

APOYO VISUAL, SIMPLIFICACIÓN LÉXICA Y COMPRENSIÓN

LECTORA

VISUAL SUPPORT, LEXICAL SIMPLIFICATION, AND READING

COMPREHENSION

Memoria de tesis para la obtención del grado de Doctora con mención Internacional

presentada por

MIRIAM RIVERO CONTRERAS

Director:

DAVID SALDAÑA SAGE

Catedrático de Universidad del Departamento de Psicología Evolutiva y de la

Educación



Universidad de Sevilla

Sevilla, 2022

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE22e00033603598

CSV

GEISER-fd74-bb39-3e41-4b10-bfa4-795c-04a0-6b45

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

02/08/2022 13:03:18 Horario peninsular



ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE22e00033603598

CSV

GEISER-fd74-bb39-3e41-4b10-bfa4-795c-04a0-6b45

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

02/08/2022 13:03:18 Horario peninsular



“Ante ciertos libros, uno se pregunta: ¿quién los leerá? Y ante ciertas personas uno se pregunta: ¿qué leerán? Y al fin, libros y personas se encuentran”.

(André Gide)

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE22e00033603598

CSV

GEISER-fd74-bb39-3e41-4b10-bfa4-795c-04a0-6b45

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

02/08/2022 13:03:18 Horario peninsular



ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE22e00033603598

CSV

GEISER-fd74-bb39-3e41-4b10-bfa4-795c-04a0-6b45

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

02/08/2022 13:03:18 Horario peninsular



Agradecimientos

Desde que entré en el Grado en Psicología como estudiante, supe que quería hacer el doctorado. No sabía todo el trabajo que implicaba, ni cuándo iba a ser el momento idóneo; de hecho, pensaba hacerlo cuándo tuviera un trabajo estable, o, incluso, cuando estuviera jubilada, porque no creía que fuera posible a corto-medio plazo. Lo que sí estaba segura es que quería estar algún día detrás de algún estudio similar (o diferente) a los diversos estudios en los que había participado durante mi carrera universitaria como sujeto experimental. Recuerdo que siempre era la primera en ofrecermelo en cualquiera de ellos, con el objetivo de conocer cómo “hacían” investigación. Y, a día de hoy, sigo participando en ellos, porque, ahora más que nunca, valoro todo el trabajo que conlleva este duro, pero maravilloso, camino. ¿Quién me iba a decir que iba a cumplir esta meta académica (y sueño) tan pronto? Por ello, me gustaría agradecer a ciertas personas su apoyo y dedicación en estos últimos años:

A David Saldaña, mi director de tesis, por darme la oportunidad de realizar este trabajo experimental en el seno del Laboratorio de Diversidad, Cognición y Lenguaje. Todavía recuerdo con bastante detalle esa llamada telefónica, allá por 2015, para preguntarme si estaba interesada en solicitar un contrato predoctoral FPU con él. También le agradezco esa perseverancia que tuvo conmigo para conseguir financiación para esta tesis, y que no fue fácil (cuatro solicitudes de contratos predoctorales durante dos años). De igual manera, le doy las gracias por ser un mentor y guía para mí en las distintas tareas y actividades que he tenido que realizar durante este gran proceso, y los diferentes retos, tanto profesionales como personales, que he tenido que superar.

A todo el equipo del Laboratorio de Diversidad, Cognición y Lenguaje: Isabel, Javi, Juan José, Isabel García y Antonio por todos sus comentarios y sugerencias cada vez que hacía una presentación de mis estudios en los seminarios. También, al resto de

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE22e00033603598

CSV

GEISER-fd74-bb39-3e41-4b10-bfa4-795c-04a0-6b45

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

02/08/2022 13:03:18 Horario peninsular



compañeros con los que he compartido tareas, pero también agradables encuentros informales: Marta V., Karel, Adrián, Vanessa, Ana Lucía, Hülya, Damián, Pablo. A mi antiguo compañero Jose, por enseñarme gran parte de lo que sé sobre programación de experimentos de movimientos oculares, pero también por ser un gran amigo a lo largo de estos años. A mi antigua compañera Teresa, a la cual agradezco enormemente su ayuda en la recogida de datos.

To Paul, my supervisor during my two research stays at the University of East Anglia (UK), for welcoming me and allowing me to carry out three studies of this thesis there, for being attentive to me whenever I needed him, with weekly meetings and a multitude of emails, and for continuing to trust me for future projects. To Marianna, Paul's doctoral student at that time, for helping me with any doubts or difficulties I encountered at the Faculty.

Ao Rui, meu supervisor durante a minha estadia de investigação na Universidade do Porto (Portugal), pelo seu maravilhoso e caloroso acolhimento, por me encorajar a atingir os meus objetivos, e por me dar a oportunidade de fazer parte do seu grupo de investigação como um deles, participando em seminários, mas também, participando em celebrações. Gostaria também de agradecer a Theresa K. por ser uma grande companhia, partilhando muitas conversas interessantes durante as nossos almoços ao sol.

A mi pequeña familia B013: a Miguel, por compartir su gran sonrisa y corazón conmigo, sobre todo en esos malos momentos. A Mónica, Marta O. y Espe por estar ahí siempre que las he necesitado, recorriendo kilómetros y kilómetros para estar a mi lado; pero también de forma virtual cuando nuestras obligaciones no nos lo permitían; por dejarme compartir con ellas viajes locos y deliciosas rutas gastronómicas por diferentes puntos de España y en el extranjero; y por esos cálidos abrazos y bonitas palabras que siempre han tenido para mí y que me han ayudado a seguir “al pie del cañón”.

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE22e00033603598

CSV

GEISER-fd74-bb39-3e41-4b10-bfa4-795c-04a0-6b45

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

02/08/2022 13:03:18 Horario peninsular



A Carmen, por alegrarse por cada pequeño logro que conseguía, pero también por estar ahí para animarme a seguir adelante cuando creía no poder más; y, también, por ser una gran amiga que me ha ayudado, y continúa ayudándome, a crecer como persona.

A todos los participantes y responsables de los centros donde he realizado las recogidas de datos que, sin su colaboración, esta tesis doctoral no existiría. Y a las alumnas internas que han colaborado en este proceso tan arduo: Elena, Rocío, Ana y Tamara.

A mi familia, en especial a mi abuela y mi tía, y a Mónica, mi segunda madre, por sus ánimos constantes, y por creer en mí y no dudar ni un segundo en mi capacidad para afrontar todos los retos que se me presentaban en este largo camino. A mi hermana, por ser un apoyo más en los momentos difíciles, y por esta portada de tesis que me ha regalado.

A Víctor, por estar siempre a mi lado, animándome, apoyándome y recordándome que podía con todo lo que me propusiera; por acompañarme a todo lugar que lo necesitara; por hacerme siempre ver “el vaso medio lleno”; y por su paciencia en mis momentos más difíciles.

Por último, me gustaría agradecer a Koud, mi gato, todos esos momentos que ha estado a mi lado mientras escribía esta tesis, por obligarme a descansar (cuando él lo consideraba oportuno) y desconectar esos pequeños ratos que necesitaba, y de los cuales yo no era consciente; y por ser mi “asistente especial” con el que ensayaba todo seminario, comunicación o charla que tenía que preparar, aunque no entendiera nada (o sí...).

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE22e00033603598

CSV

GEISER-fd74-bb39-3e41-4b10-bfa4-795c-04a0-6b45

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

02/08/2022 13:03:18 Horario peninsular



ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE22e00033603598

CSV

GEISER-fd74-bb39-3e41-4b10-bfa4-795c-04a0-6b45

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

02/08/2022 13:03:18 Horario peninsular



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN TEÓRICA	1
1.1 El proceso de lectura.....	2
1.2 Factores predictores de la comprensión lectora.....	8
1.2.1 Adolescentes con dificultades lectoras	10
1.2.2 Adultos con dificultades lectoras	14
1.2.3 Adultos con dislexia	18
1.3. La lectura fácil	24
1.3.1 Accesibilidad cognitiva y lectura fácil.....	24
1.3.2 Estudios empíricos de lectura fácil y su calidad metodológica.....	28
1.3.3 Evaluación de la comprensión lectora en la lectura fácil	38
1.4 Apoyo visual como facilitador de la lectura.....	42
1.4.1. Modelos teóricos sobre el uso del apoyo visual en la lectura	43
1.4.2 Evidencia empírica sobre el apoyo visual en la lectura	47
1.5 Simplificación léxica como facilitadora de la lectura	49
1.5.1 La identificación de palabras y su frecuencia en la lectura	50
1.5.2 Evidencia empírica sobre el efecto de la frecuencia de palabras en lectura	54
1.6 Objetivos de la investigación.....	59
2. TRABAJO EXPERIMENTAL	66
2.1 Lectura fácil, apoyo visual y simplificación léxica en adolescentes con diferentes niveles lectores	67
2.1.1 Study 1.a: Easy-to-read texts for adolescent students with different reading levels? An online experimental study	73
2.1.2 Study 1.b. Do visual support and lexical simplification facilitate reading for adolescent readers? An online experimental study	89
2.2 Apoyo visual y simplificación léxica en adultos con bajo nivel educativo.....	107
2.3 Apoyo visual y simplificación léxica en adultos con dislexia.....	139
2.4 Lugar del apoyo visual en adultos normotípicos	169
3. DISCUSIÓN GENERAL	194
3.1 ¿Los textos escolares en lectura fácil facilitan la comprensión lectora de adolescentes con diferentes niveles lectores?	196
3.2 ¿El uso del apoyo visual y la simplificación léxica facilitan la comprensión lectora de estudiantes de secundaria con diferentes niveles lectores?	198
3.3 ¿El uso del apoyo visual y la simplificación léxica facilitan la comprensión lectora de adultos con bajo nivel educativo?.....	200



