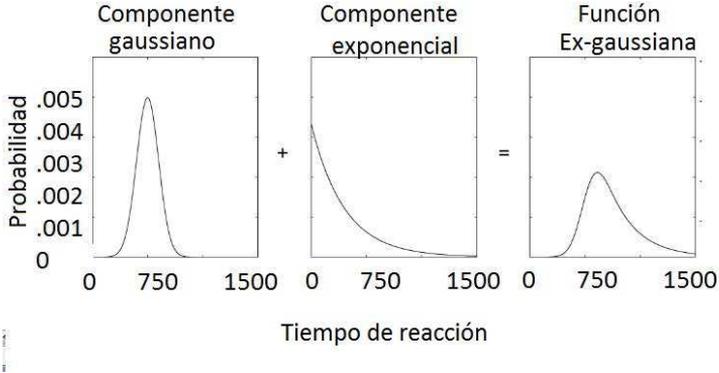


Figura 2.7: Imagen adaptada de Lacouture y Cousineau, 2009. Función de densidad para  $\mu=500$ ,  $\sigma=100$ , y  $\tau=250$ . Unidades expresadas en ms.

para la comparación de resultados. El siguiente paso es un análisis inferencial a través de, por ejemplo, análisis de varianza, el cual nos permitirá confiar en el efecto de la manipulación. Para realizar la comparación asumimos que las distribuciones son similares, en cuanto a forma. Si se da el caso de encontrar algún efecto, asumimos que la forma de la distribución es similar, a diferencia de un mostrar desplazamiento o arrastre.

Muchos son los problemas que presenta el análisis de los tiempos de reacción en términos de tendencia central, principalmente a causa de *outliers*, asimetría o curtosis de la distribución. Los ajustes a la forma de una distribuciones han ganado fuerza en este tipo de análisis. Este acercamiento implica, según Balota y Spieler (1998), asumir una función matemática explícita y un ajuste empírico de datos para obtener parámetros que subyacen a la distribución. Un

conjunto de datos que logran ajustarse a las características de la distribución de los tiempos de reacción es la distribución exponencial Gausiana modificada, o también llamada ex-Gausiana (v.g., Balota y Spieler, 1999; Heathcote, 1996; Heathcote, Popiel y Mewhort, 1991; Luce, 1986, entre otros). La distribución 'ex-gaussiana' es un modelo que mezcla una variable aleatoria normal y exponencial. Por tanto, emplearemos tres parámetros: la media de la distribución normal  $\mu$ , la desviación estándar de la distribución normal  $\sigma$  y el parámetro exponencial  $\tau$ . Dependiendo de los valores de los parámetros de la distribución puede variar en forma de casi normal a casi exponencial.

¿Para qué es útil la caracterización de la forma de una distribución de tiempos de reacción? Por un lado, esto nos permitirá una mejor descripción de los resultados. Además, por otro lado, también permite la comprobación de hipótesis que subyacen a los procesos cognitivos y parámetros específicos que nos permiten poner a prueba diferentes hipótesis específicas entre sujetos de diferentes edades (Lacouture y Cousineau, 2008; Myerson, Robertson y Hale, 2007).

El objetivo del presente trabajo fue examinar si los adultos mayores son más variables que los adultos más jóvenes y también si sus distribuciones de los tiempos de reacción (TR) son más sesgadas respecto a las dos variantes de la TDL. Además, este trabajo presenta un ajuste de datos empíricos que nos permitirá una mejor comparación de tareas. Las distribuciones de TR de los adultos mayores, por lo general, se asocian con mayores valores de  $\tau$ , que se han relacionado con aumentos en los lapsos de atención, problemas

o fallos a la hora de inhibir una acción, y fluctuaciones en la eficiencia de procesamiento ejecutivo (por ejemplo, Balota, Cortese, Sergent-Marshall, Spieler y Yap, 2004; Spieler, Balota y Faust, 1996; West, 1999; West et al., 2002). Dentro de esta línea hemos seleccionado el efecto de frecuencia, un efecto muy robusto dentro de la literatura de TDL.



# CAPÍTULO 3

## MODELOS DE ACCESO AL LÉXICO Y RECONOCIMIENTO VISUAL DE PALABRAS

*“Ce n’est pas la réponse qui éclaire, c’est la question.”* Eugen Ionescu.

La literatura sobre los diferentes modelos de acceso al léxico es muy diversa. Una de las concepciones más difundidas es la que defiende una estructura arquitectónica de niveles de procesamiento. Dentro de esta línea podemos encontrar como modelos más in-

fluyentes el modelo Logogen de Morton (1969, 1979), el Modelo de Búsqueda de Forster (1976, 1979), el Modelo de Doble Ruta (Coltheart, 1978), el Modelo de Activación-Verificación de Paap, Newsome, McDonald y Schvaneveldt (1982), el Modelo de Activación-interactiva de McClelland y Rumelhart (1981) y el Modelo de lectura múltiple (Grainger y Jacobs, 1996). Estos modelos conciben el reconocimiento visual de la palabra como una unidad total y, por tanto, entienden que la codificación de las letras se relaciona con sus posiciones absolutas. A pesar de que estos modelos pueden ser útiles para explicar el proceso de activación, son insuficientes para explicar efectos más recientes que implican la fragmentación de una palabra. Como comentábamos en el capítulo anterior, el aprendizaje de la lectura supone una reestructuración cerebral del área de reconocimiento visual de objetos para que esta destreza se haga un hueco en nuestro cerebro. En algunos modelos, que comentaremos más adelante, las palabras son consideradas como cadenas de letras u objetos. Por tanto, a la hora de reconocer una palabra impresa, deberemos procesar su identidad y posición en la palabra.

Una alternativa es la revisión de modelos más recientes que propone un sistema de codificación espacial. Para ello, realizaremos una breve revisión de los siguientes modelos: el Modelo Solar (Davis, 1999), el Modelo de Solapamiento (Gómez et al., 2008) y el Modelo SERIOL (Grainger y Whitney, 2004). Sin embargo, téngase en cuenta que ninguno de estos modelos considera la complejidad de la tarea como variable moduladora.

### 3.1. Modelo de Logogen

El modelo Logogen es uno de los modelos más influyentes sobre el acceso directo al léxico mental. Según su autor, John Morton, la información perceptual es gestionada a través de contadores llamados logogenes (origen etimológico griego, por un lado *logo* significaría palabra, y por el otro *genus* significaría nacimiento) que constituyen la base del sistema de reconocimiento de palabras respecto a dos tipos de inputs o entradas: entrada sensorial (información acústica y gráfica) y entrada del contexto lingüístico (información sintáctica y semántica). Si nos centramos en la entrada gráfica, dado el objetivo de la presente tesis doctoral, uno de los aspectos más relevantes del modelo es que cada logogen estipula un umbral a partir del cual el sistema reconoce una palabra. En otras palabras, el logogen recibiría la información de forma acumulativa hasta llegar a un punto de saturación y así, aumenta su activación hasta alcanzar un umbral (que puede diferir de un logogen a otro) y poder reconocer la palabra. Además, este modelo explica efectos como el de frecuencia (una palabra frecuente se reconoce antes porque posee un umbral más bajo), ya que los diferentes logogenes entrarían en una especie de competición según su nivel de activación.

Uno de los aspectos más criticados del presente modelo es la postulación de dos sistemas independientes de entrada. Este hecho supondría que no debería existir interferencia entre los sistemas de entrada gráficos y orales, por ejemplo. Sin embargo, la evidencia ha mostrado que las tareas fonológicas pueden interferir al proce-

samiento visual.

### **3.2. Modelos de Búsqueda de Forster**

El modelo de Búsqueda de Forster se enmarca en los trabajos de Rubenstein, Garfield y Millikan (1970). El símil más empleado para ilustrar el presente modelo es el de la búsqueda bibliotecaria. En él, la memoria léxica debe entenderse como un diccionario donde las palabras se ordenan según una serie de etapas seriales marcadas por la frecuencia de la palabra. Además, el modelo diferencia dos etapas básicas; primero, se activarían procesos de corte subléxico, como recuperación de la forma, y después se procedería a la recuperación del significado. De forma complementaria a los procesos comentados, se accede a dos tipos de archivos denominados por Forster como archivo principal de acceso al léxico y archivos periféricos (entradas visuales, fonológicas y sintáctico-semánticas).

El efecto de frecuencia se explica, según el presente modelo, por un orden serial y descendente de palabras, encontrándose las palabras más frecuentes al principio de la lista. Este proceso puede volverse más complejo si nos centramos en representaciones de corte fonológico u ortográfico.

### **3.3. Modelo de Activación-Verificación**

El modelo de Activación-Verificación fue propuesto por Paap, Newsum, McDonald y Schvaneveldt. Como su nombre indica, el modelo

postula una fase de activación y una fase de verificación. La activación nos permitiría seleccionar una lista de posibles candidatos léxicos relacionados con las características del estímulo de entrada. Esta activación podría producirse tanto a nivel global de la palabra, como a nivel individual de letras que la conforman (alphabetum) de abajo a arriba. La segunda fase de verificación versaría sobre la selección de la palabra adecuada del conjunto activado. En el modelo inicial se incluyó una tercera fase de decisión, donde tendría lugar la decisión consciente en la memoria léxica. El efecto de frecuencia se daría en esta última fase de verificación, una vez que todos los posibles candidatos hayan sido activados. La fase de verificación ha sido uno de los puntos más criticados del modelo. El modelo fue modificado en 1987, para postular una ruta alternativa no-léxica.

### **3.4. Modelo de Doble Ruta**

El siguiente modelo postula un sistema de procesamiento de la información para la lectura y la ortografía a través de un enfoque arquitectónico dual (Coltheart, Rastle, Perry, Ziegler y Langdon, 2001). Como su nombre indica, dos rutas conforman este modelo: la ruta léxica y la ruta no léxica. La primera de ellas se entendería como el “sistema de análisis visual“. Esta ruta se encargaría de analizar el estímulo escrito, independientemente de los factores subléxicos involucrados. Esta información pasaría al “léxico ortográfico de entrada“que es entendido como una memoria específica de representa-

ciones ortográficas con las que el sujeto se encontraría familiarizado (entonces se activaría el sistema semántico y posteriormente la representación fonológica). Esta ruta sería útil para palabras pertenecientes al léxico interno, pero no para pseudopalabras. Las posibilidades son una ruta directa, que va del reconocimiento ortográfico de las palabras a su correspondiente fonología y una segunda posibilidad, pasando por las representaciones semánticas.

### **3.5. Modelo de Activación Interactiva (IAM)**

El presente trabajo es uno de los modelos conexionistas más populares. McClelland y Rumelhart (1981) postulan así:

- Un sistema de arriba-abajo conformado por varios niveles de procesamiento (un nivel para los rasgos visuales, otro de letras y otro de palabras, así como niveles superiores).
- Un tipo de procesamiento en paralelo (para todos los niveles) e interactivo para la percepción léxica.
- La activación de un nivel se propaga a niveles adyacentes que permiten verificar la información.

Según los autores, los nodos están organizados en niveles, que poseen conexiones entre los diferentes niveles y tipos de activaciones. Los tipos de conexiones pueden ser excitatorias o inhibitorias. Por tanto, cuando se presenta una palabra, uno de los niveles se encargaría por ejemplo, de activar los rasgos de las letras.

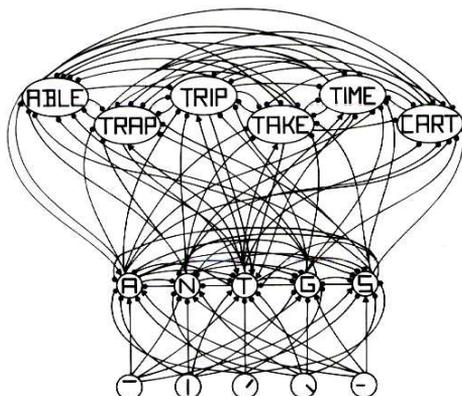


Figura 3.1: Ejemplo de red de conexiones a nivel de formas, letras y palabras en el Modelo de Activación Interactiva. McClelland y Rumelhart (1981).

Uno de los puntos criticados fue la influencia del contexto en la lectura. En 1982, Rumelhart y McClelland (1982) intentaron explicar este fenómeno denominándolo como factor facilitador.

### 3.6. Modelo de lectura múltiple

El modelo de lectura múltiple (Grainger y Jacobs, 1996) retoma el modelo anterior, postulando parámetros que podrían relacionarse con estrategias de toma de decisiones dentro de una tarea de decisión léxica. De este modo se definen tres nuevos parámetros. Por un lado, encontramos el parámetro  $M$  que haría referencia a la actividad de cada una de las unidades de palabra (o nodos de palabra) y que controlaría que se genere una respuesta para al menos uno de los nodos de palabra cuando el estímulo de entrada alcanza un ni-

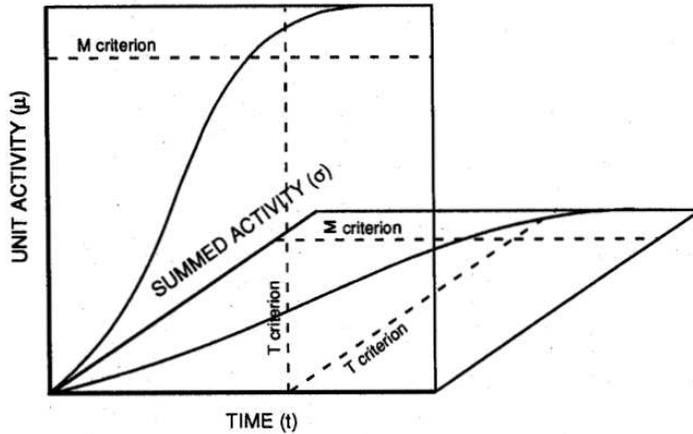


Figura 3.2: Modelo de lectura múltiple (Imagen extraída de Grainger y Jacobs, 1996).

vel adecuado. A su vez, el parámetro  $\sigma$  haría referencia a la actividad que se encargaría de la emisión de una respuesta en un nivel de activación general, incluso antes de la aparición del estímulo. Finalmente, el parámetro  $T$  que hace referencia al intervalo de tiempo entre la presentación del estímulo y la respuesta, se encargaría de la respuesta negativa si los anteriores parámetros no alcanzan el umbral de activación.

### 3.7. Modelo SOLAR

Uno de los enfoques más relevantes es el modelo SOLAR (Davis, 1999). El modelo explica que las diferentes letras de una palabra

tienen un patrón de activación mayor o menor según la posición en la que se encuentren. Por ejemplo, las palabras SOPA y PASO activarían el mismo número de letras, pero, entre otros, difieren en la posición de la letra S. Según este modelo, este par de palabras sería más similar que el par SOPA y SOTA. En una revisión reciente (Davis, 2010) propone un modelo de codificación espacial que parte como punto de inicio en el modelo SOLAR. Según este nuevo enfoque se defiende una codificación más amplia y dinámica, entendiendo las letras abstractas como nodos que podrían activar diferentes palabras. Además, este modelo enfatiza la posición de las letras, dándoles un valor especial a las letras iniciales y finales de las palabras. Recordemos que, justamente, estas letras son las que presentan menor inhibición lateral al no encontrarse al lado de otras letras. Un ligero aumento del espaciado entre letras podría beneficiar al resto de la cadena de letras, como ocurre con las letras iniciales y finales.

### **3.8. Modelo de solapamiento**

Del mismo modo, una serie de experimentos han demostrado que los tiempos de reconocimiento para una palabra como JUGDE son más rápidos cuando está precedida por una transposición de letras que cuando está precedida por el reemplazo de la letra principal (Perea y Lupker, 2003). Esto ha llevado a la aparición de una serie de modelos de codificación ortográfica donde se intenta explicar por qué el efecto de la transposición de letras es tan robusto (Gómez,

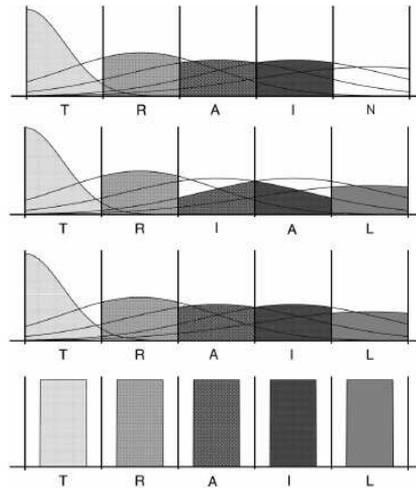


Figura 3.3: Proceso de codificación de la palabra inglesa TRAIL según el modelo de solapamiento (con otros dos posibilidades: TRAIN y TRIAL). Extraído de Gómez, Perea y Ratcliff, 2008.

Ratcliff, y Perea, 2008; Grainger y van Heuven, 2003). Uno de estos modelos es el modelo de solapamiento (Gómez et al., 2008). El supuesto básico es que hay un cierto grado de incertidumbre asociado a la percepción de la posición de un objeto (es decir, una letra) dentro de una cadena de objetos. En otras palabras, la información de la posición de las letras tiene cierto ruido. Por ejemplo en el caso de la palabra SOPA, la letra P no sólo activa la posición tercera sino también las posiciones vecinas, por eso es fácil reconocer la palabra original viendo la traspuesta.

Un aspecto básico del modelo de solapamiento (y de otros mo-

delos) es que el grado de incertidumbre perceptiva se reduciría en relación con un ligero aumento del espaciado entre letras –lógicamente un espaciado excesivo contribuiría a romper la unicidad de la palabra (v.g., c a s i n o). Igualmente, un ligero aumento del espaciado entre letras podría disminuir los procesos de inhibición lateral entre letras (Bouma, 1970) con lo que también podrían facilitar el proceso de lectura. Cabe señalar que algunas investigaciones han encontrado un efecto positivo al aumentar ligeramente el espaciado en población adulta (Latham y Whitaker, 1996; Perea, Moret-Tatay y Gómez; 2011; Tai, Sheedy y Hayes, 2009), aunque la evidencia es mixta (Chung, 2002; Cohen, Dehaene, Vinckier, Jobert y Montavon, 2008, no encontraron un efecto de espaciado). Los tipógrafos definen el término “Kern” o “kerning” como el espacio existente entre dos caracteres individuales. Dicho término comenzó a popularizarse con el uso de las máquinas tipográficas de metal en la impresión de palabras escritas. Antiguamente, las impresiones se realizaban a través de piezas de metal y el espacio entre letras era fijo. Por tanto, el diseño de las máquinas tipográficas (y el proceso de impresión) determinó el espaciamiento entre las letras sin base científica.

### **3.9. Modelo SERIOL**

Finalmente, otro de los modelos más populares es el modelo SERIOL (Grainger y Whitney, 2004). Según este modelo, las palabras se reconocen aunque se eliminen algunas de sus letras.

El reconocimiento de la palabra puede realizarse mientras no se altere el orden de determinadas letras. En este caso la posición no es tan relevante como en los casos anteriores, pero sí los bigramas, que jugarán un papel clave en el reconocimiento. Cuando hablemos de bigramas nos referiremos a grupos de dos letras (por ejemplo, para la palabra SOPA nos referiríamos a los bigramas SO, SA, PA, PO,...).

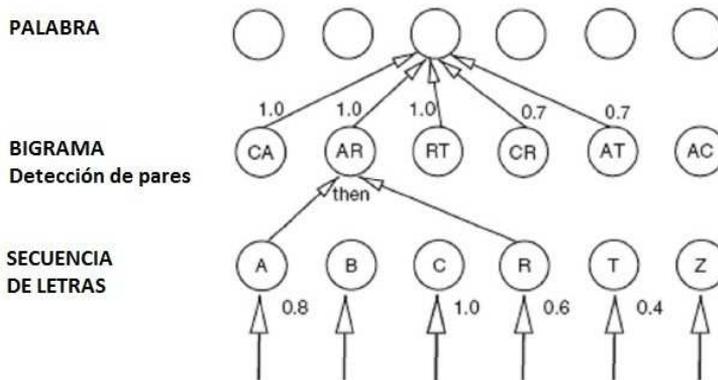


Figura 3.4: Arquitectura de las capas de letras, bigramas y palabra del modelo SERIOL, con el ejemplo de codificación de la palabra inglesa CART. Adaptación extraída de Whitney y Cornelisen, 2005.

# CAPÍTULO 4

---

## DIFERENCIAS ENTRE LAS VARIANTES DE LA TDL

*"I do not fear computers, I fear the lack of them."* Isaac Asimov.