3.4 ¿El uso del apoyo visual y la simplificación léxica facilitan la comprensión lectora de adultos con dislexia?.....	202
3.5 ¿El uso del apoyo visual y la simplificación léxica impacta de forma diferente en la comprensión lectora de las tres poblaciones estudiadas?	203
3.6 ¿El lugar del apoyo visual influye en la comprensión lectora de adultos normotípicos?	208
3.7 Evaluación de la comprensión lectora en la lectura fácil	210
3.8 Limitaciones y futuras líneas de investigación.....	212
3.9 Implicaciones prácticas de la presente tesis doctoral	215
3.10 Conclusiones.....	218
4. SUMMARY AND CONCLUSIONS.....	222
5. REFERENCIAS	240
6. ANEXOS	278
Anexo 1. Metodología de la revisión de estudios (Rivero-Contreras y Saldaña, 2020)	279
Anexo 2. Información y consentimientos informados de los Estudios	281
Anexo 3. Rúbrica de evaluación de textos en lectura fácil.....	289
Anexo 4. Contenido de los textos adaptados del Estudio 1a.....	296
Anexo 5. Instrucciones para evaluar la información central y periférica de los textos por los evaluadores externos.....	308
Anexo 6. Preguntas de comprensión lectora de los textos del Estudio 1a (respuesta correcta subrayada).....	309
Anexo 7. Oraciones con las palabras objetivo de baja y alta frecuencia en español, con sus respectivas imágenes y preguntas inferenciales (Estudios 1b y 2).....	317
Anexo 8. Oraciones con las palabras objetivo de baja y alta frecuencia en inglés, con sus respectivas imágenes y preguntas inferenciales (Estudios 3 y 4).....	337
Anexo 9. Material suplementario del Estudio 2	357

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE22e00033603598

CSV

GEISER-fd74-bb39-3e41-4b10-bfa4-795c-04a0-6b45

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

02/08/2022 13:03:18 Horario peninsular



ÍNDICE DE TABLAS

INTRODUCCIÓN TEÓRICA

Tabla 1. Descripción de los estudios sobre comprensión lectora de materiales adaptados o simplificados..... 29

Tabla 2. Resumen de la calidad metodológica de los estudios sobre comprensión lectora de materiales adaptados o simplificados..... 37

Tabla 3. Correspondencia entre las preguntas de investigación y los estudios de la presente tesis doctoral..... 64

ESTUDIO 1.A

Table 1. Readability of the texts..... 79

Table 2. Spearman correlations coefficients of accuracies of the questions of reading comprehension types and covariables..... 84

Table 3. Effects of academic performance and reading efficiency in reading comprehension accuracies..... 85

ESTUDIO 1.B

Table 1. Overall and by levels means (and standard deviations) of reading time and reading comprehension..... 98

ESTUDIO 2

Table 1. Demographic data and intelligence broken down by group..... 116

Table 2. Means (and standard deviations) of text eye-tracking measures..... 126

Table 3. Means (and standard deviations) of target-word eye-tracking measures..... 127

ESTUDIO 3

Table 1. Summary of chronological age, RAN, ART, and PPVT scores for participants in the dyslexic and control groups..... 148

Table 2. Effects of ART and Vocabulary in Target reading time and Target gaze duration..... 157

ESTUDIO 4

Table 1. Summary of chronological age, vocabulary scores, and comprehension by group..... 177

Table 2. Means and standard deviations of text eye-tracking measures..... 183



Table 3. Means and standard deviations of target-word eye-tracking measures 185

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE22e00033603598

CSV

GEISER-fd74-bb39-3e41-4b10-bfa4-795c-04a0-6b45

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

02/08/2022 13:03:18 Horario peninsular



ÍNDICE DE FIGURAS

INTRODUCCIÓN TEÓRICA

Figura 1. El marco de fundamentos cognitivos tal y como aparece en Hoover y Tunmer (2020, p. 86)..... 5

Figura 2. Flujograma del proceso de adaptación de un documento a lectura fácil tal y como aparece en Asociación Española de Normalización (2018, p. 12)..... 40

Figura 3. La teoría cognitiva del aprendizaje multimedia tal y como aparece en Mayer (2005, p. 37)..... 45

Figura 4. Una representación de la identidad de la palabra con sus tres componentes tal y como aparece en Perfetti (2017, p. 54)..... 51

Figura 5. Representación de las medidas de movimientos oculares..... 55

ESTUDIO 1.A

Figure 1. An example of the text versions..... 76

ESTUDIO 1.B

Figure 1. Example item for each of the four within subjects conditions. The underlined word is the target word.....93

Figure 2. Order of events within each block of the sentence comprehension task. There were 15 trials (X 15) within each block and each participant completed four blocks (X 4)..... 93

Figure 3. Interaction between Reading Time and Academic Performance. Error bars indicate standard error of the mean. ** $p < .01$ 98

Figure 4. Interaction between Reading Comprehension Accuracy and Academic Performance. Error bars indicate standard error of the mean. ** $p < .01$ 99

Figure 5. Interaction between Reading Comprehension Accuracy and Reading Efficiency. Error bars indicate standard error of the mean. ** $p < .01$ 100

ESTUDIO 2

Figure 1. Order of events within each block of the sentence comprehension task. There were 15 trials (X 15) within each block and each participant completed four blocks (X 4) 118

Figure 2. Upper left panel shows the mean target reading times for the Frequency \times Group interaction. Upper right panel shows the mean target gaze duration for the Frequency \times Picture interaction. Lower left panel show mean target gaze duration for the Frequency \times



Group interaction. Error bars indicate standard error of the mean. *** $p < .001$, ** $p < .01$ 125

Figure 3. Left panel shows the mean target regressions for the Frequency \times Group interaction. Right panel shows the mean regression path duration for the Frequency \times Picture interaction. Error bars indicate standard error of the mean. *** $p < .001$, ** $p < .01$ 131

ESTUDIO 3

Figure 1. Interaction between Frequency and ART 156

Figure 2. Interaction between Frequency and Vocabulary 158

ESTUDIO 4

Figure 1. Examples of the presentation orders in both versions of the experiment. Abbreviations: PB, Picture Before; CP, Concurrent Picture 178

Figure 2. Interaction between Timing and Frequency. Abbreviations: CP, Concurrent Picture; PB, Picture Before 184

Figure 3. Examples images and texts 190



PRESENTACIÓN

En la actualidad, hay un interés cada vez mayor por la accesibilidad cognitiva. Esto se refiere a facilitar la comprensión del entorno para que cualquier individuo pueda participar y disfrutar de forma autónoma, independientemente de sus necesidades o capacidades. Una parte de la accesibilidad cognitiva es la adaptación de textos escritos en lectura fácil. La Federación Internacional de Asociaciones e Instituciones Bibliotecarias (IFLA, en sus siglas en inglés) y la Asociación Europea ILSMH, conocida hoy como Inclusion Europe, proponen recomendaciones y directrices generales que han de seguirse para crear material escrito en lectura fácil (Freyhoff et al., 1998; Tronbacke, 1997). Asimismo, en España existe la primera norma experimental de pautas y recomendaciones para la elaboración de documentos en lectura fácil (Asociación Española de Normalización, 2018). El objetivo de estas pautas es crear o adaptar material escrito en un estilo fácil de leer para las personas que tienen dificultades para acceder a la información del texto por diferentes razones, pero cualquier persona se puede beneficiar de ello.

Debido a la legislación vigente tanto a nivel internacional (Instrumento de Ratificación de la Convención sobre los derechos de las personas con discapacidad, hecho en Nueva York el 13 de diciembre de 2006, de 21 de abril de 2008), como a nivel nacional (Real Decreto 366/2007, de 16 de marzo), y de comunidades autónomas (Ley de Accesibilidad), cada vez son más los documentos que se crean o se adaptan en lectura fácil a nivel mundial para facilitar el acceso a la información, pero son pocos los estudios de investigación dedicados a este fin. En una revisión de estudios, localizamos solo trece trabajos en total, y la mayoría no encontraban un mayor nivel de comprensión lectora en los textos adaptados (Rivero-Contreras y Saldaña, 2020). Por otro lado, los estudios habían sido aplicados a participantes que presentaban algún tipo de trastorno o

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE22e00033603598

CSV

GEISER-fd74-bb39-3e41-4b10-bfa4-795c-04a0-6b45

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

02/08/2022 13:03:18 Horario peninsular



discapacidad, y la mayoría fueron realizados con personas con discapacidad intelectual. En cuanto a la calidad metodológica, esta resultó variada. Por tanto, consideramos que era de suma importancia continuar en el desarrollo de investigaciones que comprobaran que dichas adaptaciones que se están realizando a nivel mundial sirven para facilitar la comprensión lectora de las personas, y trabajar en su calidad metodológica para ofrecer una alta evidencia en este campo de estudio. De esta forma, nace una nueva línea de investigación sobre accesibilidad cognitiva en el Laboratorio de Diversidad, Cognición y Lenguaje (HUM-281).

La presente tesis doctoral se centra en el estudio de la lectura fácil en general, y de dos adaptaciones en particular, una a nivel de diseño y otra a nivel de redacción, en diferentes poblaciones con diversos perfiles lectores: el apoyo visual y la simplificación léxica. El trabajo se encuentra compuesto por seis apartados. En el primero, se presenta una introducción teórica sobre el proceso de lectura; los factores predictores de la comprensión lectora en la infancia, y su desarrollo en adolescentes y adultos con dificultades lectoras, y en adultos con dislexia; la lectura fácil y los estudios empíricos existentes, además de la evaluación que se realiza de la comprensión lectora en estas investigaciones; la evaluación del apoyo visual y la simplificación léxica como facilitadores de la lectura, teniendo en cuenta los modelos teóricos que los respaldan y sus evidencias empíricas; y, las preguntas y objetivos de la presente investigación.

El segundo apartado lo comprende el trabajo experimental llevado a cabo. Esto son, los cuatro estudios de investigación en los que se basa esta tesis doctoral: (1) lectura fácil y apoyo visual y simplificación léxica en adolescentes con diferentes niveles lectores; (2) apoyo visual y simplificación léxica en adultos con bajo nivel educativo; (3) apoyo visual y simplificación léxica en adultos con dislexia; y, (4) lugar del apoyo visual en adultos normotípicos. Cada uno de estos estudios incluye una breve introducción

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE22e00033603598

CSV

GEISER-fd74-bb39-3e41-4b10-bfa4-795c-04a0-6b45

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

02/08/2022 13:03:18 Horario peninsular



teórica, sus objetivos, la metodología utilizada, los resultados encontrados, la discusión de estos, y las conclusiones.

El tercer apartado versa sobre la discusión general de la presente tesis. Cada subapartado pretende dar respuesta a cada una de las preguntas de investigación indicadas en el primer apartado, además de incluir una discusión sobre la evaluación de la comprensión lectora en la lectura fácil, las limitaciones y futuras líneas de investigación, las implicaciones prácticas, y las conclusiones generales.

El cuarto apartado incluye un resumen y las conclusiones en lengua inglesa; en el quinto apartado se encuentran las referencias; y, el sexto apartado contiene los anexos de la tesis doctoral.

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE22e00033603598

CSV

GEISER-fd74-bb39-3e41-4b10-bfa4-795c-04a0-6b45

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

02/08/2022 13:03:18 Horario peninsular



1. INTRODUCCIÓN TEÓRICA

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE22e00033603598

CSV

GEISER-fd74-bb39-3e41-4b10-bfa4-795c-04a0-6b45

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

02/08/2022 13:03:18 Horario peninsular



1.1 El proceso de lectura

La lectura es una forma de comunicación y una herramienta de adquisición de conocimientos que se desarrolla diariamente. Asimismo, es una actividad compleja que requiere la participación de diferentes procesos mentales (percepción, atención, memoria, pensamiento, lenguaje), por lo que aprender a leer no es una tarea fácil.

En cuanto al proceso lector, este no se reduce a la simple decodificación y reconocimiento de palabras, si no que va más allá, siendo la comprensión y creación de significados su fin último. Según el *modelo simple de lectura* (Gough y Tunmer, 1986), la comprensión lectora es el resultado de dos componentes: la decodificación y la comprensión del lenguaje oral, los cuales son de igual importancia. Asimismo, ambos son necesarios para el éxito en la lectura, sin ser suficiente por sí solo ninguno de ellos.

La decodificación consiste en el reconocimiento eficaz de las palabras a partir del uso de reglas de correspondencia grafema-fonema. Para ello, el lector debe tener la capacidad de derivar la representación de la palabra a la entrada del léxico mental (unidad de conocimiento interiorizado del vocabulario), y así poder recuperar su información semántica. En cuanto a la comprensión del lenguaje oral, la persona debe ser capaz de tomar dicha información semántica y realizar interpretaciones y narraciones (Hoover & Gough, 1990).

Los mismos autores del modelo desarrollaron una ecuación para explicar la relación entre comprensión lectora (“R”), decodificación (“D”) y comprensión oral (“C”):

$$R = D \times C$$

Los valores de dichos componentes pueden oscilar de 0 a 1, por lo que, si la decodificación o la comprensión oral está alterada, la comprensión lectora se ve afectada.



Es el caso de aquellas personas que presentan dislexia (incapacidad para decodificar las palabras a pesar de una buena comprensión oral) y aquellas que tienen dificultades en la comprensión (buena habilidad de codificación acompañada de una comprensión oral inferior). Por tanto, una incapacidad en uno de los elementos provocaría una baja comprensión lectora.

Bastantes estudios de investigación han apoyado este modelo observando que tanto la habilidad de decodificación como la habilidad de comprensión lingüística tienen un impacto sustancial en la comprensión lectora (Catts et al., 2005; de Jong & van der Leij, 2002; Joshi et al., 2015; Protopapas et al., 2015; Tobia y Bonifacci, 2015). Eso sí, el impacto de cada una de las habilidades va variando según la edad o curso educativo. Mientras que el impacto de la decodificación es mayor en edades tempranas o cursos educativos iniciales, el impacto de la comprensión lingüística es mayor en edades más avanzadas o cursos educativos superiores (Catts et al., 2005; Lonigan et al., 2018; Tilstra et al., 2009).

Pese a la amplia aceptación del modelo simple de lectura, otros estudios de investigación han encontrado a estudiantes con una decodificación y comprensión lingüística apropiadas para su grado que presentan dificultades lectoras (por ejemplo, Catts et al., 2003; Ebert y Scott, 2016; Morris et al., 2017). Por lo que todo esto nos lleva a plantear la insuficiencia del modelo en explicación de la comprensión lectora.

Otra crítica que recibe el modelo simple de lectura tiene que ver con la proposición de independencia de sus dos factores. Estudios de investigación previos han encontrado una superposición o variación compartida mayor de los dos elementos, es decir, esta superposición que predice más en su conjunto que de forma independiente la comprensión lectora (Foorman et al., 2020; Foorman y Petscher, 2018; Lonigan et al., 2018; Taboada Barber et al., 2021).