Desde su introducción por Rubinstein, Garfield y Millikan (1970), la tarea de decisión léxica (TDL) se ha convertido, junto con la tarea de *naming*, en la tareas más comunes de laboratorio para la identificación visual de palabras. Un gran número de experimentos han demostrado que la TDL proporciona una visión relevante sobre la estructura del léxico interno (por ejemplo, ver Brysbaert, Speybroeck y

Vanderelst, 2009; Davis y Taft, 2005; Forster y Davis, 1984; Grainger, Granier, Farioli, Van Assche y van Heuven, 2006). De hecho, un gran número de modelos matemático/computacionales sobre el reconocimiento visual de palabras han sido diseñados para simular los datos de decisión léxica (Coltheart, Rastle, Perry, Ziegler y Langdon, 2001; Davis, 1999; Grainger y Jacobs, 1996; Ratcliff, Gómez y McKoon, 2003) y a través de esto se han desarrollado grandes bases de datos con tiempos de decisión léxica para subconjuntos de palabras (el Proyecto Lexicon Inglés: Balota et al., 2007; Proyecto léxico francés: Ferrand et al., 2010; Proyecto Lexicon holandés: Keuleers, Diependaele y Brysbaert, 2010). Recordemos que por lo general, en un experimento de decisión léxica los participantes tienen que pulsar la tecla “Sí” cuando el estímulo que aparece en pantalla es una palabra y deben pulsar la tecla “No” cuando el estímulo no es una palabra. El tiempo de respuesta y las tasas de error son las variables dependientes (esto es lo que se denominaría un tipo de TDL sí/no).

Las TLD sí/no son ampliamente utilizadas en adultos sanos. No obstante, los resultados obtenidos a través de dichas pruebas en lectores en desarrollo son tiempos de reacción elevados y muy variables (Feldman, Rueckl, Pastizzo, Diliberto y Vellutino, 2002). De hecho, ante este problema, algunos estudios se ciñen a datos de precisión (Gordon, 1983; Laxon, Coltheart y Keating, 1988), perdiendo así la información relevante. Como se muestra en la Tabla 1, los experimentos de decisión léxica sí/no, en la mayoría de los casos, muestran tasas de error muy elevadas para las palabras y (en los

estudios en que se informaron) para las no palabras o pseudopalabras, especialmente para los lectores principiantes. Es evidente que los jóvenes lectores tienen alguna dificultad para recordar la tarea a realizar y la tecla que deben pulsar.

¿Cómo podemos minimizar esta “selección de la respuesta”? Una posibilidad consiste en instruir a los participantes en decir “Sí” frente a “No”, por lo que no es necesario recordar qué botón presionar (Gordon, 1983; Laxon, Coltheart y Keating, 1988; Martens y de Jong, 2006). Dejando a un lado esta opción, que implica la activación obligatoria de un código fonológico y el extenso trabajo para una correcta y precisa medición de los tiempos de pronunciación (Protopapas, 2007), esta propuesta no garantiza una menor tasa de error. Por ejemplo, en el estudio de Laxon et al., las tasas globales de error de palabras y pseudopalabras en alumnos de segundo/tercero curso de primaria fueron 23,4 y el 31,9 %, respectivamente. Una de las opciones más prometedoras es el uso de la lógica de los factores de sustracción de Donders (1868). Según Donders, la “selección de la respuesta” se reducirá al mínimo en un procedimiento go/no-go. En este tipo de tareas los participantes presionan la tecla “Sí” cuando el estímulo presentado en la pantalla es una palabra y se abstienen de responder cuando el estímulo no es una palabra válida en el idioma seleccionado. De hecho, investigaciones anteriores con lectores adultos expertos han demostrado que los tiempos de decisión léxica son más rápidos para la variante go/no-go que para la variante sí/no, y que las tasas de error para los estímulos palabra son

Tabla 4.1: Porcentaje de errores empleando la tarea de decisión léxica sí/no con lectores en desarrollo de primer a cuarto curso de primaria (adaptación de Moret-Tatay y Perea, 2011).

Autores	Curso	Porcentaje de errores en Palabras	Porcentaje de errores en Pseudopalabras
Pratarelli, Perry y Galloway (1994)	4º	18,2	17,5
Castles et al. (1999)	2º	8,9	ND*
	4º	7,7	ND
Burani, Marcolini y Stella, (2002)	3º	4,6	12,5
	4º	4,1	10,1
Goikoetxea (2005)	1º	45,5	ND
Castles et al. (2007)	3º	15,1	ND
Duñabeitia y Vidal-Abarca (2008)	1º	21,0	ND
	2º	18,0	ND
	3º	12,0	ND
Acha y Perea (2008)	3º	25,1	45
Casalis, Dusautoir, Colé y Ducrot, (2009)	4º	1,4	ND
Ratcliff, Love, Thompson y Opfer (2011)	3º	8,1	13,7

\*ND=Información no disponible.

ligeramente más bajos (Gordon y Caramazza, 1982; Perea, Rosa y Gómez, 2002; Perea y Rosa, 2003). Los datos sobre procedimientos go/no-go con lectores en desarrollo son escasos. Moret-Tatay y Perea (2011) evaluaron las diferencias entre ambas variantes de TDL. Los resultados mostraron que las tasas de error, el tiempo de reacción y la variabilidad para los estímulos palabras y no palabras eran mucho más bajos en la variante go/no-go que en la variante sí/no. Por tanto, la variante go/no-go es preferible a la hora de llevar a cabo experimentos con lectores en desarrollo.

La velocidad de procesamiento cognitivo es una de las variables a destacar como índice en el proceso de envejecimiento. Uno de los medios empleados para reflejar esta capacidad cognitiva es el Tiempo de Reacción (TR) o tiempo empleado en responder ante un estímulo que se presenta. Posner (1978) y Maiche, Fauquet, Estaún y Bonnet (2004) toman el TR como un índice de la velocidad de procesamiento de la información y defienden su estudio para poder comprender los diferentes estadios de dicho proceso. Un mayor TR podría indicar una menor capacidad de procesamiento cognitivo. La pregunta que se nos presenta en este punto versa sobre las destrezas de las personas mayores. La literatura ha mostrado estudios en otros colectivos. Aunque la literatura sea relativamente escasa, existe un creciente interés por la optimización de TDL para personas mayores sin deterioro cognitivo (Navarro-Pardo et al., 2012).

El objetivo del presente estudio fue examinar si la tarea go/no-go es preferible a la sí/no (las tasas de error, la rapidez de las respues-

tas, la variabilidad en los datos) al llevar a cabo experimentos de decisión léxica en personas mayores. Una vez investigado esto, podremos emplear la tarea idónea con lectores mayores y examinar potenciales diferencias con otras muestras, como la de jóvenes universitarios. Más específicamente, se analizaron: i) las tasas de error (de las palabras y pseudopalabras) ii) los tiempos de respuestas y iii) varianza del error. Para ello, se compararon tareas sí/no y go/no-go en un diseño intra-sujeto. En él, la mitad de los sujetos, realizó la tarea go/no-go en el primer bloque y la tarea sí/no en el segundo bloque, mientras que la otra mitad realizó la tarea sí/no en el primer bloque y el go/no-go en el segundo bloque.

Para explorar si las diferencias entre las tareas sí/no y las tareas go/no-go se encuentran moduladas por edad, el experimento 1 se llevó a cabo con estudiantes universitarios, mientras que el experimento 2 se llevó a cabo con personas mayores. Por último, para examinar si estas variantes pueden afectar a los procesos cognitivos subyacentes de interés, también manipulamos uno de los factores más conocidos en la investigación de reconocimiento visual de palabras: efecto de frecuencia (alta vs. media).

## **4.1. Participantes**

En el experimento 1, una muestra de 40 estudiantes de la Facultad de Psicología de la Universidad Católica de Valencia, San Vicente Mártir, participaron voluntariamente en el experimento (31 mujeres y

9 hombres con una edad media de 20,27 años y DE= 1,26). Todos los participantes tenían visión normal o corregida a la normalidad y eran hablantes nativos de español.

Durante el experimento 2, una muestra de 40 personas de edad avanzada, en un programa para estudiantes mayores de la Universidad de Salamanca, participaron voluntariamente en el experimento (29 mujeres y 11 hombres con una edad media de 69,15 años y DE= 7,13). Los criterios de inclusión fueron los mismos que en el Experimento 1, además de:

- Puntuación de 26 o más en la escala Mini-Mental (Folstein, Folstein & McHugh, 1975)
- Carencia de problemas cognitivos, médicos o neurológicos severos
- Ausencia de desequilibrios mentales

## **4.2. Materiales**

Hemos empleado los mismos materiales del experimento de Moret-Tatay y Perea (2011) con lectores en desarrollo (véase Apéndice A). Esta serie de estímulos se compone de 120 palabras de cinco letras de la base de datos española (Davis y Perea, 2005) que se subdividen en sesenta palabras de alta frecuencia (media: 146,7 por millón, rango: 30,9-675,6) y sesenta palabras de baja frecuencia (media:

10,2 por millón, rango: 0,7-23,2). Todas estas palabras eran conocidas para los participantes, dado que aparecen en el recuento de frecuencia de palabras de español para alumnos de primer grado de primaria creado por Corral, Goikoetxea y Ferrero (2009). En esta base, el promedio de las palabras de alta frecuencia es de 75,3 (rango: 40-185) mientras que el promedio de las palabras de baja frecuencia es de 17,4 (rango: 8-30).

El número de vecinos ortográficos fue similar en las diferentes condiciones (3,0 y 3,4 de alta y media frecuencia, respectivamente). Recordemos que los vecinos ortográficos hacen referencia a la similitud ortográfica entre dos o más palabras (por ejemplo, “casa” sería un vecino ortográfico de la palabra “cosa”). Controlar esto es importante ya que, como indica el estudio de Pollatsek, Perea y Binder (1999), las palabras que poseen muchos vecinos ortográficos podrían tardar más en leerse que las palabras que no los poseen.

A los efectos de la tarea de decisión léxica, los estímulos costaban de 120 pseudopalabras pronunciables, de cinco letras, creadas por el cambio de dos/tres letras de palabras españolas fuera del conjunto experimental. El número de vecinos ortográficos para las pseudopalabras es de 0,9. Los estímulos se dividieron en dos listas de estímulos: sesenta palabras y sesenta pseudopalabras fueron asignadas al azar a la Lista 1, mientras que las otras sesenta palabras y sesenta pseudopalabras fueron asignadas a la lista 2 (véase apéndice A).

### **4.3. Diseño**

El tarea fue planteada según un diseño 2X2: frecuencia (alta vs media) y la tarea (go/no-go vs sí/no). Además, se optó por un contrabalanceo para evitar cualquier posible efecto de orden de presentación por bloques. Veinte participantes, seleccionados al azar, realizaron la tarea go/no-go en el primer bloque y la tarea sí/no en el segundo bloque, mientras que los otros veinte participantes realizaron la tarea sí/no en el primer bloque y go/no-go en el segundo bloque. Cada participante recibió un total de sesenta ensayos experimentales en cada bloque y, a su vez, cada bloque estuvo precedido por 16 ensayos de práctica con características similares a las de los bloques experimentales.

### **4.4. Procedimiento**

Los participantes fueron evaluados en una habitación tranquila en grupos de tres o cuatro. La presentación de los estímulos y el registro de los tiempos de respuesta fueron controlados por un sistema operativo Windows a través del software DMDX (Forster y Forster, 2003). En cada ensayo, un punto de fijación (+) fue presentado durante 500 ms en el centro de la pantalla. A continuación, el estímulo objeto se presentaba hasta que se produjera la respuesta del participante con un máximo de 2500 ms. Los estímulos se presentaron en minúsculas, con un formato Times New Roman y con un tamaño

de 14 puntos. En el bloque de la tarea go/no-go, se les instruyó a los participantes para pulsar un botón (marcado con un “Sí”) si el estímulo era una palabra válida en español y abstenerse de responder si el estímulo no era una palabra. En el bloque de la tarea sí/no, se instruyó a los participantes para pulsar un botón (marcado “Sí” ) para indicar si el estímulo era una palabra en válida en español y apretar otro botón (con la etiqueta “No”) si el estímulo no era una palabra válida en español. En los dos bloques, los participantes fueron instruidos para responder lo más rápidamente posible, manteniendo un nivel razonable de precisión. Los participantes emplearon su mano dominante para realizar la tarea, La sesión tuvo una duración aproximada de 30 minutos.

## **4.5. Resultados**

### **4.5.1. Experimento 1: jóvenes universitarios**

Se empleó el software SPSS 19 para el análisis de datos. Los tiempos de respuesta de menos de 250 o superior a 1500 ms fueron excluidos de los datos de latencia. Las latencias medias de respuestas correctas y las tasas de error se presentan al final del capítulo. Los análisis de varianza (ANOVA) con base en las latencias de respuesta de los participantes se llevaron a cabo sobre la base de un diseño 2 (tarea: go/no-go, sí/no) x 2 (palabra de frecuencia: alta, me-

dia).

El análisis de varianza de la latencia de datos mostró que los tiempos de decisión léxica eran sustancialmente menores en los bloques go/no-go que en los sí/no:  $F(1,39) = 30,58$ ;  $MCE = 2648,20$   $\eta_2 = 0,44$ ;  $p < 0,001$ . Por otro lado, las respuestas a las palabras de alta frecuencia eran más rápidas que las respuestas a las palabras de frecuencia media:  $F(1,39) = 102,27$ ;  $MCE = 1320,13$ ;  $\eta_2 = 0,72$ ;  $p < 0,001$ . Además, se encontró una interacción entre ambos factores:  $F(1,39) = 5,43$ ;  $MCE = 1320,13$ ;  $\eta_2 = 0,12$ ;  $p < 0,05$ . El análisis de varianza de los datos de error mostró que los participantes cometieron más errores en las tareas sí/no que en las go/no-go:  $F(1,39) = 4,63$ ;  $MCE = 0,002$ ;  $\eta_2 = 0,10$ ;  $p < 0,05$ . A su vez, el análisis mostró que los participantes cometieron más errores en las palabras de media frecuencia que en las palabras de alta frecuencia:  $F(1,39) = 56,55$ ;  $MCE = 0,001$ ;  $\eta_2 = 0,60$ ;  $p < 0,001$ . La interacción encontrada fue  $F(1,39) = 22,85$ ;  $MCE = 0,001$ ;  $\eta_2 = 0,72$ ;  $p < 0,001$ .

#### **4.5.2. Experimento 2: personas mayores**

Se empleó el software SPSS 19 para el análisis de datos. Los tiempos de respuesta de menos de 250 o superior a 1500 ms fueron excluidos de los datos de latencia. Los promedios de los tiempos de reacción fueron menores en las tareas go/no-go frente a las tareas sí/no, sin embargo, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas ( $F < 1$ , en el análisis de la varianza). Por otra parte, los análisis de varianza mostraron tiempos de reacción más breves en

palabras de alta frecuencia frente a baja frecuencia:  $F(1,39) = 86,70$ ;  $MCE = 1364,92$ ;  $\eta_2 = 0,69$ ;  $p < 0,001$ . Sin embargo, el análisis de varianza de los errores en las tareas fue  $F < 1$ .

Los resultados obtenidos en los experimentos son consistentes con las conclusiones obtenidas con estudiantes de primaria (Moret-Tatay y Perea, 2011; Perea, Rosa y Gómez, 2002), donde se sugiere que las diferencias entre tareas podrían darse por cambios en los tiempos de toma de decisión. De hecho, el experimento demostró que la tarea go/no-go presenta ventajas, tanto en tiempos de reacción como en porcentaje de errores, frente a la tarea sí/no. Según la hipótesis de Yelland (1993), esta ventaja podría darse por una menor demanda de tareas. Por último, la variabilidad en las tareas go/no-go es mucho menor para la popular tarea sí/no en jóvenes universitarios. No obstante, este patrón no queda claro en las personas mayores (ni en el análisis de la varianza ni en el gráfico de percentiles). Esto podría ser una evidencia de la heterogeneidad que caracteriza este grupo. Un ajuste de los datos empíricos a una distribución teórica podría aportarnos mayor información sobre este aspecto.

Tabla 4.2: Promedios de tiempos de reacción (ms) y desviación estándar para las palabras de alta frecuencia (AF), baja frecuencia (BF) y pseudopalabras, en las tareas de decisión léxica go/no-go y sí/no en estudiantes universitarios.

	go/no-go		sí/no		
	Palabras AF	Palabras BF	Palabras AF	Palabras BF	Pseudo-palabras
TR	560	627	608	655	714
DE	70	80	79	92	84

Tabla 4.3: Porcentaje de errores comisión y omisión para palabras de alta frecuencia (AF), baja frecuencia (BF) y pseudopalabras, de las tareas de decisión léxica go/no-go y sí/no en estudiantes universitarios.

	go/no-go			sí/no		
Errores	Palabras AF	Palabras BF	Pseudo-palabras	Palabras AF	Palabras BF	Pseudo-palabras
totales	1	1	1	2	6	4
Comisión	1	0	1	2	5,5	3,8
Omisión	0	1	-	0	0,5	0,2

Tabla 4.4: Promedios de tiempos de reacción (ms), desviación estándar y tamaño del efecto de frecuencia para palabras de alta frecuencia (AF), baja frecuencia (BF) y pseudopalabras, en las tareas de decisión léxica go/no-go y sí/no en personas mayores

	go/no-go		sí/no		
	Palabras AF	Palabras BF	Palabras AF	Palabras BF	Pseudo-palabras
TR	777	836	807	855	1075
DE	184	194	172	172	176

Tabla 4.5: Porcentaje de errores (Comisión y Omisión) para palabras de alta frecuencia (AF), baja frecuencia (BF) y pseudopalabras en las tareas de decisión léxica go/no-go y sí/no en personas mayores

	go/no-go			sí/no		
Errores	Palabras AF	Palabras BF	Pseudo-palabras	Palabras AF	Palabras BF	Pseudo-palabras
Totales	3	3	3	2	5	4
Comisión	2	2	3	1	2	1
Omisión	1	1	-	1	3	3

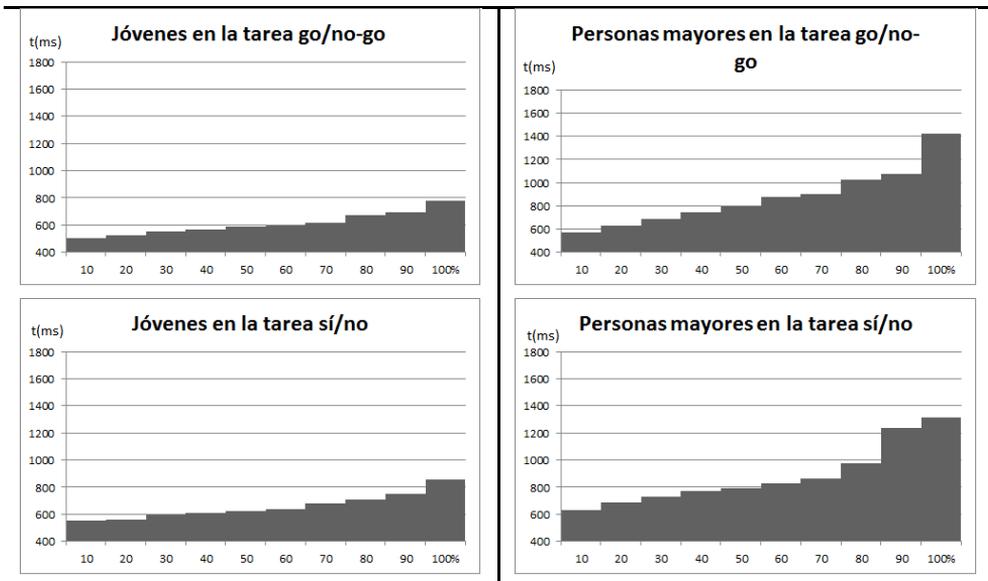


Figura 4.1: Polígono de frecuencias relativas acumuladas para los tiempos de reacción (ms) a palabras correspondientes a jóvenes universitarios y personas mayores. Arriba: tarea go/no-go. Abajo: tarea sí/no.

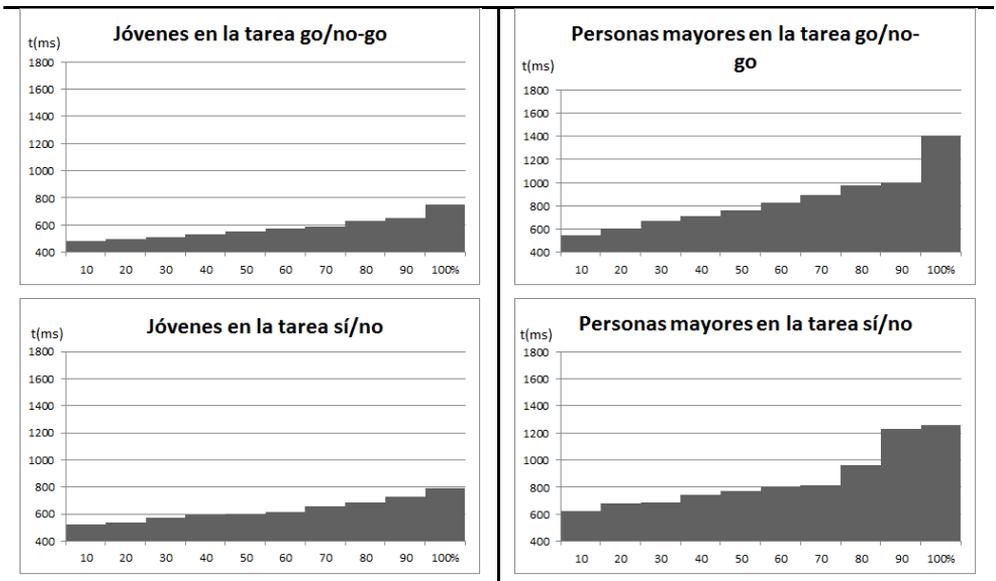


Figura 4.2: Polígono de frecuencias relativas acumuladas para los tiempos de reacción (ms) a palabras de alta frecuencia correspondientes a jóvenes universitarios y personas mayores. Arriba: tarea go/no-go. Abajo: tarea sí/no.