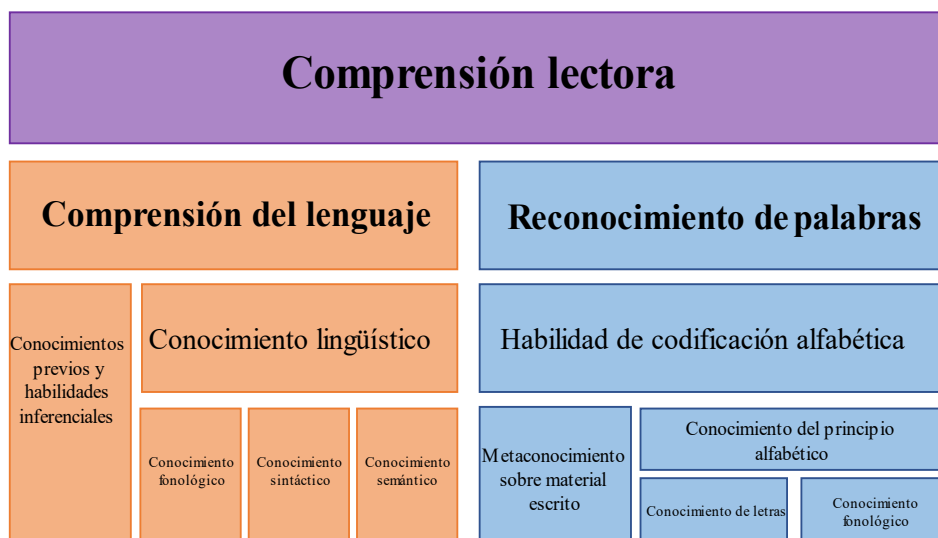
Por tanto, debido a estas inconsistencias encontradas, dos de los creadores del Modelo Simple de Lectura recientemente amplían este modelo proponiendo el *marco de fundamentos cognitivos* (Hoover y Tunmer, 2020). Este modelo mantiene las dos habilidades de decodificación y de la comprensión lingüística, pero pasan a presentar términos más amplios como *reconocimiento de palabras* y *comprensión del lenguaje* respectivamente. Asimismo, descompone estos dos elementos en subcomponentes. En el caso del reconocimiento de palabras existe un subcomponente conocido como la habilidad de codificación alfabética. Este subcomponente comprendería conceptos sobre el metaconocimiento del material escrito y el conocimiento del principio alfabético, y a su vez este último incluiría el conocimiento de las unidades ortográficas y la conciencia fonológica. Y en el caso de la comprensión del lenguaje, este se divide en subcomponentes: conocimiento previo y habilidades de inferencia, y conocimiento lingüístico. Este último se dividiría en conocimiento fonológico, sintáctico y semántico (véase Figura 1).

La estructura del marco sostiene que se necesita cierto nivel de dominio en los elementos de orden inferior para desarrollarse los de orden superior, pero no sugiere que no puedan ocurrir si los de orden inferior están totalmente desarrollados. Por tanto, en el caso de que un elemento alcance su nivel crítico de desarrollo, los elementos de orden superior e inferior tienden a desarrollarse al mismo tiempo de manera recíprocamente facilitadora.



Figura 1

El marco de fundamentos cognitivos tal y como aparece en Hoover y Tunmer (2020, p. 86)



Por otro lado, numerosos estudios acerca de la comprensión lectora están de acuerdo en que esta es el resultado de un proceso multinivel, que va desde la identificación de los grafemas hasta considerar el texto como un todo. Sin embargo, cada modelo establece una relación entre los niveles diferente. Así tenemos tres principales modelos:

- El *modelo ascendente o abajo-arriba* (Bobrow y Norman, 1975) es aquel que considera un procesamiento de la información unidireccional, siendo prerequisite haber completado un nivel de análisis para seguir avanzando. Por tanto, la información va desde el reconocimiento visual de la palabra a la construcción de significado de la información leída.



- El *modelo descendente o arriba-abajo* (Goodman, 1967) propone que el lector hace uso de su conocimiento previo para realizar predicciones sobre el contenido del texto y así poder verificarlo. Por lo que la persona se sirve del conocimiento semántico y sintáctico más que de la grafía.
- El *modelo interactivo* (Adams, 1982; McClelland, 1979) aúna las concepciones de los dos modelos anteriores, es decir, toma en consideración la interacción de forma simultánea tanto de los procesos descendentes como los ascendentes. Esto quiere decir que el resultado de la comprensión lectora se debe a un procesamiento paralelo de la información en el que es tan importante el conocimiento previo que presenta la persona como el propio contenido del texto.

Este último modelo es el más aceptado en la actualidad, puesto que proporciona una explicación completa del proceso lector, a diferencia de los modelos ascendente y descendente, y pone de manifiesto la importancia de la aportación del lector en la construcción del significado. Esta interacción entre ambos procesos permitiría obtener una comprensión profunda del texto.

El modelo de comprensión lectora más importante y conocido, el cual sigue la misma conceptualización del modelo interactivo, es el *modelo de construcción-integración* propuesto por Walter Kinstch (modelo CI, Kintsch, 1998; Kintsch y Rawson, 2005). Según este modelo, el proceso lector implica diferentes niveles. Uno de estos niveles es el *nivel lingüístico*, que comprende el procesamiento de palabras y frases individuales a través de la decodificación. Por tanto, tanto los procesos de percepción como el reconocimiento y análisis de palabras están involucrados en este nivel.

Otro de los niveles es el conocido como *texto base*, que surge de la combinación de las conocidas *microestructura* y *macroestructura*. Aquí se produce un análisis



semántico que determina el significado del texto a través de la combinación de unidades de ideas o proposiciones y sus relaciones sintácticas y de coherencia. Esta combinación de proposiciones forma una red compleja conocida como microestructura. Una de las dimensiones principales por la cual se puede relacionar las proposiciones es la *correferencia o superposición de argumentos*, que se da cuando dos o más proposiciones se refieren al mismo concepto. Otra dimensión importante es la creación de inferencias puente o la identificación de pronombres, necesarias para conseguir una microestructura coherente. Asimismo, la propia microestructura está organizada en unidades de orden superior conocida como macroestructura, que implica el reconocimiento de temas globales y sus interrelaciones.

Por tanto, en el nivel del texto base, el lector tiene una representación del significado del texto, es decir, lo que explícitamente se encuentra en el texto, por lo que la comprensión de este es superficial. Para una comprensión más profunda del texto, se necesita alcanzar el siguiente nivel, conocido como el *modelo de situación*, en el que se construye un modelo mental de la situación descrita por el texto. Esto requiere la integración de la información proporcionada por el mismo con los conocimientos previos relevantes a través de la producción de inferencias elaborativas (van Dijk y Kintsch, 1983). Los modelos de situación no solo se limitan al dominio verbal, sino que suelen involucrar imágenes, emociones y experiencias personales.

En definitiva, la comprensión lectora siempre va más allá del texto. Las representaciones mentales que construyen los lectores su comprensión del texto dependen tanto de lo que los lectores aporten al texto (como metas, intereses y experiencia previa), como del texto mismo. Así pues, los lectores deben hacer inferencias para construir modelos de situación (Kintsch, 2018). Y estas inferencias, que necesitan esa vinculación entre la información basada en el texto y la integración con los conocimientos previos,



son dan en mayor cantidad en comparación con las que se producen en el texto base (Nation et al., 2002).

1.2 Factores predictores de la comprensión lectora

Como hemos señalado, siguiendo el modelo simple de lectura (Gough y Tunmer, 1986) existen dos aspectos esenciales para el desarrollo de una comprensión lectora exitosa: la decodificación y la comprensión lingüística. Ambos presentan componentes subyacentes o predictores.

Como predictores de la decodificación podemos encontrar: la conciencia fonológica, la conciencia morfológica y la denominación rápida automatizada (RAN). Tanto la conciencia fonológica como el conocimiento de las letras son esenciales para el desarrollo de las habilidades de decodificación (Melby-Lervåg et al., 2012; Muter et al., 2004). En cuanto a la denominación rápida automatizada (RAN), se sabe que es un fuerte predictor de la fluidez lectora (Lervåg y Hulme, 2009). Existen numerosos estudios que respaldan estas afirmaciones y muestran la relación de estas habilidades de reconocimiento de palabras con la lectura temprana (por ejemplo, Hatcher et al., 2004; Lervåg et al., 2009; Melby-Lervåg y Lervåg, 2011).

Por otro lado, como predictores de la comprensión lingüística podemos encontrar el vocabulario, las habilidades gramaticales y las habilidades narrativas (Klem et al., 2015; Lervåg et al., 2018; Muter et al., 2004). Nosotros nos centraremos en el vocabulario como uno de los predictores más conocidos de la lectura tardía, y el cual presenta una estrecha relación con la comprensión lectora. Numerosas investigaciones han revelado esta importancia del vocabulario en la comprensión lectora (Muter et al., 2004; Oakhill y



Cain, 2012; Oullette, 2006; Quinn et al., 2015; Rydland et al., 2012; Silverman et al., 2015; Tannebaum et al., 2006; Zargar et al., 2020). A continuación, presentamos los resultados de algunas de ellas.

Por ejemplo, Muter et al. (2004) realizaron un estudio longitudinal de dos años en niños que comenzaban la etapa escolar (entre 4 y 5 años edad) en el cual evaluaron la relación entre el vocabulario y la comprensión lectora, además de otras habilidades lingüísticas. Sus resultados mostraron que la comprensión lectora podía ser predicha por el conocimiento de vocabulario. Oakhill y Cain (2012) presentaron un estudio longitudinal para investigar los predictores de la comprensión lectora en niños de 7-8 años a 10-11 años, y encontraron que el vocabulario la predecía también a lo largo de todo ese periodo de tiempo. Y, en otro estudio más reciente (Quinn et al., 2015) evaluaron las relaciones dinámicas de desarrollo entre el conocimiento del vocabulario y la comprensión lectora en estudiantes de primer a cuarto curso, y encontraron que el crecimiento en los niveles de comprensión lectora dependía en parte del conocimiento del vocabulario.

Otra manera de ver la influencia del vocabulario en la comprensión lectora son los estudios que se llevan a cabo con lectores con mala comprensión. Estas personas presentan buenas habilidades fonológicas, pero muestran debilidades en otras áreas del lenguaje, como la comprensión auditiva y el vocabulario. Existen estudios donde se ha encontrado que aquellos niños con una pobre comprensión lectora poseían bajos niveles de vocabulario (Catts et al., 1999, 2006; Clarke et al., 2010; Colenbrander et al., 2016; Nation et al., 2004).

Aunque nos centremos en estos dos tipos de predictores lingüísticos, decodificación y comprensión lingüística, somos conscientes que la comprensión lectora



es un proceso más complejo donde procesos cognitivos influyen de importante manera. Por otro lado, se sabe que la contribución de la decodificación a la comprensión lectora va disminuyendo con la edad, mientras que la comprensión lingüística va ganando importancia (García y Cain, 2014; Hjetland et al., 2017).

A continuación, revisamos las dificultades que presentan las tres poblaciones estudiadas en el presente trabajo en cuanto a estos dos grandes aspectos lingüísticos de la comprensión lectora.

1.2.1 Adolescentes con dificultades lectoras

En todo el mundo, una gran parte de los adolescentes presenta dificultades. Por ejemplo, dos tercios de los estudiantes de octavo grado de EE. UU. tienen dificultades para hacer y apoyar inferencias sobre un texto, conectar partes de un texto y analizar las características del texto. Y un tercio de ellos (34%) ni siquiera son capaces de interpretar el significado de una palabra tal como se usa en el texto (National Center for Education Statistics, 2019). Asimismo, alrededor del 22% de los estudiantes adolescentes europeos de entre 15 y 16 años muestran también una tasa de rendimiento en lectura baja. Dependiendo del país, se pueden observar tasas de hasta el 47% (European Commission, 2019). En España, por ejemplo, el 23% de los estudiantes adolescentes no logra encontrar información específica en el texto, identificar la idea principal del texto, comprender relaciones y formar o aplicar categorías simples, ni establecer conexiones o comparaciones entre el texto y el conocimiento previo (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2020). Esto significa que uno de cada cinco estudiantes españoles de secundaria tiene un nivel de lectura bajo.



Las habilidades de lectura involucradas en el proceso de comprensión de textos son diversas. Como vimos en el apartado anterior, por un lado, están las habilidades de decodificación, para las que tanto la conciencia fonológica como la conciencia morfológica son fundamentales (Melby-Lervåg et al., 2012; Muter et al., 2004). Por otro lado, están las habilidades de comprensión lingüística, que se desarrollan a partir de un buen vocabulario, entre otras habilidades (Klem et al., 2015; Lervåg et al., 2018; Muter et al., 2004).

Es bien sabido que los factores predictores de la comprensión lectora mantienen un fuerte impacto en la etapa educativa de secundaria. En relación con las habilidades de decodificación, en concreto a la fluidez lectora y a la conciencia morfológica, aunque disminuyan comparativamente en impacto, existen bastantes estudios que ponen de manifiesto esta continuidad en el tiempo (Buly y Valencia, 2003; Cirino et al., 2013; Clemens et al., 2017; Deacon y Kirby, 2004; Eason et al., 2013; Hock et al., 2009; James et al., 2021; Kieffer et al., 2013; Kieffer, 2014; Kieffer y Lesaux, 2008, 2012; Lesaux y Kieffer, 2010; Memiş, 2019; Nippold, 2017; Ricketts et al., 2020; Stanley et al., 2018).

Por ejemplo, Stanley et al. (2018) analizaron las relaciones directas e indirectas entre las medidas de niños en educación infantil, tercer grado y décimo grado de 3180 estudiantes, y encontraron que había efectos directos significativos de la fluidez de las palabras sin sentido y la fluidez del nombrado de letras de los infantes en la comprensión lectora de décimo grado. Ricketts et al. (2020) evaluaron la precisión y la fluidez en la lectura de palabras a través de un estudio longitudinal a los 12, 13 y 14 años en una muestra de 210 adolescentes. Estos autores encontraron un orden de clasificación consistente entre los individuos, además de un progreso significativo a lo largo del tiempo y evidencia de que las brechas de rendimiento entre adolescentes menos y más capaces se estaban reduciendo. Y, en la misma línea, Nippold (2017) realizó un estudio



longitudinal con 426 adolescentes con y sin trastorno específico del lenguaje (TEL) para determinar la relación entre comprensión lectora y lectura de palabras, además del desarrollo léxico y sintáctico. Sus resultados indicaron que una mala comprensión lectora en adolescentes se predecía por déficits concurrentes en estas habilidades lectoras.

Con respecto a la conciencia morfológica, James et al. (2021) examinaron su contribución en la comprensión lectora de tres grupos de estudiantes (de 6 a 8 años; de 9 a 11 años; y de 12 a 13 años) a través de un análisis de componentes. Sus análisis arrojaron una varianza única significativa de la conciencia morfológica en la comprensión lectora en los grupos de 6 a 8 años y 12 a 13 años. Memiş (2019) evaluó los niveles de conciencia morfológica y de comprensión lectora en 1561 estudiantes de quinto a octavo grado. Él también encontró una relación de alto nivel entre estas dos variables, a través de la observación de puntuaciones más altas en comprensión lectora en estudiantes con una alta tasa de éxito en la prueba de conciencia morfológica, y puntuaciones más bajas en comprensión lectora en estudiantes con una menor conciencia morfológica. Asimismo, varios estudios realizados con estudiantes de diferentes orígenes lingüísticos pertenecientes a diferentes grados ponen de manifiesto que la conciencia morfológica es un predictor significativo de la comprensión lectora (Kieffer, 2014; Kieffer et al., 2013; Kieffer y Lesaux, 2008, 2012). Por ejemplo, Kieffer y Lesaux (2012) evaluaron 952 estudiantes de sexto grado y encontraron que la conciencia morfológica hizo una contribución directa significativa a la comprensión lectora, controlando el vocabulario de lectura y la fluidez en la lectura de palabras.

En cuanto a las habilidades de comprensión, en concreto el vocabulario, también existe evidencia empírica que demuestra su importancia en la adolescencia (Brasseur-Hock et al., 2011; Clemens et al., 2017; Hock et al., 2009; James et al., 2021; Lesaux y Kieffer, 2010; Oslund et al., 2018; Stanley et al., 2018; Suggate et al., 2018).



Por ejemplo, Stanley et al. (2018) encontraron efectos indirectos del vocabulario de los infantes en la comprensión lectora de décimo grado. Y, James et al. (2021) observaron que el vocabulario también predijo de manera única la comprensión lectora en los tres grupos de edad anteriormente mencionados. De la misma manera, Suggate et al. (2018) evaluaron el vocabulario mediante un diseño longitudinal que abarcaba los mismos niños desde que tenían 19 meses hasta los 16 años de edad. Esto autores observaron que la comprensión lectora a los 12 años de edad era predicha por el vocabulario a los 19 meses. Los hallazgos de esta investigación proporcionan la evidencia de la interacción a largo plazo entre esta habilidad lectora y la comprensión lectora. Y, Oslund et al. (2018) examinaron las diferencias entre lectoras con y sin dificultades utilizando un modelo multicomponente de comprensión lectora en 796 estudiantes de sexto a octavo grado, con un enfoque principal en la lectura de palabras y el vocabulario. Estos autores encontraron que, en ambos grupos, el vocabulario tuvo el mayor efecto total al considerar sus efectos directos e indirectos. Además, la identificación de palabras fue el predictor directo más fuerte para los estudiantes con problemas de comprensión, mientras que el vocabulario fue el predictor más fuerte para aquellos con una comprensión adecuada. Por esta razón, Oslund et al. concluyen que las relaciones entre las habilidades lectoras y la comprensión lectora pueden ser diferentes según la competencia del lector.