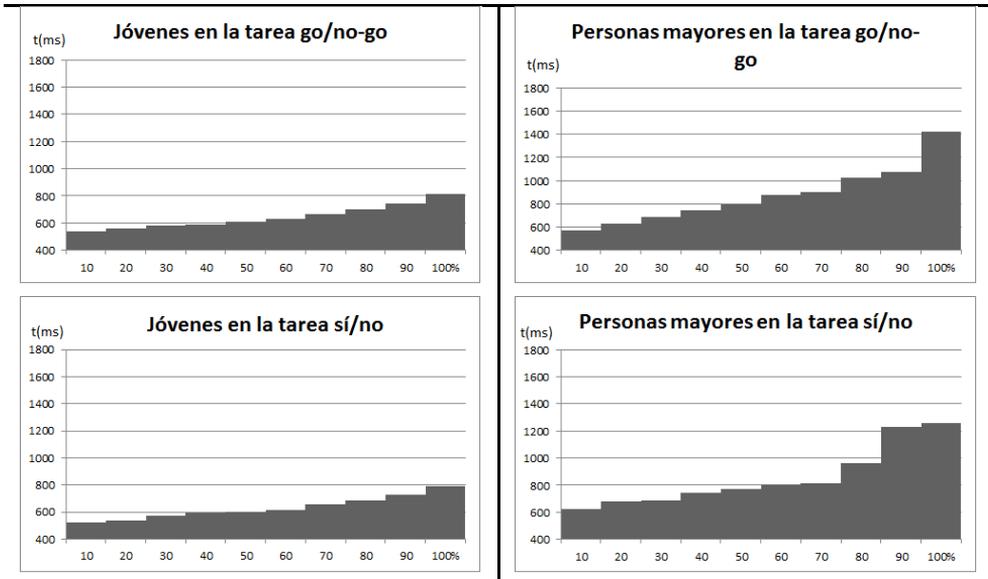


Figura 4.3: Polígono de frecuencias relativas acumuladas para los tiempos de reacción (ms) a palabras de baja frecuencia correspondientes a jóvenes universitarios y personas mayores. Arriba: tarea go/no-go. Abajo: tarea sí/no.

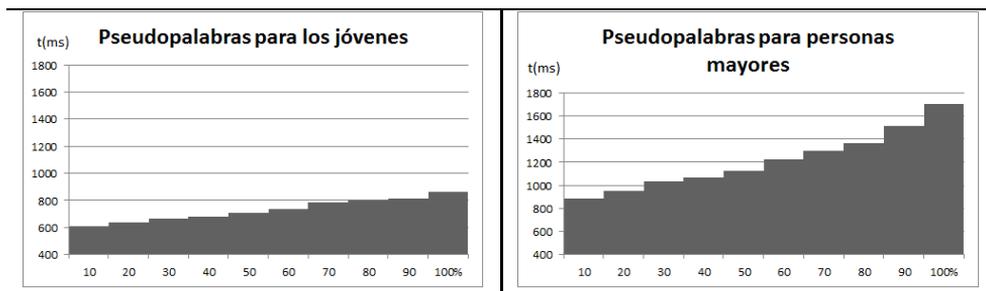


Figura 4.4: Polígono de frecuencias relativas acumuladas para los tiempos de reacción (ms) a pseudopalabras correspondientes a jóvenes universitarios y personas mayores en la tarea go/no-go.

# CAPÍTULO 5

## AJUSTE A TRAVÉS DE UNA DISTRIBUCIÓN EX-GAUSSIANA

*“Forty-two, said Deep Thought, with infinite majesty and calm. The Answer to the Great Question, of Life, the Universe and Everything.”*  
The Hitchhikers Guide to the Galaxy, Douglas Adams.

En términos generales, los análisis de tiempo de reacción, dentro de la psicología cognitiva, se llevan a cabo mediante análisis de varianza. No obstante, estos métodos pueden ser insuficientes

cuando se trabaja con las características particulares de los tiempos de reacción. En el capítulo anterior observamos cómo, a través del análisis de la varianza, se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la tarea go/no-go frente a la sí/no en jóvenes universitarios (aunque este análisis no fue concluyente en personas mayores). En este capítulo seguiremos otra alternativa: el ajuste de los datos empíricos a una distribución teórica. Previo a esto, emplearemos los gráficos Q-Q para explorar las formas de las distribuciones. Estos gráficos se construyen bien a partir de una distribución de puntos experimentales y una distribución referencia, o bien a través de las distribuciones de dos conjuntos de puntos experimentales. En cada tipo de gráfico, además, se incluye una recta que representa los valores teóricos que corresponderían a la distribución de referencia (por ejemplo, la normal) en el primer caso o, en el segundo tipo de gráficos, la recta representaría la semejanza de las distribuciones comparadas, análisis similar al realizado por Myerson, Shannon Robertson y Hale (2007). De este modo, podremos comparar nuestros datos con una distribución teórica (por ejemplo, la distribución normal), o comparar las distribuciones de datos empíricos en la tarea go/no-go frente a las tareas sí/no y los datos de jóvenes universitarios frente a personas mayores. En la interpretación de los gráficos Q-Q, cualquier forma que no sea una relación estrictamente lineal entre las dos series de cuartiles indicaría una diferencia en las formas de las dos distribuciones que se comparan. Además, la presencia de curvaturas nos indicará asimetría hacia los ejes de coordenadas dependiendo del caso.

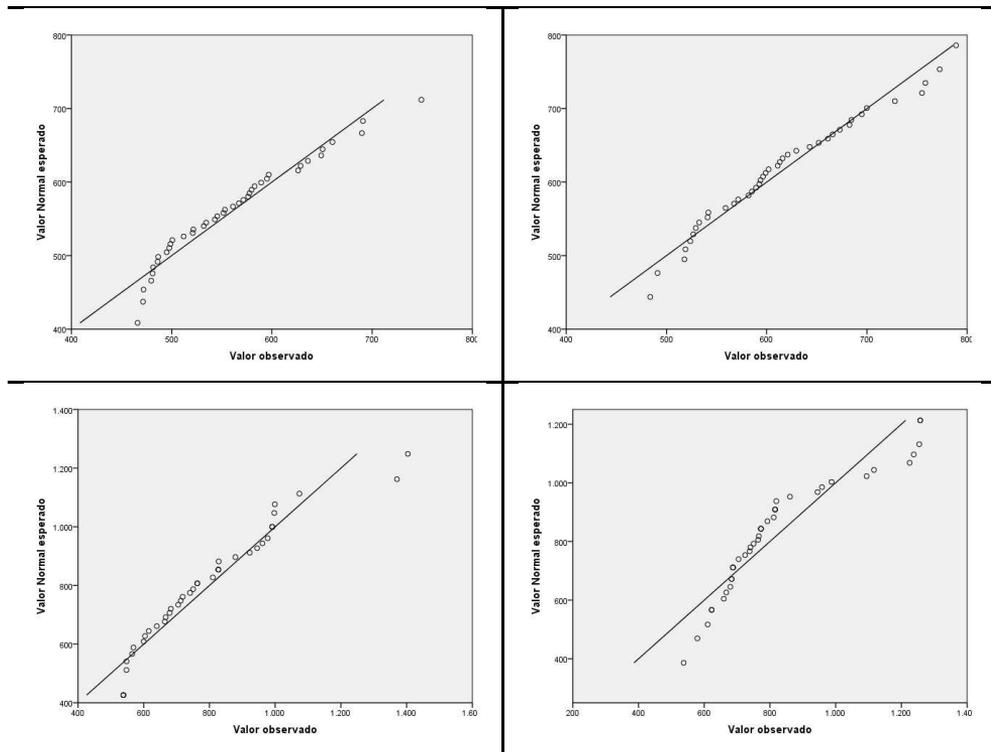


Figura 5.1: Gráfico Q-Q respecto a una distribución normal de los datos empíricos de las palabras de alta frecuencia. En la parte superior encontramos los datos correspondientes a los jóvenes universitarios: a la izquierda los correspondientes a la tarea go/no-go y en la parte derecha a la tarea sí/no. En la parte inferior encontramos los datos correspondientes a las personas mayores: a la izquierda los correspondientes a la tarea go/no-go y en la parte derecha a la tarea sí/no.

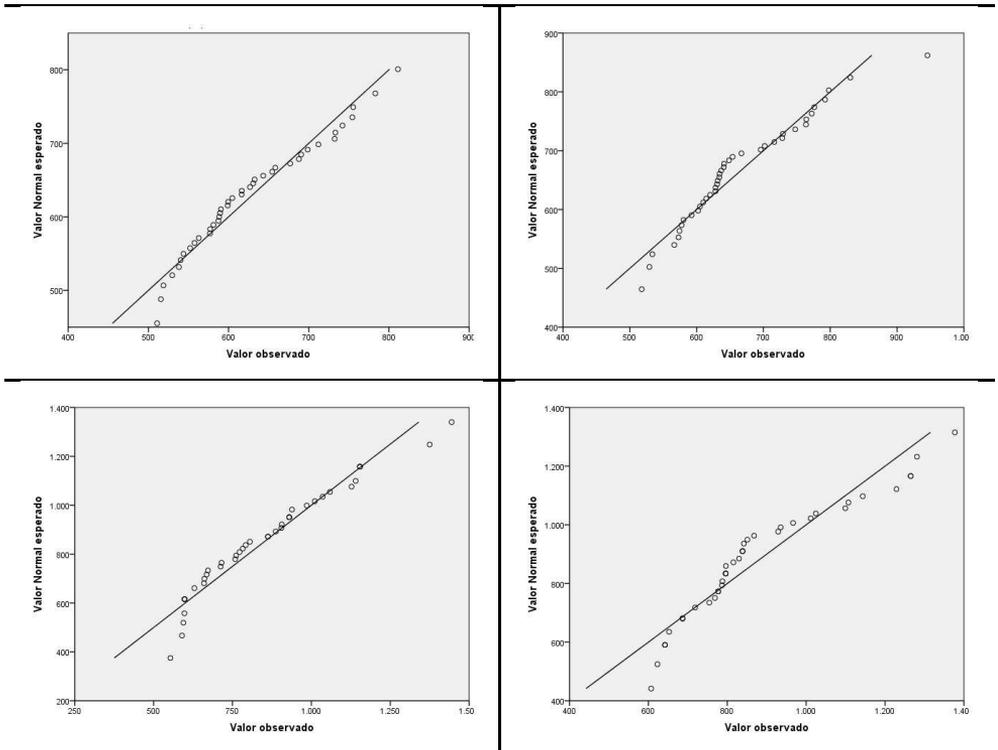


Figura 5.2: Gráfico Q-Q respecto a una distribución normal de los datos empíricos de las palabras de baja frecuencia. En la parte superior encontramos los datos correspondientes a los jóvenes universitarios: a la izquierda los correspondientes a la tarea go/no-go y en la parte derecha a la tarea sí/no. En la parte inferior encontramos los datos correspondientes a las personas mayores: a la izquierda los correspondientes a la tarea go/no-go y en la parte derecha a la tarea sí/no.

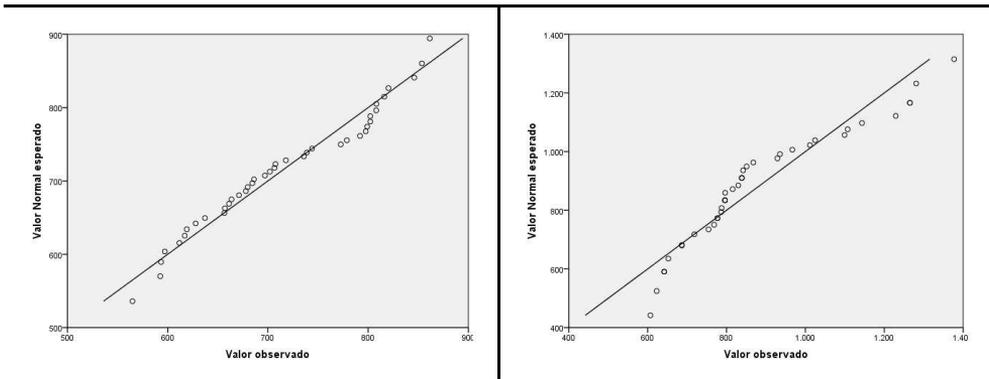


Figura 5.3: Gráfico Q-Q respecto a una distribución normal de los datos empíricos de las pseudopalabras. A la izquierda encontramos los datos correspondientes a los jóvenes universitarios y a la derecha los datos correspondientes a las personas mayores.

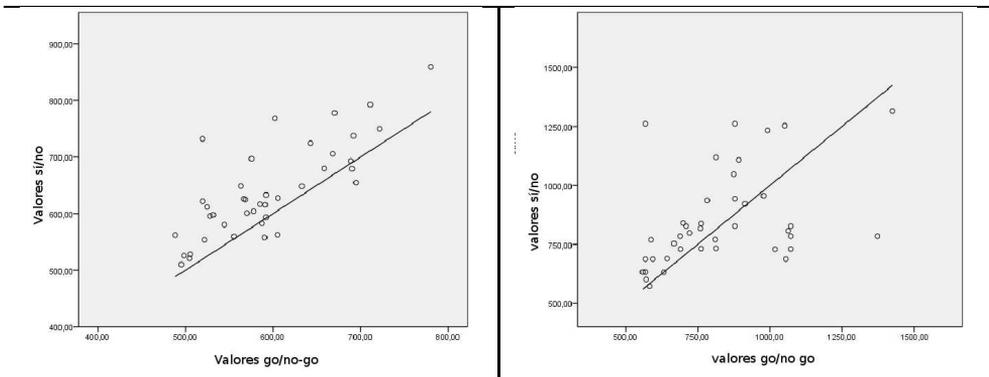


Figura 5.4: Gráfico Q-Q respecto a las distribuciones de las tareas go/no-go (eje x) y sí-no (eje y) respectivamente. A la izquierda encontramos los datos correspondientes a los jóvenes universitarios y a la derecha los datos correspondientes a las personas mayores.

Gráfico Q-Q respecto a las distribuciones de jóvenes universitarios (eje x) y personas mayores (eje y) respectivamente. A la izquierda encontramos los datos correspondientes a la tarea go/no-go y a la derecha los datos correspondientes a la tarea sí/no.

Como era de esperar, las distancias entre los puntos y la recta de las gráficas Q-Q son considerables. En el primer caso, los gráficos Q-Q nos indican que nos encontramos ante distribuciones no normales. De hecho, los tiempos de reacción suelen caracterizarse por una pronunciada asimetría positiva que dificulta su análisis. Por ello, no es de extrañar que un gran número de estudios hayan tratado de caracterizar la distribución del tiempo de reacción en términos más generales, como la distribución lognormal, Wald, Gamma o la distribución ex-gaussiana (Luce, 1986; Ratcliff, 1993). En el segundo caso (comparación entre grupos), los gráficos Q-Q nos indican que las formas de las distribuciones son diferentes para las tareas go/no-go frente a la tarea sí/no y, en última instancia, para el grupo de jóvenes frente al de personas mayores.

El objetivo del presente capítulo es la caracterización de la distribución de los tiempos de reacción obtenidos. Esto nos permitirá una mejor descripción de los resultados, así como examinar procesos cognitivos subyacentes. Una herramienta muy útil, que hemos seleccionado en el presente trabajo y que ofrece ajustes muy precisos es la distribución ex-gaussiana (Balota y Spieler, 1999).

La función ex-gaussiana es la convolución de dos procesos; una función gaussiana (normal) y una función exponencial. Luce (1986)

describe esta función como un modelo para la toma de decisiones (y por tanto, un modelo que podría describir diferentes procesos cognitivos) dentro del espacio temporal. Matemáticamente, la función de densidad de probabilidad ex-gaussiana se expresa como:

$$f(x) = \frac{1}{2\tau} e^{\frac{1}{2\tau} \left( 2\mu + \frac{\sigma^2}{\tau} - 2x \right)} \operatorname{erfc} \left( \frac{\mu + \frac{\sigma^2}{\tau} - x}{\sqrt{2}\sigma} \right)$$

En esta expresión, la función exponencial se multiplica por el valor de la densidad acumulativa de la función de Gauss  $\operatorname{erfc}$  (también puede simbolizarse con  $\phi$ ). El ajuste ex-Gaussiano se realiza a través de tres parámetros:  $\mu$ ,  $\tau$  y  $\sigma$ . Los dos primeros ( $\mu$  y  $\sigma$ ), corresponden a la media y desviación estándar del componente gaussiano. El tercer parámetro ( $\tau$ ), es la media de la componente exponencial. Investigadores como Ratcliff y Murdock (1976) o Luce (1986) han demostrado que la función ex-gaussiana proporciona un buen ajuste a múltiples distribuciones empíricas de tiempos de reacción. Además, muchos investigadores han relacionado los diferentes parámetros del ajuste ex-Gaussiano con procesos cognitivos subyacente (véase tabla 5.6).

Para cada una de las variables manipuladas se realizó un ajuste a través de los diferentes parámetros tanto para el conjunto global de palabras como para las categorías de alta y baja frecuencia en jóvenes y personas mayores. A continuación, mostramos los resultados obtenidos en el ajuste ex-gaussiano, así como su representación

Tabla 5.1: Porcentaje de errores empleando la tarea de decisión léxica sí/no con lectores en desarrollo de primer a cuarto curso de primaria

Autores	Parámetro $\mu$	Parámetro $\tau$
Balota y Spieler (1999)	estímulo impulsado automáticamente	procesos atencionales (analítico)
Epstein et al. (2006)	–	lapsos atencionales
Gordon y Carson (1990)	procesos residuales (sensoriales o motores)	toma de decisiones
Kieffaber et al. (2006)	procesos atencionales	procesos intencionales
Rohrer (1996, 2002)	pausa anterior a la recuperación	latencia en el recuerdo
Schmiedek, Oberauer, Wilhelm, Süß y Wittmann (2007)	–	procesos superiores: memoria de trabajo razonamiento
Spierer, Balota y Faust (1996)	–	procesamiento central
West et al. (2002)	–	control ejecutivo

\*El signo– representa información no disponible.

gráfica. Tanto el ajuste de las distribuciones como los siguientes gráficos se realizaron a través de GNU plot 4.2 empleando el algoritmo de Marquardt-Levenberg.

Tabla 5.2: Parámetros  $\mu$ ,  $\tau$  y  $\sigma$  en el ajuste a una distribución ex-gaussiana para los tiempos de reacción de jóvenes universitarios para palabras de alta frecuencia en una tarea go/no-go.

	Valor de los Parámetros	Error estándar
$\mu$	450,37	$\pm 1,61$ (0,4 %)
$\sigma$	46,21	$\pm 1,82$ (4,0 %)
$\tau$	-105,24	$\pm 3,55$ (3,4 %)

---

\*Nota de Pie.

Ratcliff y Murdock (1976), así como posteriormente Heathcote, Popiel y Mewhort (1991) entre otros muchos autores, indicaron que es posible estimar los parámetros de un ajuste ex-gausiano sin realizar un esfuerzo hercúleo, siempre y cuando podamos emplear, al menos, 100 tiempos de respuesta por condición, lo que podría traducirse como un argumento a favor de la técnica.

En nuestro caso, el primer paso para obtener la estimación de los parámetros fue definir la bondad de ajuste. Esto refleja como el modelo se ajusta a los datos empíricos en términos de desviación. La bondad de ajuste se examinó a través de la varianza residual (el método más empleado en ciencias comportamentales que es el  $\chi^2$ ), es decir, a través de parámetros que GNU plot ofrece para cada ajuste. En todos los casos, estos fueron cercanos a  $10^{-9}$ .

Dado el orden de magnitud del eje y, la desviación media de los puntos experimentales (datos empíricos de estudiantes universitarios jóvenes y mayores) con respecto a su ajuste fue cercano o menor al 1 %.

Tabla 5.3: Parámetros  $\mu$ ,  $\tau$  y  $\sigma$  en el ajuste a una distribución ex-aussiana para los tiempos de reacción de jóvenes universitarios ante palabras de baja frecuencia en una tarea go/no-go.

	Valor de los Parámetros	Error estándar
$\mu$	474,80	$\pm 2,63$ (0,5 %)
$\sigma$	58,23	$\pm 3,07$ (5,3 %)
$\tau$	148,63	$\pm 6,03$ (4,1 %)

Tabla 5.4: Parámetros  $\mu$ ,  $\tau$  y  $\sigma$  en el ajuste a una distribución ex-gaussiana para los tiempos de reacción de jóvenes universitarios ante palabras de alta frecuencia en una tarea sí/no.

	Valor de los Parámetros	Error estándar
$\mu$	494,16	$\pm 2,22$ (0,4 %)
$\sigma$	50,85	$\pm 2,521$ (5,0 %)
$\tau$	116,38	$\pm 4,91$ (4,2 %)

Tabla 5.5: Parámetros  $\mu$ ,  $\tau$  y  $\sigma$  en el ajuste a una distribución ex-gaussiana para los tiempos de reacción de jóvenes universitarios ante palabras de baja frecuencia en una tarea sí/no.