En resumen, estas investigaciones previas ponen de manifiesto que las diferencias individuales en las diferentes habilidades lectoras (entre ellas, fluidez lectora, conciencia morfológica y vocabulario) y su impacto en la comprensión lectora se mantienen durante la adolescencia. Así, estudiantes adolescentes que presenten algún déficit o dificultad en alguna o varias habilidades lectoras, presentarán un nivel de comprensión lectora menor.



Asimismo, la competencia del lector puede influir en el impacto que tiene las habilidades lectoras en la comprensión lectora.

1.2.2 Adultos con dificultades lectoras

Según el último informe del Programa de Evaluación Internacional de Competencias de Adultos (Ministerio de Educación Cultura y Deporte, 2013), la puntuación media obtenida en comprensión lectora por adultos entre 16 y 65 años en todos los países evaluados fue de Nivel 2 (Ministerio de Educación Cultura y Deporte, 2013). Este nivel indica que el lector puede completar tareas de lectura sencillas y que puede localizar información en un texto breve. Sin embargo, tendrá dificultades para extraer información de textos más largos y complejos. Quizás lo más sorprendente es que muchos países desarrollados caen muy por debajo de este promedio, incluidos Estados Unidos y países europeos, como España e Italia.

En España, concretamente, el 27,7% de los adultos españoles presenta este Nivel 2 o nivel inferior en comprensión lectora, obteniendo el mayor porcentaje de adultos en comparación con el resto de los países del estudio. En cuanto a la edad, son los adultos jóvenes (16-34 años) los que obtienen mejores resultados, pero con un Nivel 2 de comprensión lectora. Si se tiene en cuenta el nivel de estudios, los adultos que no han alcanzado la educación secundaria superior (nivel educativo bajo) o poseen un título de educación secundaria superior (nivel medio) obtienen puntuaciones significativamente más bajas que los adultos con alto nivel educativo en comprensión lectora.

¿Qué habilidad lectora parece ser fundamental en la comprensión lectora de esta población? En un metaanálisis realizado por Tighe y Schatschneider (2016a) con 16 estudios independientes y 2707 participantes, se observó que seis habilidades lectoras



estaban altamente relacionadas con la comprensión lectora de lectores adultos con dificultades, siendo una de ellas el vocabulario (oral) (g de Hedges = 0.52). Además, la investigación ha indicado que cuando se controlan otras habilidades de lectura, como la decodificación (Hall et al., 2014; N. A. Taylor et al., 2012), la fluidez (N. A. Taylor et al., 2012) y la conciencia morfológica (Fracasso et al., 2016; Tighe y Schatschneider, 2016b), el vocabulario sigue siendo un predictor significativo de la comprensión, particularmente en lectores adultos con dificultades. Por tanto, el vocabulario parece desempeñar un papel fundamental en la comprensión lectora de los adultos.

Por otro lado, ¿qué otras habilidades lectoras están afectadas en esta población? La investigación previa pone de manifiesto que el perfil de las habilidades lectoras de los adultos parece diferir de las habilidades lectoras de los niños. Por ejemplo, Greenburg et al. (2002) analizaron la utilización de estrategias ortográficas y fonológicas para el reconocimiento visual de palabras, además de la capacidad para decodificar pseudopalabras, deletrear palabras y detectar palabras que riman, en estudiantes adultos de alfabetización y niños con un desarrollo típico con un nivel lector equivalente. Ellos observaron que los adultos, cuando se encontraban con dificultades, tendían a utilizar más estrategias ortográficas y procesos visuales, y menos estrategias fonológicas, a diferencia de los niños. Asimismo, los errores de lectura de los adultos se daban más en palabras reales, mientras que en los niños presentaban errores de decodificación. La ortografía de los adultos era más fonética o no fonética que la de los niños. Y los adultos tenían dificultad para detectar pares de palabras que riman, a menos que las palabras tuvieran una ortografía similar.

Siguiendo la misma línea, Thompkins y Binder (2003) examinaron las relaciones entre la formación fonológica y la habilidad lectora de adultos inscritos en programas de Educación Básica para Adultos y niños con diferentes niveles de lectura. Sus resultados



mostraron que, aunque los lectores con un mayor nivel lector superaron a aquellos con un menor nivel en gran parte de las tareas, las tareas que se basaban en el conocimiento general del mundo o la experiencia tendían a favorecer a ambos grupos de lectores adultos por igual. Así, estos autores sugieren que los adultos parecen confiar menos en la decodificación fonológica, y más en recordar palabras y patrones específicos. Por tanto, los estudiantes adultos con un bajo nivel lector tienden a presentar habilidades fonológicas y de decodificación más débiles y un conocimiento ortográfico más avanzado en comparación con los niños.

Asimismo, estas mismas fortalezas y debilidades se pueden observar cuando se comparan adultos que están aprendiendo a leer (y/o en un programa de Educación Básica para Adultos – EBA –) con lectores adultos hábiles. Por ejemplo, Binder y Borecki (2008) evaluaron el uso de la información fonológica, ortográfica y contextual durante la lectura de estos dos grupos de adultos. Ellos desarrollaron una tarea en la cual el participante leía párrafos cortos que contenían un homófono correcto, un homófono incorrecto o un control de ortografía. Las palabras objetivo eran ortográficamente similares o diferentes, y aparecían en un contexto que predecía el objetivo o era neutral con respecto al objetivo. Estos investigadores encontraron diferencias significativas consistentes, aunque con un tamaño de efecto pequeño, entre la condición de la palabra homófoba incorrecta y la condición de control de ortografía en lectores de EBA. Estos resultados sugieren que estos lectores usan códigos fonológicos durante el reconocimiento de palabras, pero lo hacen de manera menos eficiente que los lectores expertos.

En el trabajo de Majeres (2005), se evaluaron las diferencias entre medidas de codificación fonológica y de codificación ortográfica entre adultos con diferentes niveles lectores. Estas medidas involucraban juicios de cuál palabra sonaba como una palabra real, y cuál palabra se parecía más a una palabra visualmente, a elegir entre dos palabras



mostradas, respectivamente. Los resultados no mostraron diferencias entre los grupos en la medida ortográfica en la velocidad de codificación, aunque es cierto que los menos hábiles cometieron más errores. Sin embargo, sí se encontraron diferencias entre grupos en la medida de codificación fonológica, tanto a nivel de velocidad como de errores de codificación. Majeres sugiere que, en los lectores adultos menos hábiles, las habilidades fonológicas débiles o alteradas son un factor que limita su lectura a pesar de presentar alguna compensación visual-ortográfica.

En otro estudio de investigación, evaluaron el impacto de la habilidad del lector sobre tres efectos fonológicos (efectos homófonos, homógrafos y de regularidad) en una tarea de decisión léxica y en una tarea de decisión léxica fonológica en estudiantes universitarios con diferentes niveles lectores (Unsworth y Pexman, 2003). Los resultados mostraron que la regularidad es el efecto fonológico más influenciado por la habilidad del lector, observándose diferentes patrones de efectos fonológicos entre ambos grupos; en concreto, los lectores menos hábiles mostraron efectos de regularidad en la tarea de decisión léxica y en la tarea de decisión léxica fonológica, mientras que los lectores más hábiles no los mostraron. Estos autores concluyeron que los lectores más hábiles activaban la fonología en estas tareas y de forma más eficiente en comparación con los lectores menos hábiles.

Por último, Chace et al. (2005) evaluaron los movimientos oculares de lectores adultos de diferentes niveles lectores mientras leían oraciones que contenían una palabra objetivo. Estos autores manipularon el tipo de información preliminar presente antes de que el participante leyera la palabra objetivo: una palabra idéntica a la palabra de destino, un homófono de la palabra de destino, un control ortográfico, o una consonante no relacionada. En este estudio, los lectores expertos obtuvieron más beneficios de la vista previa homófona que de la vista previa ortográfica. Los lectores menos hábiles, sin



embargo, no mostraron tal efecto. Los autores concluyeron que los lectores menos hábiles no utilizaban códigos fonológicos para integrar información a través de los movimientos oculares.

En definitiva, todas estas investigaciones sugieren que los adultos con un bajo nivel lector (adultos que están aprendiendo a leer y lectores adultos menos hábiles) se caracterizan por presentar un déficit en la utilización de estrategias fonológicas presentes tanto en lectores adultos expertos como en niños con el mismo nivel lector.