	Valor de los Parámetros	Error estándar
$\mu$	507,63	$\pm 2,48$ (0,5 %)
$\sigma$	61,26	$\pm 2,88$ (4,7 %)
$\tau$	153,41	$\pm 5,65$ (3,7 %)

Tabla 5.6: Parámetros  $\mu$ ,  $\tau$  y  $\sigma$  en el ajuste a una distribución ex-gaussiana para los tiempos de reacción de personas mayores ante palabras de alta frecuencia en una tarea go/no-go.

	Valor de los Parámetros	Error estándar
$\mu$	507,68	$\pm 5,80$ (1,1 %)
$\sigma$	82,13	$\pm 7,29$ (8,9 %)
$\tau$	291,74	$\pm 14,97$ (5,1 %)

Tabla 5.7: Parámetros  $\mu$ ,  $\tau$  y  $\sigma$  en el ajuste a una distribución ex-gaussiana para los tiempos de reacción de personas mayores ante palabras de baja frecuencia en una tarea go/no-go.

	Valor de los Parámetros	Error estándar
$\mu$	522,63	$\pm 4,56$ (0,9 %)
$\sigma$	63,75	$\pm 6,07$ (9,5 %)
$\tau$	367,31	$\pm 13,97$ (3,8 %)

Tabla 5.8: Parámetros  $\mu$ ,  $\tau$  y  $\sigma$  en el ajuste a una distribución ex-gaussiana para los tiempos de reacción de personas mayores ante palabras de alta frecuencia en una tarea sí/no.

	Valor de los Parámetros	Error estándar
$\mu$	567,41	$\pm 6,00$ (1,1 %)
$\sigma$	84,63	$\pm 7,219$ (8,5 %)
$\tau$	242,08	$\pm 14,35$ (6,0 %)

Tabla 5.9: Parámetros  $\mu$ ,  $\tau$  y  $\sigma$  en el ajuste a una distribución ex-gaussiana para los tiempos de reacción de personas mayores ante palabras de baja frecuencia en una tarea sí/no.

	Valor de los Parámetros	Error estándar
$\mu$	583,15	$\pm 5,71$ (1,0%)
$\sigma$	84,58	$\pm 7,17$ (8,5%)
$\tau$	300,70	$\pm 14,73$ (4,9%)

Tabla 5.10: Parámetros  $\mu$ ,  $\tau$  y  $\sigma$  en el ajuste a una distribución ex-gaussiana para los tiempos de reacción de jóvenes universitarios ante pseudopalabras en una tarea sí/no.

	Valor de los Parámetros	Error estándar
$\mu$	554,97	$\pm 1,65$ (0,3%)
$\sigma$	62,77	$\pm 1,94$ (3,1%)
$\tau$	163,51	$\pm 3,90$ (2,3%)

Tabla 5.11: Parámetros  $\mu$ ,  $\tau$  y  $\sigma$  en el ajuste a una distribución ex-gaussiana para los tiempos de reacción de personas mayores ante pseudopalabras en una tarea sí/no.

	Valor de los Parámetros	Error estándar
$\mu$	732,54	$\pm 9,35$ (1,3%)
$\sigma$	133,43	$\pm 11,89$ (8,9%)
$\tau$	502,46	$\pm 25,06$ (5,0%)

Tabla 5.12: Parámetros  $\mu$ ,  $\tau$  y  $\sigma$  en el ajuste a una distribución ex-gaussiana para todos los tiempos de reacción (palabras de alta y baja frecuencia) de jóvenes universitarios en la tarea go/no-go.

	Valor de los Parámetros	Error estándar
$\mu$	455,96	$\pm 1,39$ (0,3 %)
$\sigma$	48,97	$\pm 1,65$ (3,4 %)
$\tau$	134,07	$\pm 3,27$ (2,4 %)

Tabla 5.13: Parámetros  $\mu$ ,  $\tau$  y  $\sigma$  en el ajuste a una distribución ex-gaussiana para todos los tiempos de reacción (palabras de alta y baja frecuencia) de jóvenes universitarios en la tarea sí/no.

	Valor de los Parámetros	Error estándar
$\mu$	497,28	$\pm 1,57$ (0,3 %)
$\sigma$	54,54	$\pm 1,83$ (3,3 %)
$\tau$	137,64	$\pm 3,58$ (2,6 %)

Tabla 5.14: Parámetros  $\mu$ ,  $\tau$  y  $\sigma$  en el ajuste a una distribución ex-gaussiana para todos los tiempos de reacción (palabras de alta y baja frecuencia) de personas mayores en la tarea go/no-go.

	Valor de los Parámetros	Error estándar
$\mu$	514,37	$\pm 4,01$ (0,8 %)
$\sigma$	74,85	$\pm 5,18$ (6,9 %)
$\tau$	327,51	$\pm 11,11$ (3,4 %)

Tabla 5.15: Parámetros  $\mu$ ,  $\tau$  y  $\sigma$  en el ajuste a una distribución ex-gaussiana para todos los tiempos de reacción (palabras de alta y baja frecuencia) de personas mayores en la tarea sí/no.

	Valor de los Parámetros	Error estándar
$\mu$	572,63	$\pm 3,69$ (0,6 %)
$\sigma$	83,27	$\pm 4,57$ (5,5 %)
$\tau$	274,62	$\pm 9,27$ (3,4 %)

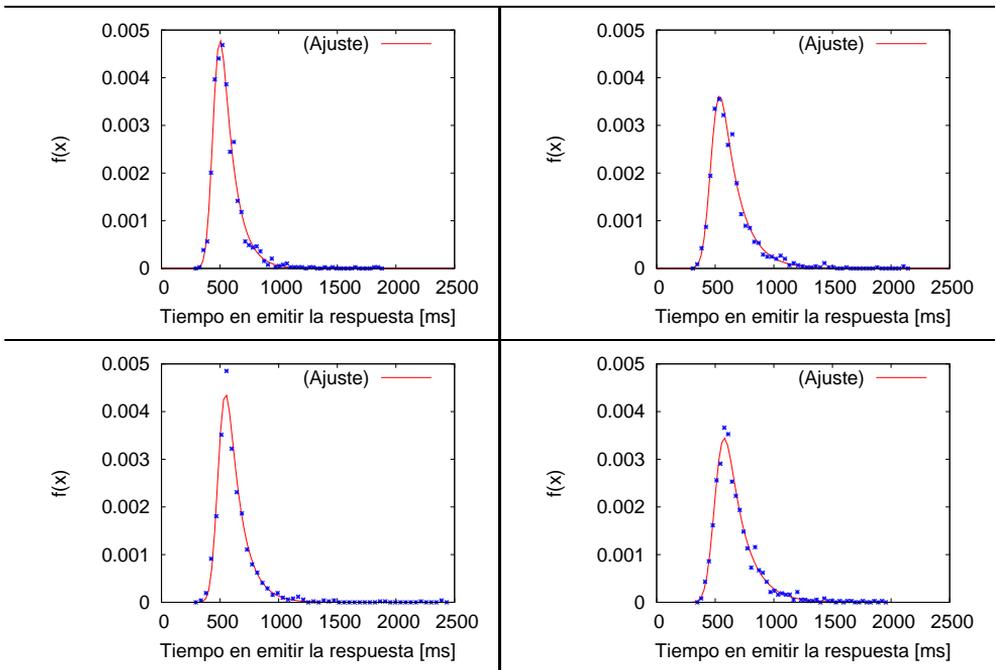


Figura 5.5: Ajuste ex-gaussiano para datos empíricos de jóvenes universitarios. En la parte superior encontramos los datos correspondientes a la tarea go/no-go, y en la parte inferior a la tarea sí/no. La parte izquierda muestra las palabras de alta frecuencia y la derecha las palabras de baja frecuencia, tanto para una tarea como para otra.

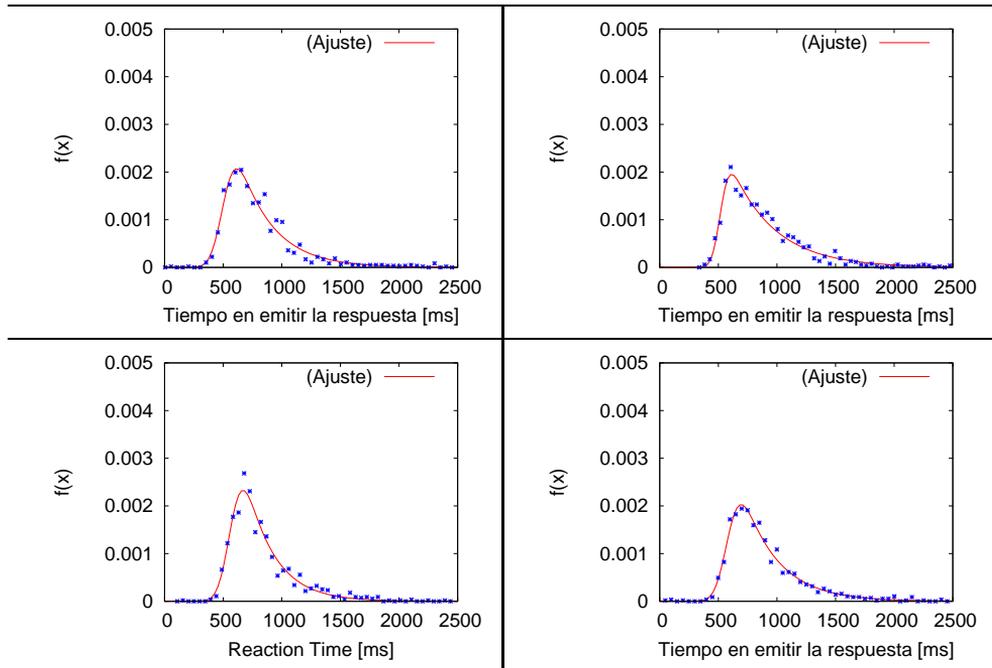


Figura 5.6: Ajuste ex-gaussiano para datos empíricos de personas mayores. En la parte superior encontramos los datos correspondientes a la tarea go/no-go, y en la parte inferior a la tarea sí/no. La parte izquierda muestra las palabras de alta frecuencia y la derecha las palabras de baja frecuencia, tanto para una tarea como para otra.

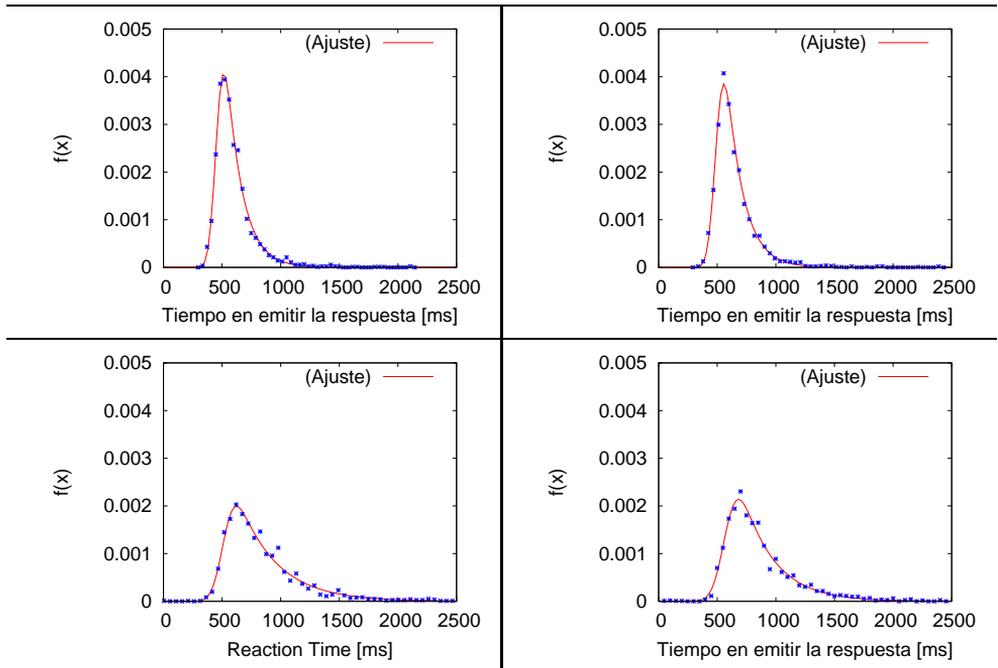


Figura 5.7: Ajuste ex-gaussiano para datos empíricos totales de ambas tareas y grupos. En la parte superior encontramos los datos correspondientes a la tarea go/no-go (izquierda), y la tarea sí/no (derecha) para jóvenes universitarios. En la parte inferior encontramos los datos correspondientes a la tarea go/no-go (izquierda) y la tarea sí/no (derecha) para personas mayores.

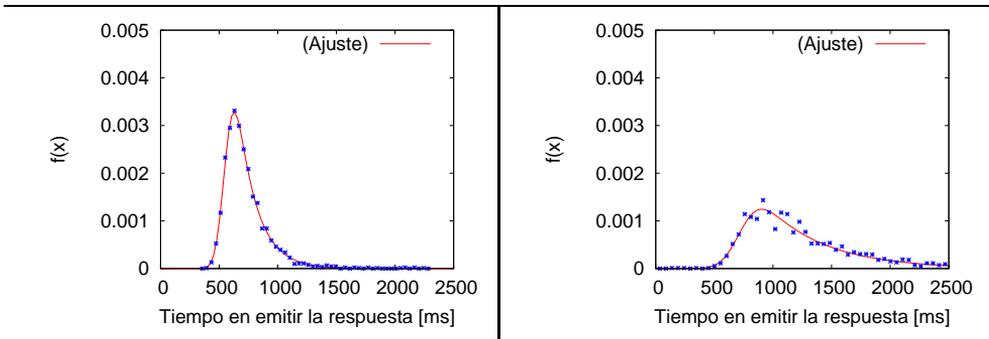


Figura 5.8: Ajuste ex-gaussiano para datos empíricos de las pseudopalabras en la tarea sí/no. A la derecha los datos correspondientes a personas mayores y a la izquierda los datos correspondientes a jóvenes universitarios.



# CAPÍTULO **6**

---

## TDL Y BASE DE DATOS LEXESP

*“Jede Lösung eines Problems ist ein neues Problem.”* Johann Wolfgang von Goethe.

Tanto el campo de la psicología, la lingüística o incluso la inteligencia artificial, se han esforzado durante décadas en elaborar corpus de datos sobre frecuencias entre otras muchas variables, correspon-

dientes al léxico de diferentes idiomas. Un posible argumento a favor de una de las variantes de la TDL sería su correlación con la base de datos del idioma correspondiente de presentación.

Como comentábamos en los capítulos iniciales sobre el estado del arte, uno de los trabajos más completos sobre bases de frecuencias en lengua española en la actualidad seguramente sea el LEXESP (Sebastián, Martí, Carreiras y Cuetos, 2000), que recoge información muy valiosa de variables como la frecuencia léxica, el número de sílabas, número de letras, número de vecinos ortográficos, una serie de índices morfosintácticos como forma, lema, máscara y categoría e índices subjetivos como familiaridad, concreción e imaginabilidad de 5.020.930 palabras de diversas fuentes (libros y periódicos entre otros).

En el planteamiento de los experimentos sobre las variantes de la TDL se escogió un efecto característico en investigaciones de reconocimiento visual de palabras. El efecto de frecuencia. Este efecto no sólo se ha caracterizado por su robustez a lo largo de la literatura, además, ha sentado los pilares básicos de los principales modelos en este ámbito. Por tanto, debe existir una correlación negativa entre los tiempos de respuesta de un sujeto en una tarea de laboratorio respecto a la frecuencia de la palabra. De este modo, a mayor frecuencia de una palabra, el tiempo de reacción en su reconocimiento es más breve y viceversa. ¿Podría variar esta correlación entre las variantes de la TDL? Recordemos que uno de los argumentos a favor de la tarea go/no-go en lectores en desarrollo (Moret-Tatay y Perea,

Tabla 6.1: Correlaciones entre las frecuencias de los estímulos presentados según la base de datos LEXESP (Sebastián et al., 2000) y los tiempos de reacción en jóvenes universitarios.

	LEXESP	go/no-go	sí/no
LEXESP	1.000		
go/no-go	-0.565	1.000	
sí/no	-0.50	0.731	1.000

Tabla 6.2: Correlaciones entre las frecuencias de los estímulos presentados según la base de datos LEXESP (Sebastián et al., 2000) y los tiempos de reacción en personas de edad avanzada.

	LEXESP	go/no-go	sí/no
LEXESP	1.000		
go/no-go	-0.496	1.000	
sí/no	-0.425	0.592	1.000

2011) era un menor consumo de recursos cognitivos. Por tanto, si éste fuera el caso, la variante de decisión óptima sería la que mejor se ajustase a la base de frecuencias LEXESP.

Los coeficientes de correlación entre la base de frecuencias LEXESP y las variantes de TDL (go/no-go y sí/no de la TDL), mostraron una relación inversa ( $p < 0.001$ ) tanto para jóvenes universitarios como para personas de edad avanzada. Esta relación fue ligeramente mayor para la variante go/no-go.

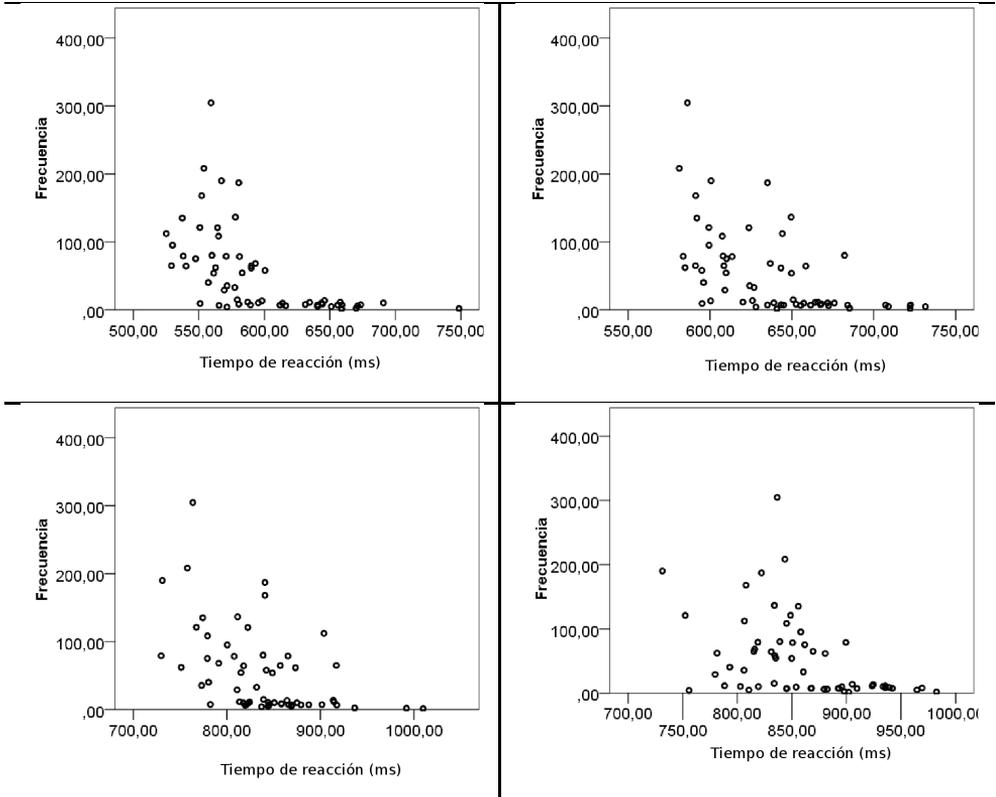


Figura 6.1: Correlaciones de los tiempos de reacción a la base de frecuencias LEXESP. La parte superior corresponde a las representaciones gráficas de los jóvenes universitarios (a la izquierda para la tarea tarea go/no-go y a la derecha para la tarea sí/no). La parte inferior corresponde a las representaciones de las personas mayores (a la izquierda para la tarea tarea go/no-go y a la derecha para la tarea sí/no)

CAPÍTULO **7**

---

**CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN GENERAL**

*“One never notices what has been done; one can only see what remains to be done.” Marie Curie.*

## 7.1. Conclusions and Discussion

The written word has become almost indispensable in our daily life. For example when driving or when performing banking operations, our visual word recognition should be fast and efficient. The optimization of these processes is directly related to personal autonomy, as indicated by Meléndez, Tomás, Oliver, & Navarro (2009), and also related to well-being and life satisfaction. For this reason, we have been interested in the use of new technologies for the elderly without cognitive impairment. Determining the approach best suited for this group will allow us to develop a starting point for other aging processes. In turn, performing the same study with university students allowed us to look for similarities and differences between these groups.

One way to examine this methodological issue is by two variants of the lexical decision task: yes/no and go/no-go tasks. The evidence shows that the popular yes/no variant leads to a larger number of errors and results in a longer latency and variability for developing readers (Moret-Tatay, & Perea, 2011) as well as adults (Perea, Rosa, & Gomez, 2002). However, the situation seems less clear for the elderly, at least in the classical variance analysis.