1.2.3 Adultos con dislexia

La dislexia es una discapacidad específica del aprendizaje de origen neurobiológico que se caracteriza por dificultades en el reconocimiento preciso y/o fluido de las palabras, y por una mala ortografía y decodificación. La causa de estas dificultades se debe a un déficit en el componente fonológico del lenguaje, y sus consecuencias pueden ser problemas de comprensión lectora y una experiencia de lectura reducida que impide el aumento del vocabulario y el conocimiento previo (Lyon et al., 2003).

En cuanto a su prevalencia, esta va a depender de los criterios utilizados para el diagnóstico de la dislexia, puesto que no existe ninguna prueba biológica para diagnosticarla, y solo se pueden utilizar puntuaciones en pruebas de lectura (Hoeft et al., 2015). De igual manera, vamos a encontrar diferentes estimaciones de la prevalencia en función de la transparencia ortográfica del idioma (este aspecto será tratado más adelante). Sin embargo, a pesar de esta variabilidad en las tasas de prevalencia, la mayoría de ellas no superan el 10% (Peterson y Pennington, 2012; Snowling y Melby-Lervåg, 2016). Asimismo, se debe considerar que la dislexia tiende a darse con otros trastornos; entre ellos, el trastorno específico del lenguaje (Loucas et al., 2016; Melby-Lervåg y



Lervåg, 2012) y el trastorno por déficit y/o hiperactividad (Langer et al., 2019; McGrath et al., 2011).

Respecto a su terminología, el Manual diagnóstico y estadístico de trastornos mentales (DSM-5) de la Asociación Americana de Psiquiatría (American Psychiatric Association, 2013) agrupa las dificultades lectoras, matemáticas y de la expresión escrita bajo un único diagnóstico global de Trastorno específico del aprendizaje dentro de la categoría más amplia de Trastornos del neurodesarrollo. Sin embargo, el término *dislexia* puede ser usado para designar este patrón de dificultades del aprendizaje caracterizado por presentar dificultades en la lectura. Además, se debe especificar si es leve, moderada o grave, en función de la gravedad actual y la necesidad de apoyo.

Con relación al idioma, se sabe que cuanto más opaca sea su ortografía, menores tasas de acierto presentan las personas con dislexia en tareas de decodificación; y en ortografías más transparentes, la velocidad y fluidez lectoras son mejores indicadores de sus dificultades. Por ejemplo, Landerl et al. (2013) evaluaron las habilidades cognitivas, fonológicas y de alfabetización generales en una amplia muestra niños controles y niños disléxicos que hablaban seis idiomas diferentes con una dilatada gama de complejidad ortográfica (finlandés, húngaro, alemán, holandés, francés, inglés). Sus hallazgos mostraron cómo la complejidad ortográfica aumentaba la detección más clara de los participantes disléxicos, debido probablemente a la mayor variación en las habilidades fonológicas y de lectura en las ortografías de alta complejidad que en las de baja complejidad.

En cuanto a la comprensión lectora, en un metanálisis reciente (Georgiou et al., 2021), que analiza 76 estudios, encontraron un gran déficit en la comprensión lectora de niños y adolescentes con dislexia en comparación con sus controles emparejados en edad cronológica (g de Hedges = 1.43) y uno más pequeño en comparación con sus controles



emparejados en nivel de lectura ($g = 0.64$). Otro resultado relevante era que los niños y adolescentes con dislexia diferían significativamente de sus controles emparejados en edad cronológica en la comprensión lingüística ($g = 0.43$). Por lo que, estos autores sugieren que, por un lado, los niños y adolescentes con dislexia experimentan dificultades significativas tanto en la lectura como en la comprensión lingüística; y que, por otro lado, que las deficiencias en la comprensión lectora probablemente sean una combinación de deficiencias tanto en la decodificación como en las habilidades del lenguaje oral.

Pero, ¿estas dificultades permanecen en la edad adulta? En comparación con los estudios ya existentes sobre dislexia en la edad infantil y adolescente, pocos estudios de investigación se han centrado en valorar la estabilidad de los déficits de lectura a largo plazo en adultos con dislexia; sin embargo, todos apuntan a un patrón lector ligeramente diferente. Por ejemplo, Miller-Shaul (2005) evaluó si los déficits cognitivos que aparecen en niños disléxicos en comparación con niños normotípicos en las tareas de lectura y relacionadas con la lectura son similares en adultos disléxicos en comparación con adultos normotípicos. Esta investigadora encontró que la diferencia entre lectores controles y disléxicos fue significativamente menor en los grupos de adultos en tareas ortográficas y mayor en tareas fonológicas en comparación con los grupos de niños.

Asimismo, en un estudio que analizaron las habilidades lectoras, fonológicas y morfológicas de estudiantes universitarios disléxicos y normotípicos encontraron la persistencia de déficits en las habilidades fonológicas, pero no morfológicas, revelando una disociación en el desarrollo de estas dos habilidades (Cavalli et al., 2017). Además, estos autores encontraron que la magnitud de la disociación se correlacionó con el nivel de lectura, por lo que sugieren que los estudiantes universitarios con dislexia pueden compensar las debilidades fonológicas aprovechando el conocimiento morfológico de la lectura.



Además, cabe detenerse en los resultados encontrados en un reciente y completo metaanálisis que revisaron 178 estudios de investigación con diferentes niveles de transparencia ortográfica (Reis et al., 2020). Estos autores evaluaron las diferencias entre lectores adultos con y sin dislexia; si las medidas de velocidad como índice de rendimiento presentan mayor desafío que las medidas de precisión; y si la transparencia ortográfica modulaba el perfil lector de los adultos con dislexia.

En primer lugar, Reis et al. encontraron puntuaciones más bajas en las medidas de lectura (lectura de palabras, lectura de pseudopalabras, lectura de texto, comprensión lectora, deletreo) y las medidas relacionadas con ella (conocimiento fonológico, memoria fonológica, conocimiento ortográfico, memoria de trabajo verbal, vocabulario y RAN (denominación rápida automatizada), incluso si el contexto podía ayudar en la decodificación, con grandes tamaños de efecto (la mayoría por encima de 1.0), excepto en vocabulario y comprensión lectora. Cabe señalar que en este estudio metaanalítico el 80% de los estudios evaluaban estudiantes universitarios y, por tanto, podrían ser estudiantes “compensados” o de alto funcionamiento.

Otro hallazgo interesante es que encuentran que los síntomas son relativamente más severos para las habilidades lectoras que para las habilidades de procesamiento cognitivo asociados con la alfabetización, por lo que sugieren que años de exposición a la lectura, junto con programas de intervención, podrían estar ayudando a mejorar las habilidades de procesamiento cognitivo que apoyan la lectura; o es posible que, en la edad adulta, la lectura dependa menos de estas habilidades que en los niños.

En relación con el vocabulario, a pesar de ser una de las habilidades que un menor tamaño de efecto presentó en este metaanálisis, este efecto fue medio ($d = 0.591$). Según los autores, este dato sugiere que los adultos disléxicos siguen presentando un déficit en esta habilidad, lo que se traduce en una desventaja para la adquisición del vocabulario



desde la infancia hasta la edad adulta. Además, encontraron una asociación significativamente positiva entre vocabulario y comprensión lectora ($k = 6, \beta = 0.789, p = 0.020$), lo que los lleva a plantear, aunque con cautela, que las dificultades de comprensión lectora en la dislexia adulta podrían explicarse parcialmente por esas deficiencias de vocabulario.

En segundo lugar, Cavalli et al. (2017) observaron que, en comparación con lectores controles, los adultos disléxicos desempeñaban peor en las medidas de velocidad de lectura de palabras y pseudopalabras, conciencia fonológica y conocimiento ortográfico que en las medidas de precisión correspondientes. Por tanto, estos autores sugieren su uso para los principales síntomas asociados con la dislexia, puesto que estos síntomas parecen, de alguna manera, atenuados cuando el desempeño se cuantifica usando precisión, y parecen amplificadas cuando el desempeño se mide con el tiempo.

En tercer lugar, en relación con la transparencia ortográfica, en la edad adulta, los participantes disléxicos que aprendieron a leer en ortografías transparentes mostraron déficits menos marcados en general en comparación con los participantes que aprendieron a leer en ortografías más opacas. Además, los déficits en las medidas de velocidad fueron altos y relativamente homogéneos, mientras que en las medidas de precisión fueron diferentes. Por tanto, sus resultados mostraron cómo la fluidez es un problema importante en la dislexia adulta en todas las ortografías.