The main hypothesis of this work concerns cost of processing while performing a lexical decision task. This cost might be minimized by simpler (go/no-go variant, i.e., “if the word makes sense, press Yes, otherwise do not do anything”) compared to a complex task (yes/no

variant, i.e., “ if the word makes sense, press Yes, otherwise press No “). In order to examine that question, we have carried out a series of experiments: we tested the same stimuli in a within-subjects design employing counterbalanced blocks of both variants. In addition, we manipulated the frequency of the words: High vs low frequency. The effect of word frequency is a classical effect in cognitive psychology that is characterized by its robustness. The handling of this effect allowed us to examine potential changes in underlying cognitive processes, and thereby to confirm or reject current models of visual word recognition and lexical access.

The main conclusions can be summarized as follows: i) In the go/no-go task participants show shorter reaction times and fewer errors than in the yes/no one.ii) For university students, the distribution of decision times showed a smaller variance (i.e., the data are less noisy) for the go/no-go data than for yes/no ones, while for the elderly the opposite was the case. iii) the kind of task (yes/no vs. go/no-go) does not change the underlying processes of interest, as indicated by the robustness of the effect with respect to the frequency in both variants.

However, the frequency effect was stronger for the go/no-go task than the yes/no one for both, the university students and the elderly. How could visual word recognition and lexical access patterns explain these differences? Theoretical models have tried to explain the frequency effect through word activation levels. In addition, it is assumed that time and word frequency are variables that play an important role

in lexical access (e.g. Forster's search model, activation-verification model, dual-route model, SOLAR model, overlap model and SERIOL model). However, if this were the case (i.e. that word recognition is only affected at this level), we should not find differences in the frequency effect between the go/no-go and yes/no tasks. Bear in mind, however, that young university students showed a frequency effect 20 ms higher for the go/no-go task, and the elderly 11 ms for the same task. Therefore, simpler task may be more sensitive to lexical effects. Another possible point related to data base frequencies, as we saw in Chapter 6, is that the go/no-go task shows a slightly higher correlation with the LEXESP frequency base than the yes/no task.

Perea, Rosa, & Gomez (2002) postulated that the basic difference between the two variants of the lexical decision task lies in the mental operations involved in the selection of the response (as we said, in the yes/no variant, participants are required to choose one of two alternative answers, however, with a go/no-go task, processes would be simpler as they only have one alternative). In fact, this would be the only potential drawback of the go/no-go task compared with the yes/no task, because, in examining the response times, the go/no-go task only provides half of the data (i.e., the response times of non-words are not recorded). Furthermore, Gomez et al. (2007) stated when modeling the data from cognitive processes of interest, this may be a potential limitation (i.e., data can be less restrictive). Clearly, the go/no-go variant of the lexical decision task may seem simpler than the yes/no variant, but the responses obtained from university

students and the elderly were more accurate and faster, indicating a lower consumption of processing resources. As McClelland (1979) noted, firm conclusions about the handling of an effect should be limited to cases where error rates are very low.

Although the classical variance analysis is clear with respect to university students, it is not conclusive for the elderly. Given such a non-homogeneous group, this work demonstrates the utility of a description with asymmetric distributions, specifically the exponentially modified Gaussian distribution (hereafter “ex-Gaussian” in the following). While in principle there are different distributions that can be adjusted to the peculiar shape of the reaction times distribution, Luce (1986) indicated two reasons why the ex-Gaussian distribution may in fact be the best option: i) The distribution fits efficiently to the empirical data for the reaction times. ii) The ex-Gaussian function allows to assign parameters related to the mean of a distribution. In addition, different ex-Gaussian parameters can be related to different cognitive processes.

As expected, reaction times were slower and more variable for the elderly than for university students. However, the characteristic shape of the distribution of reaction times was the same. In terms of parameters of the ex-Gaussian function, the  $\mu$  parameter was lower in the go/no-go task than the yes/no task, for both groups. The  $\tau$  parameter was higher in the task yes/no than in the go/no-go task, but it was not the case the elderly.

Regarding the effects of age on a task and how it could affect the

distribution of reaction times, this is subject to discussion in the literature. Many authors have shown that the distributions of reaction times of older adults have longer tails (e.g. Fozard, Thomas, & Waugh, 1976; Smith, Poon, Hale, & Myerson, 1988), but currently there is no consensus on the interpretation of this phenomenon, although many theories were developed. As noted in Chapter 5, Balota & Spieler (1999) claim that the  $\mu$  parameter may be related to the automation of processes, while the  $\tau$  parameter could refer to attentional demands. Our results, as the ones from West et al. (2002), show large differences in the  $\tau$  parameter, but not in sigma. West et al. explain this in relation to the elderly performance. The elderly were slower to process information than younger adults, but our results show, in terms of accuracy, that they were as efficient as younger students.

In summary, the experiments discussed in the present work have shown that, compared to the standard yes/no task, the go/no-go task has several decisive advantages: shorter reaction times, more accuracy, less variability for the university students (however this was not the case in the elderly), stronger correlations to the base frequency and better adjustment parameters over the popular yes/no task. Therefore, we believe that the go/no-go task should be the preferred option when conducting experiments with lexical decisions task. Finally, the objective of this work is facilitate the access to new technologies for the elderly, that they can maintain their independence by employing this kind of resources that play an important role in our daily life (mobile phones and internet among many others). The results

show that the elderly without cognitive impairment are not a homogeneous group and that its results, in terms of cognitive components, are not exactly the same as those of the university students, although their efficiency was. Therefore, more research on the subject is necessary.

## 7.2. Conclusions i Discussió

La paraula escrita ha pres un paper gairebé imprescindible en la nostra vida diària. Per exemple, quan conduïm o quan realitzem qual-sevol operació bancària nostre reconeixement visual de paraules ha de ser ràpid i eficient. L'optimització d'aquest tipus de recursos es troba directament relacionat amb l'autonomia de la persona, com indica l'estudi de Meléndez, Tomàs, Oliver i Navarro, (2009), i al mateix temps, també es relaciona amb el benestar i la satisfacció de vida de la persona. Per això, ens hem interessat per aquest últim exemple més enfocat a l'ús de noves tecnologies en persones majors sense deteriorament cognitiu. Determinar la millor tasca per a aquest grup ens permetrà marcar un punt de partida per a altres processos d'envelliment. Al seu torn, aquest mateix estudi en joves universitaris ens ha permès poder buscar semblances i diferències.

Una manera d'examinar aquesta qüestió metodològica és a través de dues variants de la tasca de decisió lèxica: La variant sí/no i la variant go/no-go. L'evidència mostra com la popular variant sí/no de decisió lèxica produeix un gran nombre d'errors, major latència i variabilitat en lectors en desenvolupament (Moret-Tatay i Perea, 2011) i adults (Perea, Rosa i Gómez, 2002). No obstant això, aquest patró no sembla tan clar amb gent majors, almenys en l'anàlisi clàssica de variància. La hipòtesi de partida versa sobre la dificultat de configurar una tasca específica de selecció de la resposta. La raó d'aquesta sèrie d'experiments és que aquest cost de processament pot ser minimitzat en utilitzar un procediment go/no-go (és a dir, " si

la paraula té sentit, picar la tecla Sí, si no, no n'hi ha que fer res ") . Aquí hem provat els mateixos estímuls, en un disseny intra-subjecte, amb tasques go/no-go i sí/no de decisió lèxica. A més, es va manipular la freqüència de les paraules: A major freqüència d'una paraula, el seu temps de reacció és menor i viceversa. L'efecte de freqüència de les paraules és un efecte clàssic dins de la psicologia cognitiva que s'ha caracteritzat per la seva robustesa. La manipulació d'aquest efecte ens ha permès examinar si podrien existir modificacions de processos cognitius subjacents, així com la seva correspondència i / o suport a models vigents sobre reconeixement visual de paraules i accés al lèxic.

Les principals conclusions es poden resumir: i) A través de la tasca go/no-go s'obtenen temps de reacció més breus i menors errors que en la tasca de decisió lèxica sí/no ii) els temps de reacció de decisió lèxica en la tasca go/no-go produeixen menor variància (és a dir, les dades produeixen menys soroll) que els temps de decisió lèxica en la tasca sí/no en joves universitaris, però no passa el mateix amb gent major iii) l'efecte de la tasca (sí/no vs go/no-go) no modifica els processos subjacents d'interès, com es dedueix per la robustesa de l'efecte de freqüència en ambdues variants.

Sobre aquest últim punt, l'efecte de freqüència, va ser major en les tasques go/no-go que a les sí/no per a joves universitaris i gent major respectivament. Podrien existir diferències en la força de l'efecte de freqüència segons la complexitat de la tasca? Com podrien explicar els models de reconeixement visual de paraules i accés al lèxic

aquestes diferències? Els models teòrics comentats s'han preocupat per explicar l'efecte de freqüència a través de nivells d'activació de les paraules. Al seu torn, assumeixen que les variables temps i freqüència de les paraules desenvolupen funcions clau en l'accés al lèxic (models com el de recerca de Forster, model d'activació-verificació, model de doble-ruta, model de lectura múltiple, model SOLAR, el model de solapament i el model Seriol). No obstant això, si això fos únicament així (és a dir, que la freqüència només afectés a l'accés al lèxic) no hauríem de trobar diferències quant a l'efecte de freqüència tant en la tasca go/no-go com en la tasca sí/no. Tanmateix, recordem que per a joves l'efecte de freqüència va ser 20 ms més gran en la tasca go/no-go, mentre que per a la gent major va ser 11 ms més gran en aquesta mateixa tasca. Per tant, la simplificació d'una tasca (com el cas de la variant go/no-go) podria ser més sensible als efectes lèxics. Un altre possible argument, com hem vist al capítol 6, és que la tasca go/no-go mostra un coeficient de correlació amb la base de freqüència LEXESP lleugerament més gran que la de la tasca sí/no.

Igual que amb els estudiants universitaris d'aquest estudi, Perea, Rosa i Gómez (2002) van trobar temps de reacció més ràpids i menor percentatge d'error en la tasca go/no-go enfront de la sí/no per a estudiants universitaris, igual que ocorre al nostre estudi. Els autors van postular que la diferència bàsica per a contestar correctament una paraules per a ambdues tasques són les operacions mentals que intervenen en la selecció de la resposta. En la variant sí/no els

participants estan obligats a triar una de dues alternatives de resposta (paraula o no paraules). No obstant això, en la tasca de go/no-go el procés seria més simple ja que només disposen d'una alternativa. De fet, aquesta seria l'únic desavantatge potencial de la tasca go/no-go en comparació amb la tasca sí/no, ja que, en examinar els temps de resposta, la tasca go/no-go només proporciona la meitat de les dades (és a dir, els temps de resposta de les no-paraules es perden). A més, a l'hora de la modelització de dades sobre processos cognitius d'interès, això pot ser una limitació potencial (és a dir, les dades poden ser menys restrictives). Per exemple, des d'una perspectiva matemàtica modeladora, Gómez et al. (2007) van afirmar que la tasca go/no-go " té més beneficis limitats en comparació amb el procediment d'elecció de dues opcions " (p. 411). Queda clar que la variant go/no-go de la tasca de decisió lèxica pot semblar més simple que la variant sí/no, però en adults universitaris les respostes que s'obtenen en aquest tipus de variant són més precises, ràpides, presenten menor variabilitat i consumeixen menys recursos de processament. Com McClelland (1979) va assenyalar, les conclusions més importants sobre la manipulació d'un efecte s'han de limitar als casos en què les taxes d'error són molt baixes. Per tant, segons les dades obtingudes, la tasca go/no-go seria preferible a la sí/no.

Malgrat que l'anàlisi clàssic de variància és clar amb joves universitaris, no són concluyents en persones d'edat avançada. Un ajust a una distribució ex-gaussiana podria ser un argument a favor de la prova go/no-go en aquest col·lectiu. Existeixen diferents distribucions

que teòricament podrien ajustar-se a la peculiar forma de la distribució dels temps de reacció, però Luce (1986) va indicar dues raons per les quals la distribució ex-gaussiana era la millor opció d'ajust: i) La distribució s'ajusta de forma eficient a les dades empíriques dels temps de reacció ii) els paràmetres de la funció ex-gaussiana permeten assignar paràmetres d'una distribució de temps de reacció. A més, els diferents paràmetres podrien estar relacionats amb processos cognitius diferents.

No és sorprenent que els temps de reacció van ser superiors i molt més variables per a persones d'edat avançada que per als adults universitaris. No obstant això, la forma de la distribució va ser la característica per als temps de reacció en adults. Segons els paràmetres de l'ajust a una funció ex-gaussiana, el paràmetre  $\mu$  va ser menor en la tasca go/no-go que la sí/no, tant per a joves universitaris com a persones majors. El paràmetre  $\tau$  va ser més gran en la tasca si/no que a la go/no-go, però no va ser el cas per a la gent major.

Respecte als efectes de l'edat en una tasca i la forma de la distribució dels seus temps de reacció, la literatura sembla no ser clara. Molts autors han mostrat com la distribució dels temps de reacció dels adults majors tenen cues més llargues (per exemple, Fozard, Thomas, i Waugh, 1976; Smith, Poon, Hale i Myerson, 1988), però actualment no hi ha consens per a l'interpretació d'aquest fenomen, encara que existeixen moltes teories. Com assenyalàvem en el capítol 5, Balota i Spieler (1999) van afirmar que el paràmetre  $\mu$  podria estar relacionat amb l'automatització de processos, mentre que el

paràmetre  $\tau$  podria fer referència a demandes atencionals. Els nostres resultats, igual que als del treball de West et al. (2002), mostren grans diferències en el paràmetre  $\tau$  però no en  $\sigma$ . West et al. expliquen això en relació al rendiment del participant d'edat avançada. No obstant això, respecte als adults grans, encara que siguin més lents en processar la informació que els adults joves, els nostres resultats mostren que en termes de precisió, es comporten com els adults més joves.

En resum, els experiments actuals han demostrat que la tasca go/no-go de decisió lèxica té una sèrie d'avantatges decisives enfront de la popular tasca sí/no gràcies a una llarga sèrie de criteris (la rapidesa, la precisió, la variabilitat, paràmetres d'ajust i correlacions a la base de freqüències). Per tant, creïem que la tasca go/no-go ha de ser l'opció preferida quan realitzen experiments de decisió lèxica. Finalment, l'objectiu d'aquest treball és acostar les noves tecnologies a la gent major, de manera que puguin mantindre la seua independència davant aquest tipus de recursos que, de forma emergent, s'imposen en la nostra vida diària (caixers automàtics, telefonia mòbil i internet, entre molts altres). Els resultats mostren que la gent major sense deteriorament cognitiu no conformen un grup homogeni i que els seus resultats, en termes de components cognitius, no són exactament els mateixos als dels joves universitaris, encara que sí la seua eficiència. Per tant, més investigació sobre el tema és necessària.

### 7.3. Conclusiones y Discusión

La palabra escrita ha tomado un papel casi imprescindible en nuestra vida diaria. Por ejemplo, cuando conducimos o cuando realizamos cualquier operación bancaria nuestro reconocimiento visual de palabras debe de ser rápido y eficiente. La optimización de este tipo de recursos se encuentra directamente relacionado con la autonomía de la persona, como indica el estudio de Meléndez, Tomás, Oliver y Navarro (2009), a su vez relacionado con el bienestar y la satisfacción vital. Por este motivo, nos hemos interesado por el uso de las nuevas tecnologías en personas mayores sin deterioro cognitivo. Determinar la mejor tarea para este grupo nos permitirá marcar un punto de partida respecto a otros procesos de envejecimiento. A su vez, este mismo estudio en jóvenes universitarios nos ha permitido poder buscar semejanzas y diferencias.

Una forma de examinar esta cuestión metodológica es a través de dos variantes de la tarea de decisión léxica: la variante sí/no y la variante go/no-go. La evidencia muestra cómo la popular variante sí/no de decisión léxica produce un gran número de errores y mayores latencia y variabilidad en lectores en desarrollo (Moret-Tatay y Perea, 2011) y adultos (Perea, Rosa y Gómez, 2002). Sin embargo, este patrón no parece tan claro con personas mayores, al menos en el análisis clásico de varianza. La hipótesis de partida versa sobre la dificultad de configurar una tarea específica de “selección de la respuesta”. La razón de esta serie de experimentos es que este costo de procesamiento puede ser minimizado al utilizar un procedimiento

go/no-go (es decir, “si la palabra tiene sentido, pulse la tecla Sí, si no, no presione nada”). Aquí hemos probado los mismos estímulos, en un diseño intra-sujeto, con tareas go/no-go y sí/no de decisión léxica. Además, se manipuló la frecuencia de las palabras: a mayor frecuencia de una palabra, su tiempo de reacción es menor y vice-versa. El efecto de frecuencia de las palabras es un efecto clásico dentro de la psicología cognitiva que se ha caracterizado por su robustez. La manipulación de este efecto nos ha permitido examinar si podrían existir modificaciones de procesos cognitivos subyacentes, así como su correspondencia y/o apoyo a modelos vigentes sobre reconocimiento visual de palabras y el acceso al léxico.

Las principales conclusiones pueden resumirse: i) a través de la tarea go/no-go se obtienen tiempos de reacción más breves y menores errores que en la tarea de decisión léxica sí/no ii) los tiempos de reacción de decisión léxica en la tarea go/no-go producen menor varianza del error (es decir, los datos tienen menos ruido) que los tiempos de decisión léxica en la tarea sí/no en jóvenes universitarios, sin embargo no ocurre lo mismo con personas de edad avanzada iii) el efecto de la tarea (sí/no vs. go/no-go) no modifica los procesos subyacentes de interés, como se deduce por la robustez del efecto de frecuencia en ambas variantes.

Sobre este último punto, el efecto de frecuencia fue mayor en las tareas go/no-go que las sí/no para jóvenes universitarios y personas mayores respectivamente. ¿Podrían existir diferencias en la fuerza del efecto de frecuencia según la complejidad de la tarea? ¿Cómo

podrían explicar estas diferencias los modelos de reconocimiento visual de palabras y acceso al léxico? Los modelos teóricos citados se han preocupado por explicar el efecto de frecuencia a través de niveles de activación de las palabras. A su vez, asumen que las variables tiempo y frecuencia de las palabras juegan un rol importante en el acceso al léxico (modelos como el de búsqueda de Forster, modelo de activación-verificación, modelo de doble-ruta, modelo de lectura múltiple, modelo SOLAR, el modelo de solapamiento y el modelo SERIOL). Sin embargo, si esto fuera únicamente así (es decir, que la frecuencia sólo afectara al acceso al léxico) no deberíamos encontrar diferencias en cuanto al efecto de frecuencia, tanto en la tarea go/no go como en la tarea sí/no. No obstante, recordemos que, para jóvenes, el efecto de frecuencia fue 20 ms mayor en la tarea go/no-go, mientras que para las personas de edad avanzada fue 11 ms mayor en esta misma tarea. Por tanto, la simplificación de una tarea (como el caso de la variante go/no-go) podría ser más sensible a los efectos léxicos. Otro posible argumento en relación a este punto, y como vimos en el capítulo 6, es que la tarea go/no-go muestra un coeficiente de correlación con la base de frecuencia LEXESP ligeramente mayor que la de la tarea sí/no.

Al igual que con los estudiantes universitarios de este estudio, Perea, Rosa y Gómez (2002) encontraron tiempos de reacción más rápidos y menor porcentaje de error en la tarea go/no-go frente a la sí/no, al igual que ocurre en nuestro estudio. Los autores postularon que la diferencia básica en contestar correctamente una pala-

bra para ambas tareas son las operaciones mentales que intervienen en la selección de la respuesta. En la variante sí/no los participantes están obligados a elegir una de dos alternativas de respuesta (palabra o pseudopalabras). Sin embargo, en la tarea de go/no-go el proceso sería más simple ya que sólo disponen de una alternativa. De hecho, esta sería la única desventaja potencial de la tarea go/no-go, en comparación con la tarea sí/no, ya que, al examinar los tiempos de respuesta, la tarea go/no-go sólo proporciona la mitad de los datos (dado que los tiempos de respuesta de las pseudopalabras se pierden). Además, en la modelización de datos sobre procesos cognitivos de interés, esto puede ser una limitación potencial (ya que los datos pueden ser menos restrictivos). Por ejemplo, desde una perspectiva matemática modeladora, Gómez, Ratcliff y Perea (2007) afirmaron que la tarea go/no-go “tiene más beneficios en comparación con el procedimiento de elección de dos opciones” (p. 411). Queda claro que la variante go/no-go de la tarea de decisión léxica puede parecer más simple que la variante sí/no pero, en jóvenes universitarios, las respuestas que se obtienen en este tipo de variante son más precisas, rápidas, presenta menor variabilidad y consumen menos recursos de procesamiento. Como McClelland (1979) señaló, las conclusiones firmes acerca la manipulación de un efecto deben limitarse a los casos en que las tasas de error son muy bajas. Por tanto, según los datos obtenidos, la tarea go/no-go sería preferible a la sí/no.

A pesar que el análisis clásico de varianza es claro con jóvenes

universitarios, éste no fue concluyente en personas de edad avanzada, presentando datos muy variables. Ante un grupo tan heterogéneo, el presente trabajo pone de manifiesto la utilidad del empleo de ajustes a distribuciones asimétricas, concretamente a la distribución ex-gaussiana. El ajuste realizado no sólo podría ser un argumento a favor de la prueba go/no-go en este colectivo, además, mostraría como diferentes distribuciones teóricas pueden ajustarse a la peculiar forma de la distribución de los tiempos de reacción. Luce (1986) indicó dos razones por las que la distribución ex-Gaussiana era la mejor opción de ajuste: i) La distribución se ajusta de forma eficiente a los datos empíricos de los tiempos de reacción ii) podemos asignar parámetros que se ajusten a la distribución de tiempos de reacción. Además, los diferentes parámetros podrían estar relacionados con procesos cognitivos diferentes.

Como comentábamos, los tiempos de reacción fueron superiores y mucho más variables para personas de edad avanzada que en jóvenes universitarios. Sin embargo, la forma de la distribución fue la característica para los tiempos de reacción en adultos (una distribución asimétrica positiva). Según los parámetros del ajuste a una función ex-gaussiana, el parámetro  $\mu$  fue menor en la tarea go/no-go que en la tarea sí/no, tanto para jóvenes universitarios como personas mayores. La diferencia entre estos dos grupos fue el parámetro  $\tau$ . Para jóvenes universitarios este parámetro fue mayor en la tarea sí/no que en la go/no-go, aunque no fue el caso para las personas mayores.

Respecto a los efectos de la edad en una tarea y la forma de la distribución de sus tiempos de reacción, la literatura parece no ser clara. Muchos autores han mostrado cómo la distribución de los tiempos de reacción de los adultos mayores tienen colas más largas (por ejemplo, Fozard, Thomas y Waugh, 1976; Smith, Poon, Hale y Myerson, 1988), pero actualmente no hay consenso en cuanto a la interpretación de este fenómeno, aunque se desarrollen muchas teorías al respecto. Como señalábamos en el capítulo 5, Balota y Spieler (1999) afirmaron que el parámetro  $\mu$  podría estar relacionado con la automatización de procesos, mientras que el parámetro  $\tau$  podría hacer referencia a demandas atencionales. Nuestros resultados, al igual que los del trabajo de West et al. (2002), muestran grandes diferencias en el parámetro  $\tau$  pero no en  $\sigma$ . West et al. explican esto en relación al rendimiento del participante de edad avanzada. No obstante, respecto a los adultos mayores, aunque sean más lentos en procesar la información que los adultos jóvenes, los resultados de nuestro estudio muestran, en términos de precisión, que pueden desempeñar la tarea como los adultos más jóvenes.

En resumen, los experimentos actuales han demostrado que la tarea go/no-go de decisión léxica tiene una serie de ventajas decisivas frente a la popular tarea sí/no de decisión léxica, debido a una larga serie de criterios (la rapidez, la precisión, la variabilidad, parámetros de ajuste y correlaciones a la base de frecuencias). Por lo tanto, creemos que la tarea go/no-go debe ser la opción preferida cuando se realizan experimentos de decisión léxica. Este tipo de

tareas nos proporcionan información muy relevante sobre el proceso de lectura. Éste podría considerarse como una de las funciones del cerebro humano más complejas. Dentro de este ámbito, el reconocimiento visual de palabras es uno de los temas más explorados dentro de la psicología del lenguaje. Se trata de un proceso básico a partir del cual surgen el resto de procesos de lectura. Un adecuado conocimiento de los procesos básicos de la identificación de las palabras es, por una parte, una base esencial para examinar de manera rigurosa el estudio de procesos que exigen un alto nivel de procesamiento. A su vez, una forma de acercamiento a los procesos subyacentes del reconocimiento visual de palabras.

Además, el presente trabajo muestra la importancia de no centrarnos exclusivamente en medidas de tendencia central, así como la utilidad de los ajustes de datos empíricos a distribuciones matemáticas que nos permitan comprender la influencia de las manipulaciones. Por un lado, el análisis de varianza en personas mayores ha evidenciado la necesidad de técnicas más complejas en este campo.

Finalmente, el objetivo de este trabajo es acercar las nuevas tecnologías a las personas mayores, de modo que puedan mantener su independencia ante este tipo de recursos que, de forma emergente, se imponen en nuestra vida diaria (cajeros automáticos, telefonía móvil e internet, entre muchos otros). Los resultados muestran que las personas mayores sin deterioro cognitivo no conforman un grupo homogéneo y que sus resultados, en términos de componentes cognitivos, no son exactamente los mismos que los de los

jóvenes universitarios, aunque se asemejan en eficiencia. Por tanto, es necesario llevar a cabo más investigaciones sobre el tema.



# CAPÍTULO 8

---

## FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

*“Ce n’est point dans l’objet que réside le sens des choses, mais dans la démarche.”* Antoine de Saint-Exupéry.

El estudio de las nuevas tecnologías, concretamente las dirigidas a las personas mayores, es un campo relativamente nuevo que se ha abordado desde muy diversas disciplinas. Ciencias como la biología, junto con la medicina, se han encargado de estudiar los cambios físicos asociados con el proceso de envejecimiento. A su vez, la economía se ha especializado en el estudio del rol de las personas

mayores dentro de la economía social. Por otro lado, encontramos la psicología que ha realizado estudios de corte psicosocial dando lugar a un nuevo ámbito denominado psicogerontología. Este tipo de enfoques multidisciplinares ofrecen nuevas perspectivas respecto a una temática dada. En este caso, nos hemos interesado por una aproximación matemática a través del ajuste de funciones de probabilidad. Este tipo de aproximación, a todas luces, una herramienta muy útil en las diferentes subdisciplinas de la psicología y así lo están demostrado las investigaciones publicadas en este ámbito.

En esta tesis se evidencia la problemática de análisis centrados en medidas de tendencia central y más concretamente de la varianza. Como alternativa, muestra un argumento a favor del ajuste de tiempos de reacción por una función *ex-gaussiana*. Investigadores como Van Zandt (2000) trataron de ajustar diferentes funciones como la Gamma, Race, Wald, *Ex-gaussiana* y Weibull, concluyendo que la función de densidad óptima para tiempos de reacción era la *ex-gaussiana*. Respecto al método para hallar los parámetros involucrados, GNU plot emplea una implementación del algoritmo de Marquardt-Levenberg, también conocido como el método de mínimos cuadrados para problemas no lineales. Éste proporciona una solución numérica para una función, por lo general, no lineal. Entink, Linden y Fox (2009) propusieron un método alternativo denominado Box-Cox que permite una transformación logarítmica y fraccional del exponente. Más tarde, en 2010, Olivier y Norberg concluyeron que el método Box-Cox podría permitirnos determinar de forma eficiente

la transformación para una distribución pero, a su vez, afirmaron una falta de evidencia exhaustiva sobre dicha afirmación. Dada la fuerte justificación teórica del algoritmo de Marquardt-Levenberg se optó por este método, porque el método Box-Cox supone una transformación de los datos, lo que podría distorsionar los datos que se sitúan en los extremos. Más investigación en torno a este punto podría ser de interés.

Desde un punto de vista más metodológico, en la presente tesis doctoral, se ha mostrado cómo los lectores universitarios y personas mayores pueden beneficiarse de la simplificación de una tarea de ordenador. Restan muchas cuestiones referentes a la lectura individual o global, así como cuestiones subyacentes a la optimización de los recursos y a la presentación de estímulos.

Por un lado, este primer paso debería abrirnos camino hacia otros paradigmas o técnicas, como puede ser la monitorización de movimientos oculares. Además, se deberían considerar otros factores, tanto a bajo como a alto nivel, que podrían interaccionar con procesos como el de la decisión léxica. Seguramente los factores más olvidados en la literatura sean los factores de corte perceptivo. Sin embargo, resulta de gran interés examinar la influencia de este tipo de factores subléxicos y léxicos que podrían mostrarnos semejanzas y diferencias entre grupos de personas mayores y jóvenes, incluso entre diferentes procesos de envejecimiento. Por ejemplo, en nuestro caso hemos utilizado una fuente Times New Roman de 14 puntos para realizar un experimento similar al de Moret-Tatay y Perea, 2011. No

obstante, como comentábamos en la introducción, Times New Roman es una fuente serif que podría estar aportando ruido a la hora de elaborar una respuesta dentro de una tarea léxica. Por otro lado, el tamaño de presentación y uso de las mayúsculas frente a las minúsculas podría tener un papel muy relevante en las destrezas lectoras de un grupo tan heterogéneo y que, en muchos casos, presentan problemas de visión. Dada la complejidad de los procesos cognitivos estudiados, no se ha realizado una manipulación de factores perceptivos fundamentales. No obstante, entender los procesos implicados en el reconocimiento visual de palabras podría permitirnos comprender mejor la naturaleza de dicho proceso de un modo más teórico.

Como comentábamos, el presente trabajo muestra la importancia de no centrarnos exclusivamente en medidas de tendencia central o en el clásico análisis de la varianza, resaltando la utilidad del ajuste a una distribución *ex-Gaussian*. A pesar de la gran utilidad que presentan los diferentes parámetros relacionados con la distribución *ex-gaussian*, éstos no ofrecen directamente una medida que refleje la asimetría de una distribución. Una opción novedosa que ofrecen algunos autores sobre este punto es el análisis de la relación de los parámetros  $\tau$  con  $\sigma$  (Heathcote, Brown y Mewhort, 2002). Como ellos indican, cuanto mayor sea este ratio, mayor será la desigualdad de la distribución. La literatura sobre el tema es más bien escasa, no obstante, éste podría ser un punto de partida para futuras líneas de investigación.

Otro elemento a tener en cuenta es la diferencia de los efectos de

frecuencia de palabras entre una tarea go/no-go y una tarea sí/no. Si más investigación sobre este punto mostrara que existe una relación entre la dificultad de la tarea y los resultados empíricos obtenidos, los modelos teóricos sobre reconocimiento visual de palabras y acceso al léxico deberían tener en cuenta esto. De verificarse esta hipótesis, la tarea go/no-go ofrecería una variante más sensible al efecto de frecuencia y posiblemente, a otros efectos similares que involucren el acceso al léxico. Otros puntos de interés son los resultados en el análisis correlacional de los tiempos de reacción con la base de datos LEXESP, entre jóvenes universitarios y personas mayores. Éstos fueron ligeramente más bajos para las personas de edad avanzada. Así como existe recuento de frecuencia para lectores en desarrollo (Corral et al., 2009), quizá sería conveniente adaptar estos materiales para personas mayores.

Desde una perspectiva más social, es importante señalar la influencia de las imágenes estereotipadas respecto al envejecimiento y, concretamente, la idea de que los ancianos constituyen un grupo homogéneo. El análisis de varianza ha evidenciado justamente lo contrario, de modo que dentro de un mismo grupo de envejecimiento óptimo, existen grandes diferencias individuales en el desarrollo de una tarea de decisión léxica. Intentemos imaginar por un momento las diferencias que pueden existir dentro de grupos patológicos. Este punto presenta un gran desafío dentro de las futuras líneas de investigación.

En la introducción comentábamos la importancia del contexto históri-

co en el que nos encontramos, donde predomina el uso de las nuevas tecnologías como los smartphones. Por tanto, no es de extrañar la difusión de estudios como los de Dufau et al. (2011). Este hecho ha otorgado gran poder de comunicación a los textos escritos en pantalla. En definitiva, la presente serie de experimentos ofrece un primer paso que muestra el peso de los factores metodológicos y análisis matemáticos sobre el proceso de reconocimiento visual de palabras.

Finalmente, recordemos la importancia aplicada de este tipo de estudios. La adaptación de las nuevas tecnologías para las personas mayores tiene como objetivo ayudarles a mantener su independencia y mejorar su calidad de vida. Para desarrollar el potencial inherente a estas tecnologías es necesario el acercamiento a las personas mayores, mediante la selección de tareas que supongan un menor coste.

## REFERENCIAS

Acha, J. (2001). *Análisis experimental del efecto de similitud ortográfica y los procesos de codificación de letras durante la lectura*. Tesis doctoral. Universidad de Valencia. España.

Acha, J., & Perea, M. (2008). The effects of length and transposed-letter similarity in lexical decision: Evidence with beginning, intermediate, and adult readers. *British Journal of Psychology*, *99*, 245–264.

Alameda, J. R. y Cuetos, F. (1995). *Diccionario de frecuencias de las unidades lingüísticas del castellano*. Oviedo: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Oviedo.

- Alameda, J. R. y Cuetos, F. (1996). Índices de frecuencia y vecindad ortográfica para un corpus de palabras de cuatro letras. *Revista electrónica de Metodología Aplicada*, 1, 10-29.
- Allen, P. A., Wallace, B., & Weber, T. A. (1995). Influence of case type, word frequency, and exposure duration on visual word recognition. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 21, 914-934.
- American Psychological Association. (2009). *The Publication Manual of the American Psychological Association* (6th ed.). Washington, DC.
- Andrews, S. (1992). Frequency and neighborhood effects on lexical access: Lexical similarity or orthographic redundancy? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 18, 234-254.
- Andrews, S. (1997). The effects of orthographic similarity on lexical retrieval: Resolving neighborhood conflicts. *Psychonomic Bulletin and Review*, 4, 439-461.
- Andrews, S. (Ed.). (2006). *From inkmarks to ideas: Current issues in lexical processing*. Hove, UK: Psychology Press.
- Arditi, A., & Cho, J. (2005). Serifs and font legibility. *Vision Research*,

45, 2926-2933.

- Baayen, R. H., Feldman, L. B., & Schreuder, R. (2006). Morphological influences on the recognition of monosyllabic monomorphemic words. *Journal of Memory and Language, 55*, 290-313.
- Ball, K. K., Edwards, J. D., & Ross, L. A. (2007). The impact of speed of processing training on cognitive and everyday functions. *Journal of Gerontology, B62*, 19–31.
- Balota, D. A., Cortese, M. J., Sergent-Marshall, S. D., Spieler, D. H., & Yap, M. J. (2004). Visual word recognition of single-syllable words. *Journal of Experimental Psychology: General, 133*, 283-316.
- Balota, D. A., & Spieler, D. H. (1999). Word frequency, repetition, and lexicality effects in word recognition tasks: Beyond measures of central tendency. *Journal of Experimental Psychology: General, 128*, 32-55.
- Balota, D. A., Yap, M. J., Cortese, M. J., Hutchison, K. I., Kessler, B., Loftis, B., Neely, J. H., Nelson, D. L., Simpson, G. B., & Treiman, R. (2007). The English Lexicon Project. *Behavior Research Methods, 39*, 445-459.
- Baltes, M. M., Maas, I., Wilms, H. U., Borchelt, M., & Little T. D. (1999).

*Everyday competence in old and very old age: theoretical considerations and empirical findings.* In *The Berlin Aging Study: Aging from 70 to 100*, P. B. Baltes and K. U. Mayer, eds. (New York, NY: Cambridge University Press), pp. 384–402.

Baltes, P.B., & Lindenberger, U. (1988). On the range of cognitive plasticity in old-age as a function of experience - 15 years of intervention research. *Behavior Therapy*, *19*, 283–300.

Barca, L., Burani, C., & Arduino, L.S. (2002). Word naming times and psycholinguistic norms for Italian nouns. *Behaviour Research Methods, Instruments and Computers*, *34*, 424–434.

Barca, L., Burani, C., di Filippo, G., & Zoccolotti, P. (2007). Italian developmental dyslexic and proficient readers: Where are the differences? *Brain and Language*, *98*(3), 347–351.

Barnett, V., & Lewis, T. (1995). *Outliers in statistical data*. New York: Wiley.

Besner, D. (1983). Basic decoding components in reading: Two dissociable feature extraction processes. *Canadian Journal of Psychology*, *37*, 429-438.

Besner, D. (1989). On the role of outline shape and word-specific visual patterns in the identification of function words: NONE. *Quar-*

*terly Journal of Experimental Psychology, 41A, 91-105.*

Besner, D., & Johnston, J.C. (1989). *Reading and the mental lexicon: On the uptake of visual information*. In W. D. Marslen-Wilson (Ed.), *Lexical representation and process* (pp. 291-316). Cambridge, MA: MIT Press.

Besner, D., & McCann, R.S. (1987). *Word frequency and pattern distortion in visual word identification and production: An examination of four classes of models*. In M. Coltheart (Ed.), *Attention and performance XII: The psychology of reading* (pp. 201-219). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Botwinick, J. (1972). Sensory-perceptual factors in reaction time in relation to age. *The Journal of Genetic Psychology, 121, 173-177*

Botwinick, J., & Thompson, L.W. (1966). Premotor and motor components of Reaction Time. *Journal of Experimental Psychology, 71, 9-15.*

Bouma, H. (1970). Interaction effects in parafoveal letter recognition. *Nature, 226, 177-178.*

Brysbaert, M., Speybroeck, S., & Vanderelst, D. (2009). Is there room for the BBC in the mental lexicon? On the recognition of acronyms. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 62, 1832-1842.*

- Burani, C., Marcolini, S., & Stella, G. (2002). How early does morpho-lexical reading develop in readers in a shallow orthography? *Brain and Language, 81*, 568–586.
- Carreiras, M., Perea, M., & Grainger, J. (1997). Effects of orthographic neighborhood in visual word recognition: Cross-task comparisons. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition, 23*, 857-871.
- Casalis, S., Dusautoir, M., Colé, P., & Ducrot, S. (2009). Morphological relationship to children word reading: A priming study in fourth graders. *British Journal of Developmental Psychology, 27*, 761–766.
- Castles, A., Davis, C., Cavalot, P., & Forster, K. I. (2007). Tracking the acquisition of orthographic skills in developing readers: Masked form priming and transposed-letter effects. *Journal of Experimental Child Psychology, 97*, 165–182.
- Castles, A., Davis, C., & Letcher, T. (1999). Neighbourhood effects on masked form-priming in developing readers. *Language and Cognitive Processes, 14*, 201–224.
- Castro Lozano, C., Reig Redondo, J. y Dorado Pérez, M. (1995). Las nuevas tecnologías y su influencia en las relaciones intergeneracionales. *Infancia y Sociedad: Revista de Estudios, 29*, 101-115

- Cattell, J.M. (1886). The time taken by cerebral operations. *Mind*, *11*, 220-242.
- Central Intelligence Agency. 2001. *The CIA World Factbook*. Retrieved from URL: <http://www.cia.gov/cia/publications/factbook/>
- Chung S.T.L. (2002). The effect of letter spacing on reading speed in central and peripheral vision. *Investigative Ophthalmology and Visual Science*, *43*, 1270–1276.
- Chung, S. T. L., Mansfield, J. S., & Legge, G. E. (1998). Psychophysics of reading. XVIII. The effect of print size on reading speed in normal peripheral vision. *Vision Research*, *38*, 2949-2962.
- Cohen, L., Dehaene, S., Vinckier, F., Jobert, A., & Montavont, A. (2008). Reading normal and degraded words: Contribution of the dorsal and ventral visual pathways. *NeuroImage*, *40*, 353–366.
- Coltheart, M., Rastle, K., Perry, C., Ziegler, J., & Langdon, R. (2001). DRC: A dual-route cascaded model of visual word recognition and reading aloud. *Psychological Review*, *108*, 204–256.
- Corral, S., Goikoetxea, E., & Ferrero, M. (2009). LEXIN: A lexical database from Spanish kindergarten and first-grade readers. *Behavior Research Methods*, *41*, 1009–1017.

- Davis, C. J. (1999). *The Self-Organising Lexical Acquisition and Recognition (SOLAR) model of visual word recognition*. Unpublished doctoral dissertation.
- Davis, C. J. (2010). The spatial coding model of visual word identification. *Psychological Review*, *117*, 713–758.
- Davis, C., Castles, A., & Iakovidis, E. (1998). Masked homophone and pseudohomophone priming in children and adults. *Language and Cognitive Processes*, *13*, 625–651.
- Davis, C. J., & Perea, M. (2005). BuscaPalabras: A program for deriving orthographic and phonological neighborhood statistics and other psycholinguistic indices in Spanish. *Behavior Research Methods*, *37*, 665–671.
- Davis, C. J., Perea, M., & Acha, J. (2009). Re(de)fining the orthographic neighbourhood: The role of addition and deletion neighbours in lexical decision and reading. *Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance*, *35*, 1550–1570.
- Davis, C. J., & Taft, M. (2005). More words in the neighborhood: Interference in lexical decision due to deletion neighbors. *Psychonomic Bulletin and Review*, *12*, 904–910.
- Dehaene, S., Cohen, L., Sigman, M., & Vinckier, F. (2005). The neural

code for written words: A proposal. *Trends in Cognitive Sciences*, 9, 335-341.

Díaz-Dhó Brodsky, R., Navarro-Pardo, E., Vázquez-Martínez, A., Moret-Tatay, C. y Pastor-Vilar, T. Depresión en personas mayores: aplicación del método de Bayes. (2011). *Revista de la facultad de Educación de Universidad Tecnológica del Chocó, Diego Luis Córdoba*, 18, 61-76.

Dolcos, S., MacDonald, S., Braslavsky, A., Camicioli, R., & Dixon, R. A. (2012). Mild cognitive impairment is associated with selected functional markers: Integrating concurrent, longitudinal, and stability effects. *Neuropsychology*, 26(2), 209-223.

Donders, F.C. (1868). Over de snelheid van psychische processen [On the speed of mental processes]. *Onderzoekingen gedaan in het Physiologisch Laboratorium der Utrechtsche Hoogeschool, 1868–1869, Tweede reeks, II*, 92–120. (Transl. by W. G. Koster (1969), In W. G. Koster, *Attention and performance II. Acta Psychologica*, 30, 412–431.

Dufau, S., Duñabeitia, J. A., Moret-Tatay, C., McGonigal, A., Peeters, D., Alario, F. X., Balota, D. A., Brysbaert, M., Carreiras, M., Ferrand, L., Ktori, M., Perea, M., Rastle, K., Sasburg, O., Yap, M. J., Ziegler, J. C., & Grainger, J. (2011). Smart phone, smart science: how the use of smartphones can revolutionize research in cogni-

tive science. *PLoS ONE*, 6(9): e24974.

Duñabeitia, J. A., & Vidal-Abarca, E. (2008). Children like dense neighborhoods: Orthographic neighborhood density effects in novel readers. *Spanish Journal of Psychology*, 11, 26–35.

Dwyer, T., Coonan, W., Leitch, D., Hetzel, B., & Baghurst, R. (1983). An investigation of the effects of daily physical activity on the health of primary school students in South Australia. *International Journal of Epidemiologists*, 12, 308-313.

Entink, R. H. K., van der Linden, W. J., & Fox, J. P. (2011). A Box–Cox normal model for response times. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 62, 621-640.

Epstein, J. N., Conners, C. K., Hervey, A. S., Tonev, S. T., Arnold, L. E., Abikoff, H. B., Elliott, G., Greenhill, L. L., Hechtman, L., Hoagwood, K., Hinshaw, S. P., Hoza, B., Jensen, P. S., March, J. S., Newcorn, J. H., Pelham, W. E., Severe, J. B., Swanson, J. M., Wells, K., Vitiello, B., Wigal, T., & MTA Cooperative Study Group. (2006). Assessing medication effects in the MTA study using neuropsychological outcomes. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 47, 446-456.

Era, P., Jokela, J., & Heikkinen, E. (1986). Reaction and Movement Times in men of different ages: a population study. *Perceptual*

*and Motor Skills*, 63, 111-130.

- Eriksen, B. A., & Eriksen, C. W. (1974). Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a non-search task. *Perception and Psychophysics*, 16, 143–149.
- Etnier, J. L., Sibley, B. A., Pomeroy, J., & Kao, J. C. (2003). Components of Response Time as a function of Age, Physical Activity and Aerobic Fitness. *Journal of Aging and Physical Activity*, 11, 319-332.
- Feldman, L.B., Rueckl, J., Pastizzo, M., Diliberto, K., & Vellutino, F. (2002). Morphological analysis in beginning readers as revealed by the fragment completion task. *Psychological Bulletin and Review*, 9, 529–535.
- Ferrand L., New B., Brysbaert M., Keuleers E., Bonin P., Méot A., Augustinova M., & Pallier C (2010). The French Lexicon Project: Lexical decision data for 38,840 French words and 38,840 pseudowords. *Behavior Research Methods*, 42, 488–496.
- Folstein, M. F., Folstein, S .E., & McHugh, P. R. (1975). "Mini-Mental State": a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatry Research*, 12, 189-198.

- Forster, K. I. (1976). *Accessing the mental lexicon*. In R. J. Wales & E. W. Walker (Eds.), *New approaches to language mechanisms* (pp. 257- 287). Amsterdam: North-Holland.
- Forster, K. I. (1979). *Levels of processing and the structure of the language processor*. En W.E. Cooper y F.T. Walker (Eds.). *Sentence Processing: Psycholinguistic Studies presented to Merrill Garrett*. Hillsdale, N.J.: LEA.
- Forster, K. I., & Davis, C. (1984). Repetition priming and frequency attenuation in lexical access. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *10*, 680–698.
- Forster, K. I., & Forster, J. C. (2003). DMDX: A windows display program with millisecond accuracy. *Behavior Research Methods, Instruments, and Computers*, *35*, 116–124.
- Fozard J. L., Thomas J. C., & Waugh., N.C. (1976). Effects of age and frequency of stimulus repetitions on two-choice reaction time. *Journal of Gerontology*, *38*, 556-563.
- Gamermann, D., Navarro-Pardo, E., Fernández de Cordoba, P, & Moret-Tatay, C. *How well does scale-free degree distributions fit to literature?* Work in progress.
- Ghisletta, P., Bickel, J.F., & Lövdén, M. (2006). Does activity engage-

ment protect against cognitive decline in old age? Methodological and analytical considerations. *Journal of Gerontology: Psychological Sciences*, 61, 253–261.

Goikoetxea, E. (2005). Levels of phonological awareness in preliterate and literate Spanish-speaking children. *Reading and Writing*, 18, 51–80.

Gómez, P., Ratcliff, R., & Perea, M. (2007). A model of the go/no-go task. *Journal of Experimental Psychology: General*, 136, 389–413.

Gómez, P., Ratcliff, R., & Perea, M. (2008). The overlap model: A model of letter position coding. *Psychological Review*, 115, 577–601.

Gordon, B. (1983). Lexical access and lexical decision: Mechanisms of frequency sensitivity. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 22, 24–44.

Gordon, B., & Caramazza, A. (1982). Lexical decision for open- and closed-class words: Failure to replicate differential frequency sensitivity. *Brain and Language*, 15, 143–160.

Gordon, B., & Carson, K. (1990). The basis for choice reaction time slowing in Alzheimer's disease. *Brain and Cognition*, 13, 148–166.

- Grainger, J., Granier, J. P., Farioli, F., Van Assche, E., & vanHeuven, W. (2006). Letter position information and printed word perception: The relative-position priming constraint. *Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance*, *32*, 865–884.
- Grainger, J., & Jacobs, A.M. (1996). Orthographic processing in visual word recognition: A multiple read-out model. *Psychological Review*, *103*, 518-565.
- Grainger, J., & van Heuven, W. (2003). *Modeling letter position coding in printed word perception*. In P. Bonin (Ed.). *The mental lexicon*. New York: Nova Science.
- Grainger, J., & Whitney, C. (2004). Does the huamn mnid raed wrods as a wlohe? *Trends in Cognitive Sciencies*, *8*, 58-59.
- Havighurst, R. J. (1963). Successful aging. In Williams, R. H., Tibbitts, C., and Donahue, W. (Eds.). *Processes of Aging*, *1*, 299-320. New York: Atherton.
- Heathcote, A. (1996). RTSYS: A DOS application for the analysis of reaction time data. *Behavior Research Methods, Instruments, and Computers*, *28*, 427-445.
- Heathcote, A., Brown, S., & Mewhort, D. J. K. (2000). The power law

repealed: The case for an exponential law of practice. *Psychonomic Bulletin and Review*, 7, 185–207.

Heathcote, A., Popiel, S. J. y Mewhort, D. J. K. (1991). Analysis of response time distributions: An example using the Stroop task. *Psychological Bulletin*, 109, 340-347.

Hertzog, C., Kramer, A. F., Wilson, R. S., & Lindenberger, U. (2009). Enrichment effects on adult cognitive development: Can the functional capacity of older adults be preserved and enhanced? *Psychological Science in the Public Interest*, 9, 1–65.

Huey, E. B. (1908). *The psychology and pedagogy of reading*. New York: McMillan. Republished in 1968. Cambridge: MA: MIT Press.

Hustwit, G. (Producer, Director) (2007). *Helvetica [Motion picture]*. United States: Plexifilm.

INE. (2011). *Encuesta sobre Discapacidades, Deficiencias y Estado de Salud*. Resultados detallados de Andalucía. Madrid: Instituto Nacional de Estadística.

Jensen, A. R., & Munro, E. (1979). Reaction Time, Movement Time and Intelligence. *Intelligence*, 3, 121-126.

Johnson, R. L., Perea, M., & Rayner, K. (2007). Transposed-letter

effects in reading: Evidence from eye movements and parafoveal preview. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 33, 209–229.

Karbach, J., & Kray, J. (2009). How useful is executive control training? Age differences in near and far transfer of task switching training. *Developmental Science*, 12, 978–990.

Kello, C. T. (2006). *Considering the junction model of lexical processing*. S. Andrews (Ed.). From inkmarks to ideas. Psychology Press.

Keuleers, E., Diependaele, K. & Brysbaert, M. (2010). Practice effects in large-scale visual word recognition studies: A lexical decision study on 14,000 Dutch mono and disyllabic words and nonwords. *Frontiers in Language Sciences, Psychology*, 1, 174.

Kieffaber, P. D., Kappenman, E. S., Bodkins, M., Shekhar, A., O'Donnell, B. F., & Hetrick, W. P. (2006). Switch and maintenance of task set in schizophrenia. *Schizophrenia Research*, 84, 345-358.

Kinsella, K., & Phillips, D. R. (2005). Global aging: the challenge of success. *Population Bulletin*, 60, 1-40.

Klingberg, T., Fernell, E., Olesen, P. J., Johnson, M., Gustafsson, P., Dahlstrom, K., Gillberg, C. G., Forsberg, H., & Westerberg, H. (2005). Computerized training of working memory in children with

ADHD – A randomized, controlled trial. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 44, 177–186.

Kramer, A. R., & Willis, S. L. (2002). Enhancing the cognitive vitality of older adults. *Current Directions in Psychological Science*, 11, 173–176.

Lacouture, Y., & Cousineau, D. (2008). How to use MATLAB to fit the ex-Gaussian and other probability functions to a distribution of response times. *Tutorials in Quantitative Methods for Psychology*, 4, 35–45.

Laxon, V. J., Coltheart, V., & Keating, C. (1988). Children find friendly words friendly too: Words with many orthographic neighbours are easier to read and spell. *British Journal of Educational Psychology*, 58, 103–119.

Latham, K., & Whitaker, D. (1996). A comparison of word recognition and reading performance in foveal and peripheral vision. *Vision Research*, 36, 2665–2674.

Lindenberger, U., Li, S.C., Lövdén, M., & Schmiedek, F. (2007). The Center for Lifespan Psychology at the Max Planck Institute for Human Development: Overview of conceptual agenda and illustration of research activities. *International Journal of Psychology*, 42, 229–242.

- Lindenberger, U., Lövdén, M., Schellenbach, M., Li, S.-C., & Krüger, A. (2008). Psychological principles of successful aging technologies: A mini-review. *Gerontology, 54*, 59–68.
- Livingstone, M.S. & Hubel, D.H. (1987). Psychophysical evidence for separate channels for the perception of form, color, movement and depth. *Journal of Neuroscience, 7*, 3416-3468.
- Lövdén, M., Ghisletta, P., & Lindenberger, U. (2005). Social participation attenuates decline in perceptual speed in old and very old age. *Psychology and Aging, 20*, 423–434.
- Lövdén, M., Lindenberger, U., Bäckman, L., Schaefer, S., & Schmiedek, F. (2010). A theoretical framework for the study of adult cognitive plasticity. *Psychological Bulletin, 136*, 659-676.
- Luce, R. D. (1986). *Response times: Their role in inferring elementary mental organization*. New York: Oxford University Press.
- Maiche, A., Fauquet, J., Estaun, S. y Bonnet, C. (2004). El tiempo de reacción: del cronoscopio a la teoría de ondas. *Psicothema, 16(1)*, 149-155.
- Martens, V.E.G., & de Jong, P.F. (2006). The effect of word length on lexical decision in dyslexic and normal reading children. *Brain and Language, 98*, 140–149.

- Marottoli, R.A., & Drickamer, M.A. (1993). Psychomotor mobility and the elderly drivers. *Clinics in Geriatric Medicine*, 9, 403-411.
- Matzke, D., & Wagenmakers, E.-J. (2009). Psychological interpretation of ex-Gaussian and shifted Wald parameters: A diffusion model analysis. *Psychonomic Bulletin and Review*, 16, 798–817.
- Mayall, K. (2002). Case-mixing effects on Children's word recognition: Lexical feedback and development. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 55, 525-542.
- McClelland, J. L. (1979). On the time relations of mental processes: An examination of systems of processes in cascade. *Psychological Review*, 86, 287–330.
- McFarlane, A., Sparrowhawk, A., & Heald, Y. (2002). *Report on the educational use of games, an exploration by TEEM of the contribution which games can make to the education process*. Retrieved from: <http://www.teem.org.uk/>
- McGill, W. J. (1963). *Stochastic latency mechanisms*. In R. D. Luce, R. R. Bush, & E. Galanter (Eds.). *Handbook of mathematical psychology* (Vol. 1, pp. 309-360). New York: Wiley.
- McGill, W. J., & Gibbon, J. (1965). The general-gamma distribution and reaction times. *Journal of Mathematical Psychology*, 2, 1-18.

- McGough, J. J., & McCracken, J. T. (2000). Assessment of attention deficit hyperactivity disorder: A review of recent literature. *Current Opinion in Pediatrics*, 12(4), 319-324.
- McLean, R. (1980). *The Thames and Hudson manual of typography* (Vol. 1). London, UK: Thames & Hudson Ltd.
- Meichenbaum, D. H. (1977). *Cognitive behavioral modification: An integrative approach*. New York: Plenum Press.
- Meléndez, J. C., Tomás, J. M., Oliver, A., & Navarro, E. (2009). Psychological and physical dimensions explaining life satisfaction among the elderly: A structural model examination. *Archives of gerontology and geriatrics* 48, 291–295.
- Meléndez, J. C., Navarro, E., Oliver, A., & Tomás, J. M. (2009). La satisfacción vital en los mayores. *Boletín de Psicología*, 95, 29-42.
- Merriam-Webster's manual for writers and editors*. (2003). Springfield, MA: Merriam-Webster.
- Miller, D.J., & Robertson, D. P. (2010). Using a games console in the primary classroom: Effects of 'Brain Training' programme on computation and self-esteem. *British Journal of Educational Technology*, 41(2), 242-255.

- Moret-Tatay, C., & Navarro-Pardo, E. The role of feedback on a stroop task. Work in progress.
- Moret-Tatay, C., & Perea, M. (2011). Do serifs provide an advantage in the recognition of written words? *Journal of Cognitive Psychology*, 23, 619-624.
- Moret-Tatay, C., & Perea, M. (2011). Is the go/no-go lexical decision task preferable to the yes/no task with developing readers? *Journal of Experimental Child Psychology*, 110, 125-132.
- Moret-Tatay, C., Perea, M., & Rosa, E. (2011). Sobre la relevancia de la tipografía en la lectura de palabras. *Ciencia Cognitiva*, 5:2, 34-37.
- Morris, R. A., Aquilante, K., Bigelow, C., & Yager, D. (2002, May). *Serifs slow RSVP reading at very small sizes, but don't matter at larger sizes*. Paper presented at the SID Digest of Technical Papers symposium, Boston, MA.
- Morton, J. (1968). A retest of the response-bias explanation of the word frequency effect. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 21, 21-22.
- Morton, J. (1969). The interaction of information in word recognition. *Psychological Review*, 76, 165-178.

- Morton, J. (1979). *Facilitation in word recognition: Experiments causing change in the logogen model*. P.A. Kolars; M.E. Wrolstad, & H. Bouma (Ed): Processing of visible language. Vol 1. New York: Plenum.
- Morton, J. (1982). *Disintegrating the lexicon: An information processing approach*. at J. Mehler, E. Walker, & M. Garret (Eds.): Perceptives on mental representation. Hillsdale, LEA.
- Morton, J. (1985). *Naming*. En S. Newman, & R. Epstein (Eds.) Current perspectives in dysphasia. Edinburgh: Churchill Livingstone.
- Morton, J. (1989). *An information-processing account of reading acquisition*. En A.M. Galaburda (Ed.): From reading to neurons. Cambridge, Mass: MIT Press.
- Muñoz, J. (2006). *Psicología del envejecimiento*. Madrid: Pirámide.
- Myerson, J., Robertson, S., & Hale, S. (2007). Aging and intra-individual variability: Analysis of response time distributions. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 88, 319–337.
- Navarro-Pardo, E., Meléndez-Moral, J.C., & Tomás-Miguel, J.M. (2008). Relationship between psychological and physical dimensions of life quality in elderly persons. *Revista de la Sociedad Española de Enfermería, Geriatria y Gerontología (Gerokomos)*, 19(2),

63-67.

Navarro-Pardo, E., Navarro-Prado, A., Moret-Tatay, C., Gamermann, D., & Fernández de Córdoba, P. Differences between young and elder University students on lexical decision task: Evidence through an ex-Gaussian approach (work in progress).

Navarro-Pardo, E., Navarro-Prado, A., Moret-Tatay, C., Vázquez-Martínez, A., Díaz-Dhó-Brodsky, R., & Pastor-Vilar, T. (2012, June) *Lexical decision task for the elderly: Differences between go/no go and yes/no variants*. Poster presented at 21st Nordic Congress of Gerontology. Copenhagen, Denmark.

Navarro-Pardo, E., Vázquez-Martínez, A., López-Ramos, Díaz-Dhó Brodsky, R., Pastor-Vilar, T. y Moret-Tatay, C. (2011). Aproximación a la clasificación del deterioro cognitivo leve (DCL) en una muestra de personas mayores institucionalizadas. *Revista de la facultad de Educación "de Universidad Tecnológica del Chocó "Diego Luis Córdoba"*, 18, 37-47.

New, B., Brysbaert, M., Veronis, J., & Pallier, C. (2007). The use of film subtitles to estimate word frequencies. *Applied Psycholinguistics*, 28, 661-677.

New, B., Ferrand, L., Pallier, C., & Brysbaert, M. (2006). Reexamining the word length effect in visual word recognition: New evidence

from the English Lexicon Project. *Psychonomic Bulletin and Review*, 13, 71-78.

New, B., Pallier, C., Brysbaert, M., & Ferrand, L. (2004). Lexique 2: A new French lexical database. *Behavior Research Methods, Instruments, and Computers*, 36, 516-524.

New, B., Pallier, C., Ferrand, L., & Matos, R. (2001). Une base de données lexicales du français contemporain sur internet : LEXIQUE. *L'Année Psychologique*, 101, 447-462.

Noack, H., Lövdén, M., Schmiedek, F., and Lindenberger, U. (2009). Cognitive plasticity in adulthood and old age: gauging the generality of cognitive intervention effects. *Restorative Neurology and Neuroscience*, 27, 435–453.

Norris, D., Kinoshita, S., & van Casteren, M. (2010). A stimulus sampling theory of letter identity and order. *Journal of Memory and Language*, 62, 254–271.

O'Connor, R.E., & Forster, K. I. (1981). Criterion bias and search sequence bias in word recognition. *Memory and Cognition*, 9, 78–92.

Olivier, J., & Norberg, M. M. (2010). Positively Skewed Data: Revisiting the Box-Cox Power Transformation. *International Journal of*

*Psychological Research*, 3, 69-78.

Paap, K. R., & Johansen, L. S. (1994). The case of the vanishing frequency effect: A retest of the verification model. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20, 1129- 1157.

Paap, K. R., Newsome, S. L., McDonald, J. E., & Schvaneveldt, R.W. (1982). An activation-verification model for letter and word recognition: The word superiority effect. *Psychological Review*, 89, 573-594.

Paap, K. R., Newsome, S. L., & Noel, R. W. (1984). Word shape's in poor shape for the race to the lexicon. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 10, 413-428.

Park, D., Polk, T., Mikels, J., Taylor, S., & Marshuetz, C. (2001). Cerebral aging: integration of brain and behavioral models of cognitive function. *Dialogues in clinical neuroscience*, 3 (3), 151-166.

Park, D. C., Polk, T. A., Park, R., Minear, M., Savage, A., Smith, M. R. (2004) Aging reduces neural specialization in ventral visual cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 101, 13091-13095.

Pastor-Vilar, T., Navarro-Pardo, E., Díaz-Dhó Brodsky, R., Moret-Tatay,

- C., y Vázquez-Martínez, A. (2011). Intervenciones cognitivas en demencias: la musicoterapia. *Revista de la facultad de Educación"de Universidad Tecnológica del Chocó "Diego Luis Córdoba", 18*, 19-24.
- Paterson, K. B., & Jordan, T. R. (2010). Effects of increased letter spacing on word identification and eye guidance during reading. *Memory & Cognition, 38*, 502–512.
- Pedersen, S. J., Surburg, P. R., & Brechue, W. F. (2005). Ageing and midline crossing inhibition. *Laterality, 10* (3), 279-294.
- Perea, M., & Algarabel, S. (1999). Puntuaciones típicas y potencia estadística con diferentes procedimientos de análisis de los tiempos de reacción: un estudio de simulación. *Psicológica, 20*, 211-226.
- Perea, M., & Lupker, S. J. (2003). *Transposed-letter confusability effects in masked form priming*. In S. Kinoshita and S. J. Lupker (Eds.), *Masked priming: State of the art* (pp. 97-120). Hove, UK: Psychology Press.
- Perea, M., Moret-Tatay, C., & Gómez, P. (2011). The effects of inter-letter spacing in visual-word recognition. *Acta Psychologica, 137*, 345–351.

- Perea, M., & Pollatsek, A. (1998). The effects of neighborhood frequency in reading and lexical decision. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *24*, 767–777.
- Perea, M., & Rosa, E. (2003). Los efectos de facilitación semántica con las tareas de decisión léxica sí-no y sólo-sí [The effects of semantic priming with the yes/no and the go/no-go lexical decision task]. *Psicothema*, *15*, 114-119.
- Perea, M., Rosa, E., & Gómez, C. (2002). Is the go/no-go lexical decision task an alternative to the yes/no lexical decision task? *Memory and Cognition*, *30*, 34–45.
- Perea, M., Rosa, E., & Gómez, C. (2003). Influence of neighborhood size and exposure duration on visual-word recognition: Evidence with the yes/no and the go/no-go lexical decision task. *Perception and Psychophysics*, *65*, 273–286.
- Perry, C., Ziegler, J.C., & Zorzi, M. (2007). Nested incremental modeling in the development of computational theories: The CDP+ model of reading aloud. *Psychological Review*, *114*, 273-315.
- Pollatsek, A., & Well, A.D. (1995). On the use of counterbalanced designs in cognitive research: A suggestion for a better and more powerful analysis. *Journal of Experimental Psychology. Learning, Memory, and Cognition*, *21*, 785–794.

- Pollatsek, A., Perea, M., & Binder, K. (1999). The effects of neighborhood size in reading and lexical decision. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *25*, 1142-1158.
- Posner, M. I. (1978). *Chronometric explorations of mind*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Posner, M. I. (2005). Timing the brain: mental chronometry as a tool in neuroscience. *PLoS Biology*, *3*, e51. Prince, J. H. (1959). Special print.
- Pratarelli, M. E., Perry, K. E., & Galloway, A. M. (1994). Automatic lexical access in children: New evidence from masked identity priming. *Journal of Experimental Child Psychology*, *58*, 346–358.
- Protopapas, A. (2007). CheckVocal: A program to facilitate checking the accuracy and response time of vocal responses from DMDX. *Behavior Research Methods*, *39*, 859–862.
- Ratcliff, R. (1978). A theory of memory retrieval. *Psychological Review*, *85*, 59-108.
- Ratcliff, R. (1993). Methods for dealing with reaction time outliers. *Psychological Bulletin*, *114*, 510-532.

- Ratcliff, R. (2002). A diffusion model account of response time and accuracy in a brightness discrimination task: Fitting real data and failing to fit fake but plausible data. *Psychonomic Bulletin and Review*, *9*, 278-291.
- Ratcliff, R., Gomez, P., & McKoon, G. (2004). A diffusion model account of the lexical decision task. *Psychological Review*, *111*, 159-182.
- Ratcliff, R., Love, J., Thompson, C. A., & Opfer, J. (2012). Children are not like older adults: A diffusion model analysis of developmental changes in speeded responses. *Child Development*, *83*, 367–381.
- Ratcliff, R., & McKoon, G. (2008). The diffusion decision model: Theory and data for two-choice decision tasks. *Neural Computation*, *20*, 873-922.
- Ratcliff, R., & Murdock, B. B. (1976). Retrieval processes in recognition memory. *Psychological Review*, *83*, 190-214.
- Ratcliff, R., Perea, M., Colangelo, A., & Buchanan, L. (2004). A diffusion model account of normal and impaired readers. *Brain and Cognition*, *55*, 374–382.
- Ratcliff, R., & Rouder, J. N. (2000). A diffusion model account of masking in two-choice letter identification. *Journal of Experimen-*

*tal Psychology: Human Perception and Performance, 26, 127-140.*

Ratcliff, R., Thapar, A., Gomez, P., & McKoon, G. (2004). A diffusion model analysis of the effects of aging in the lexical-decision task. *Psychology and Aging, 19, 278-289.*

Rayner, K. (1998). Eye movements in reading and information processing. *Psychological Bulletin, 124, 372-422.*

Rayner, K., Fischer, M. H., & Pollatsek, A. (1998). Unspaced text interferes with both word identification and eye movement control. *Vision Research, 38, 1129-1144.*

Rayner, K., Slattery, T. J., & Bélanger, N. N. (2010). Eye movements, the perceptual span, and reading speed. *Psychonomic Bulletin and Review, 17, 834-839.*

Rohrer, D. (1996). On the relative and absolute strength of a memory trace. *Memory and Cognition, 24, 188-201.*

Rohrer, D. (2002). The breadth of memory search. *Memory, 10, 291-301.*

Rohrer, D., & Wixted, J. T. (1994). An analysis of latency and inter-response time in free recall. *Memory and Cognition, 22, 511-524.*

- Rubinstein, R. (1988). *Digital typography: An introduction to type and composition for computer system design*. Boston, MA: Addison-Wesley.
- Rubenstein, H., Garfield, L., & Millikan, J. A. (1970). Homographic entries in the internal lexicon. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, *9*, 487-494.
- Rumelhart, D. E., & McClelland, J. L. (1982). An interactive activation model of context effects in letter perception: Part 2. The contextual enhancement effect and some tests and extensions of the model. *Psychological Review*, *89*, 60-94.
- Rumelhart, D. E. & Siple, P. (1974). The process of recognizing tachistoscopically presented words. *Psychological Review*, *87*, 99-118.
- Rowe, J. W., & Kahn, R. L. (1987). Human aging: usual and successful. *Science*, *237*, 143-149.
- Samuels, S. J., Laberge, D., & Bremer, C. D. (1978). Unit of word recognition: Evidence for developmental changes. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior* *17*, 715-720.
- Schmiedek, F., Oberauer, K., Wilhelm, O., Sü, H. M., & Wittmann, W. W. (2007). Individual differences in components of reaction time distributions and their relations to working memory and intelli-

gence. *Journal of Experimental Psychology: General*, 136, 414-429.

Sebastián-Gallés, N., Martí, M. A., Cuetos, F., & Carreiras, M. (2000). *LEXESP: Léxico informatizado del español*. Barcelona: Edicions de la Universitat de Barcelona.

Slattery, T. J., & Rayner, K. (2010). The influence of text legibility on eye movements during reading. *Applied Cognitive Psychology*, 24, 1129–1148.

Smith G. A, Poon L. W, Hale S, & Myerson J. (1988). A regular relationship between old and young adults' latencies on their best, average and worst trials. *Australian Journal of Psychology*, 40, 195–210.

Spieler, D. H., Balota, D. A., & Faust, M. E. (1996). Stroop performance in healthy younger and older adults and in individuals with dementia of the Alzheimer's type. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 22, 461– 479.

Sternberg, S. (1969). Memory-scanning: Mental processes revealed by reaction-time experiments. *American Scientist*, 57, 421–457.

Suutama, T., & Ruoppila, I. (1998). Association between cognitive functioning and Physical Activity in Two 5-year follow-up studies

of older finish persons. *Journal of Aging and Physical Activity*, 6, 169-183.

Tai, Y. Ch., Sheedy, J., & Hayes, J. (2009, June). *The effect of interletter spacing on reading*. Paper presented at the Computer Displays and Vision conference.

Tremblay, M., Inman, J., & Willms, J. (2000). The Relationship Between Physical Activity, Self-Esteem, and Academic Achievement in 12-Year-Old Children. *Pediatric Exercise Science*, 12, 312-324.

Van Overschelde, J. P., & Healy, A. F. (2005). A blank look in reading: The effect of blank space on the identification of letters and words during reading. *Experimental Psychology*, 52, 213–223.

Van Zandt, T. (2000). How to fit a response time distribution. *Psychonomic Bulletin and Review*, 7, 424–465.

Verhaeghen, P., Marcoen, A., & Goossens, L. (1997). Improving memory performance in the aged through mnemonic training: a meta-analytic study. *Psychology and Aging*, 7, 242–51.

West, R. (1996). An application of prefrontal cortex function theory to cognitive aging. *Psychological Bulletin*, 120, 272–292.

West, R. (1999). Age differences in lapses of attention in the Stroop

task. *Journals of Gerontology: Psychological Sciences*, 54B, 34–43.

West, R., Murphy, K. J., Armilio, M. L., Craik, F. I. M., & Stuss, D. T. (2002). Lapses of intention and performance variability reveal age-related increases in fluctuations of executive control. *Brain and Cognition*, 49, 402–419.

Whitcomb, G. R. (1990). Computer games for the elderly. Proceedings of the conference on Computers and the quality of life. George Washington University, Washington, D.C., United States, 112–115.

Whitney, C. (2001). How the brain encodes the order of letters in a printed word: The SERIOL model and selective literature review. *Psychonomic Bulletin and Review*, 8, 221–243.

Whitney, C., & Cornelissen, P. (2004). Letter – position encoding and dyslexia. *Journal of research in reading*, 28, 274-301.

Woods, R. J., Davis, K., & Scharff, L. F. V. (2005). Effects of type-face and font size on legibility for children. *American Journal of Psychological Research*, 1, 86–102.

World Health Organization. (2011). *World Health Statistics Annual, 2011*. Geneva, Switzerland.

Yap, M., & Balota, D. A. (2009). Visual word recognition of multisylla-

bic words. *Journal of Memory and Language*, 60, 502-529.

Yap, M. J., Balota, D. A., Sibley, D., & Ratcliff, R. (2010, November). *Individual differences in visual word recognition: Insights from the ELP*. Poster presented at the 51st Annual Meeting of the Psychonomic Society, St. Louis, USA.

Yelland, G. (1993, November). *Is there a place for phonological processes in reading development?* Paper presented at the 9th Australian language and speech conference, Sydney, Australia.

Yu, D., Cheung, S. H., Legge, G. E., & Chung, S. T. L. (2007). Effect of letter spacing on visual span and reading speed. *Journal of Vision*, 7, 1–10.

Yu, D., Park, H., Gerold, D., & Legge, G. E. (2010). Comparing reading speed for horizontal and vertical English text. *Journal of Vision*, 10, 1–17.

Yuste, N., Rubio, R., y Aleixandre, M. (2004). *Introducción a la Psicogerontología*. Madrid : Pirámide.



# APÉNDICE *A*

---

## ESTÍMULOS EMPLEADOS EN LAS TDL

A continuación presentamos los estímulos empleados en las diferentes variantes de la TDL (según el estudio de Moret-Tatay, & Perea, 2011). Cada estímulo se presenta con su frecuencia según LEXESP, estructura ortográfica, número de vecinos ortográficos y lista de presentación.

Tabla A.1: Palabras empleadas en la lista 1.

Ítem alta frecuencia	Frecuencia LEXESP	Estructura ortográfica	Vecinos ortográficos
fuego	80,36	CVVCV	4
viaje	118,93	CVVCV	0
cielo	110,71	CVVCV	5
papel	183,57	CVVCV	2
miedo	149,82	CVVCV	0
lunes	40,89	CVVCV	0
ayuda	105,18	VCVCV	1
marca	43,39	CVCCV	10
nieve	39,29	CVVCV	1
color	128,75	CVVCV	4
salir	170	CVVCV	1
padre	383,57	CVCCV	2
jugar	68,57	CVVCV	2
siete	111,96	CVVCV	1
mundo	675,54	CVCCV	3
forma	489,82	CVCCV	5
largo	136,79	CVCCV	3
suelo	148,04	CVVCV	7
calor	82,14	CVVCV	3
noche	405,71	CVCCV	2
feliz	75	CVVCV	0

reloj	50,71	CVVCV	0
hielo	30,89	CVVCV	1
señor	311,25	CVVCV	0
lejos	78,04	CVVCV	0
juego	160,18	CVVCV	3
madre	380,54	CVCCV	1
árbol	35	VCCVC	0
gafas	33,04	CVVCV	2
sueño	132,14	CVVCV	5

Ítem	Frecuencia	Estructura	Vecinos
baja	LEXESP	ortográfica	ortográficos
frecuencia			
marzo	22,68	CVCCV	3
primo	17,32	CCVCV	1
magia	19,29	CVCVV	9
cofre	1,61	CVCCV	2
horno	7,14	CVCCV	3
trapo	10,18	CCVCV	5
abeto	1,25	VCVCV	0
tripa	5,54	CCVCV	3
jamón	12,86	CVVCV	5
buzón	3,39	CVVCV	2
cinta	17,68	CVCCV	7
guapo	15	CVVCV	2
muela	1,43	CVVCV	4

selva	16,96	CVCCV	2
abeja	3,57	VCVCV	3
grifo	6,96	CCVCV	2
melón	3,21	CVVCV	5
tabla	15	CVCCV	3
susto	14,82	CVCCV	3
cebra	0,89	CVCCV	3
jabón	9,46	CVVCV	5
cazar	7,68	CVVCV	8
flaco	8,04	CCVCV	3
arroz	10,71	VCCVC	1

Tabla A.2: Pseudopalabras empleadas en la lista 1.

Ítem	Frecuencia LEXESP	Estructura ortográfica	Vecinos ortográficos
ígnue	0	VCCVV	0
vulpe	0	CVCCV	0
tulvo	0	CVCCV	1
crogo	0	CCVCV	2
píver	0	CVCVC	0
maloz	0	CVCVC	0
fidor	0	CVCVC	1
uncío	0	VCCVV	1
bedea	0	CVCVV	1
purbo	0	CVCCV	0
folca	0	CVCCV	2
nerel	0	CVCVC	0
tilir	0	CVCVC	1
glaso	0	CCVCV	2
jirre	0	CVCCV	0
beada	0	CVVCV	2
bondú	0	CVCCV	0
bilfo	0	CVCCV	1
jirro	0	CVCCV	1
grajú	0	CCVCV	1
sumel	0	CVCVC	0
lunte	0	CVCCV	1

fenra	0	CVCCV	0
zamar	0	CVCVC	2
bidre	0	CVCCV	0
banor	0	CVCVC	1
durie	0	CVCVV	0
ganzo	0	CVCCV	1
jirta	0	CVCCV	0
butra	0	CVCCV	1
donaz	0	CVCVC	1
broyo	0	CCVCV	1
girre	0	CVCCV	0
puble	0	CVCCV	0
jovar	0	CVCVC	1
lirmú	0	CVCCV	0
juler	0	CVCVC	0
ganol	0	CVCVC	0
zagra	0	CVCCV	2
durel	0	CVCVC	1
dorce	0	CVCCV	1
sotro	0	CVCCV	1
istur	0	VCCVC	1
besil	0	CVCVC	0
nailo	0	CVVCV	0
zurta	0	CVCCV	2
ojida	0	VCVCV	1
laipa	0	CVVCV	1

mioda	0	CVVCV	0
cicia	0	CVCVV	2
unchi	0	VCCCV	0
gulba	0	CVCCV	0
besol	0	CVCVC	2
baipa	0	CVVCV	2
urajú	0	VCVCV	0
timir	0	CVCVC	1
gorey	0	CVCVC	0
polce	0	CVCCV	1

Tabla A.3: Palabras empleadas en la lista 2.

Ítem alta frecuencia	Frecuencia LEXESP	Estructura ortográfica	Vecinos ortográficos
igual	104,46	VCVVC	0
perro	60,54	CVCCV	7
ruido	57,5	CVVCV	6
bolsa	40,36	CVCCV	2
tarde	253,57	CVCCV	2
fuera	290	CVVCV	6
negro	130,36	CVCCV	1
barco	47,68	CVCCV	8
libro	194,29	CVCCV	4
clase	154,82	CCVCV	2
plato	30,89	CCVCV	4
campo	184,64	CVCCV	2
coche	122,86	CVCCV	3
reina	46,07	CVVCV	4
cinco	235,54	CVCCV	3
verde	69,46	CVCCV	2
plaza	97,68	CCVCV	6
playa	41,96	CCVCV	5
gente	278,21	CVCCV	3
carta	84,29	CVCCV	14
amigo	158,39	VCVCV	2

leche	54,11	CVCCV	2
comer	86,96	CVVCV	3
avión	50,36	VCVVC	1
final	245,36	CVVCV	2
letra	31,07	CVCCV	2
calle	239,29	CVCCV	5
lugar	369,64	CVVCV	5
silla	48,21	CVCCV	6
otoño	31,43	VCVVC	0

Ítem	Frecuencia	Estructura	Vecinos
baja	LEXESP	ortográfica	ortográficos
frecuencia			
peine	5	CVVCV	2
mosca	10,71	CVCCV	3
burla	10,54	CVCCV	4
chino	14,64	CCVCV	5
roble	5,18	CVCCV	2
ficha	7,68	CVCCV	6
rosal	2,32	CVVCV	2
grasa	16,25	CCVCV	9
aguja	8,93	VCVVC	1
erizo	0,71	VCVVC	0
tigre	4,29	CVCCV	0
nadar	7,14	CVVCV	3
cable	13,93	CVCCV	3

pulga	1,79	CVCCV	3
pesca	16,25	CVCCV	2
torta	3,04	CVCCV	8
clavo	5,36	CCVCV	4
volar	17,14	CVVCV	8
vagón	5,36	CVVCV	2
plomo	13,93	CCVCV	0
ducha	12,68	CVCCV	6
casco	17,5	CVCCV	8
recta	10,89	CVCCV	7
barba	21,43	CVCCV	2

Tabla A.4: Pseudopalabras empleadas en la lista 2.

Ítem	Frecuencia LEXESP	Estructura ortográfica	Vecinos ortográficos
vorie	0	CVCVV	0
furce	0	CVCCV	0
aspío	0	VCCVV	1
hauco	0	CVVCV	0
edión	0	VCVVC	0
delte	0	CVCCV	2
vildo	0	CVCCV	1
sirsa	0	CVCCV	2
astín	0	VCCVC	0
dralo	0	CCVCV	0
cilfo	0	CVCCV	1
rurón	0	CVCVC	1
osure	0	VCVCV	0
tapuz	0	CVCVC	2
potir	0	CVCVC	0
gabol	0	CVCVC	0
marot	0	CVCVC	1
bulea	0	CVCVV	1
oster	0	VCCVC	0
bidie	0	CVCVV	0
grego	0	CCVCV	1
adrao	0	VCCVV	1

toter	0	CVCVC	2
lacro	0	CVCCV	1
cucra	0	CVCCV	1
mejín	0	CVCVC	1
clejo	0	CCVCV	1
fluda	0	CCVCV	0
orute	0	VCVCV	1
derza	0	CVCCV	1
furné	0	CVCCV	0
himbi	0	CVCCV	0
titiz	0	CVCVC	0
sievo	0	CVVCV	0
rubre	0	CVCCV	1
bieva	0	CVVCV	2
rupar	0	CVCVC	2
bosel	0	CVCVC	2
rotre	0	CVCCV	0
puceo	0	CVCVV	2
albot	0	VCCVC	1
tirgo	0	CVCCV	2
ángir	0	VCCVC	2
beona	0	CVVCV	1
yarvo	0	CVCCV	1
pilpo	0	CVCCV	2
samiz	0	CVCVC	1
vinzo	0	CVCCV	0

surón	0	CVCVC	2
zarso	0	CVCCV	2
resor	0	CVCVC	1
jirel	0	CVCVC	1
buial	0	CVVVC	2
tiser	0	CVCVC	1
satel	0	CVCVC	1
zaité	0	CVVCV	0
pilva	0	CVCCV	2
gocto	0	CVCCV	2

Tabla A.5: Palabras empleadas en la fase de Práctica.

Ítem	Frecuencia LEXESP	Estructura ortográfica	Vecinos ortográficos
éxito	103,04	VCVCV	0
vieja	83,39	CVVCV	1
orden	159,46	VCCVC	0
menta	2,14	CVCCV	8
poder	391,61	CVCVC	3
dueño	40,36	CVVCV	3
junio	29,46	CVCVV	4
rubio	33,21	CVCVV	5
dulce	38,75	CVCCV	0
frito	3,04	CCVCV	4
hotel	64,29	CVCVC	1
arena	38,93	VCVCV	6
beber	29,64	CVCVC	1
oliva	4,82	VCVCV	2
dolor	99,29	CVCVC	3
sucio	15,89	CVCVV	2
curso	49,11	CVCCV	5
firma	31,07	CVCCV	2

Tabla A.6: Palabras empleadas en la fase de Práctica.

Ítem	Frecuencia LEXESP	Estructura ortográfica	Vecinos ortográficos
mayal	0,00	CVCVC	1
zorón	0,00	CVCVC	1
cilpe	0,00	CVCCV	0
argir	0,00	VCCVC	1
lezne	0,00	CVCCV	1
nogón	0,00	CVCVC	1
ultad	0,00	VCCVC	0
encle	0,00	VCCCV	0
ultía	0,00	VCCVV	1
fende	0,00	CVCCV	0
sidie	0,00	CVCVV	0
únime	0,00	VCVCV	1
mirce	0,00	CVCCV	1
tulpi	0,00	CVCCV	0
sachi	0,00	CVCCV	1
sagol	0,00	CVCVC	0
dólix	0,00	CVCVC	0
fedil	0,00	CVCVC	1