En cuanto a la comprensión lectora, estudios previos con niños y adolescentes habían encontrado diferencias en función del nivel de transparencia ortográfica (Hanley et al., 2004; McClung y Pearson, 2019). Sin embargo, en adultos, según este metaanálisis, la transparencia ortográfica no afecta a la comprensión lectora. De todas formas, estos autores sugieren más estudios que exploren esta cuestión.



En lo que respecta a la comprensión lectora en adultos disléxicos, otros estudios de investigación que la evalúan muestran resultados diversos. Por ejemplo, Ransby y Swanson (2003) evaluaron a 20 adultos jóvenes con dislexia en comparación con dos grupos controles: uno de ellos emparejado en edad y nivel socioeconómico, y otro emparejado nivel socioeconómico y nivel de lectura. Estos autores no observaron diferencias en la comprensión lectora entre los adultos con dislexia y los grupos controles. En la misma línea, Nielsen et al. (2016) compararon el desempeño de 81 adultos jóvenes con dislexia y 50 controles (los cuales tenían algún vínculo familiar con los disléxicos), y tampoco encontraron diferencias entre ambos grupos; y, Moojen et al. (2020), que examinó 28 adultos con dislexia y 28 controles emparejados en edad, sexo, educación y ocupación, no encontraron diferencias entre ambos de igual manera.

Por el contrario, Simmons y Singleton (2000), que compararon diez estudiantes universitarios con dislexia y diez estudiantes controles, no obtuvieron diferencias en las preguntas literales del texto evaluado, pero sí observaron más dificultades en las preguntas inferenciales por parte de los adultos con dislexia. Además, en el metaanálisis anteriormente nombrado, se calcularon 37 tamaños de efectos independientes para las medidas de comprensión lectora; y el tamaño del efecto medio general fue casi grande y significativo ($d = 0.729$, IC del 95% [0.550, 0.907], $p < .001$), lo que confirma que los adultos con dislexia presentan un peor desempeño en la comprensión lectora en comparación con adultos controles (Reis et al., 2020).

En resumen, los lectores adultos con dislexia parecen seguir mostrando deficiencias en las tareas fonológicas, pero no tanto en las tareas ortográficas. Además, presentan un déficit persistente en la adquisición del vocabulario en la edad adulta, y podrían estar en riesgo de obtener puntuaciones bajas en comprensión lectora.



1.3. La lectura fácil¹

1.3.1 Accesibilidad cognitiva y lectura fácil

Décadas atrás, el concepto de accesibilidad solo hacía referencia a la eliminación de las barreras arquitectónicas, poniendo el foco en la mejora de los entornos para las personas con algún tipo de discapacidad física. Sin embargo, este concepto ha cambiado y, actualmente, incorpora un extenso conjunto de medidas muy diversas para cualquier persona, independientemente de sus capacidades físicas y cognitivas, edad u origen cultural, y recibiendo el término actualizado de *accesibilidad universal*. Según el artículo 2 c) de la Ley española 51/2003, la accesibilidad universal se refiere a “la condición que deben cumplir los entornos, procesos, bienes, productos y servicios, así como los objetos o instrumentos, herramientas y dispositivos, para ser comprensibles, utilizables y practicables por todas las personas en condiciones de seguridad y comodidad y de la forma más autónoma y natural posible” (Ley 51/2003, de 2 de Diciembre, de Igualdad de Oportunidades, No Discriminación y Accesibilidad Universal de Las Personas Con Discapacidad, 2003, pp. 7–8). Así, la accesibilidad se vuelve una necesidad para las personas con diversidad funcional, y una ventaja para todos.

La accesibilidad universal está compuesta por tres tipos: física, sensorial y cognitiva. La accesibilidad física implica la eliminación de obstáculos que impidan la circulación o uso de instrumentos a personas con dificultades en la movilidad; la accesibilidad sensorial consiste en el uso de herramientas para facilitar de la percepción sensorial de todas las personas con dificultades en la visión o la audición; y la

¹ Parte de este apartado corresponde con el capítulo de libro publicado: Rivero-Contreras, M., & Saldaña, D. (2020). ¿Legibilidad es sinónimo de comprensión en Lectura Fácil? Una revisión de estudios sobre comprensión lectora en textos adaptados o simplificados y su calidad metodológica. En A. E. Díez-Mediavilla, & R. Gutiérrez-Fresneda (Eds.), *Lectura y dificultades lectoras en el siglo XXI* (pp. 714–728). Octaedro



accesibilidad cognitiva se refiere a la fácil comprensión de la información que nos rodea, para que cualquier individuo pueda participar y disfrutar de forma autónoma en el medio, independientemente de sus necesidades o capacidades (Larraz Istúriz, 2015). Una parte de la accesibilidad cognitiva es la adaptación de textos escritos en *lectura fácil*. Como bien indica su nombre, estos textos pretenden facilitar: el reconocimiento y comprensión del significado de las palabras, y las relaciones sintácticas que se dan en las diferentes unidades lingüísticas entre sí; la integración del significado de las distintas frases y párrafos del texto en una representación global; la relación del significado lingüístico del texto con el conocimiento previo; y la interpretación y valoración pragmática del texto (Belinchón et al., 2014).

A nivel internacional, el *Instrumento de Ratificación de la Convención sobre los derechos de las personas con discapacidad, hecho en Nueva York el 13 de diciembre de 2006* publicado en el número 96 del Boletín Oficial del Estado (BOE) de 21 de abril de 2008, recoge en su artículo 9 la accesibilidad cognitiva, donde se reclama edificios y otras instalaciones abiertas al público de señalización en formatos de fácil lectura y comprensión. En España contamos con el Real Decreto 366/2007, de 16 de marzo, y en su artículo 13 hace mención a la necesidad de adaptar el contenido y la estructura de documentos e impresos en un lenguaje simple. Además, existen comunidades autónomas que incorporaron la lectura fácil dentro de la Ley de Accesibilidad de sus respectivos territorios.

La Federación Internacional de Asociaciones e Instituciones Bibliotecarias (IFLA, en sus siglas en inglés) y la Asociación Europea ILSMH, conocida hoy como Inclusion Europe, proponen recomendaciones y directrices generales que han de seguirse para crear material escrito en lectura fácil (Freyhoff et al., 1998; Tronbacke, 1997). Asimismo, en España existe la primera norma experimental de pautas y recomendaciones para la



elaboración de documentos en lectura fácil (Norma UNE 153101 EX; Asociación Española de Normalización, 2018). El objetivo de esta norma es asegurar el derecho de todas las personas al acceso a la información eliminando las barreras en la comprensión, garantizando así la accesibilidad universal, el diseño para todos y la igualdad de oportunidades en la participación. El documento cuenta con la descripción metodológica para la adaptación, creación y validación de documentos en lectura fácil, así como las pautas y recomendaciones para su redacción y diseño. Estas pautas y recomendaciones incluyen adaptaciones de formato, adaptaciones léxicas, cambios morfosintácticos, organización específica y estructura del texto, provisión de soporte gráfico, y cambios en la paginación. Cuando se producen estos cambios de adaptación, los textos se vuelven más legibles.

En 2019, creamos una rúbrica de evaluación de textos en lectura fácil con el objetivo de facilitar la aplicación de la Norma Española Experimental UNE 153101 EX para evaluar textos creados o adaptados en lectura fácil (Rivero-Contreras y Saldaña, 2019). Su uso debe ir acompañado siempre de dicha Norma y no la sustituye en ningún caso. Es, por otro lado, un documento esencialmente de uso para la investigación y de facilitación del trabajo de los autores, adaptadores y/o grupos de validación. La rúbrica de evaluación se encuentra dividida en varias secciones relacionadas con la redacción del texto en lectura fácil y con el diseño del documento, tal como se presenta en la Norma. Cada sección está compuesta por pautas a seguir y recomendaciones. Las pautas a seguir son de obligado cumplimiento, mientras que las recomendaciones son sugerencias que se deberían tener en cuenta para facilitar la comprensión de la información.

En relación con la redacción del documento, podemos encontrar cuatro secciones: ortotipografía, vocabulario y expresiones, frases y oraciones, y organización del texto y el estilo. En cuanto al diseño, también existen cuatro: presentación del documento,



imágenes, elementos paratextuales verbales, y elementos paratextuales icónicos. A continuación, se exponen varios ejemplos de cada sección. Para conocer todas las pautas y recomendaciones, véase la rúbrica de evaluación en el Anexo 3.

Algunas pautas de la sección de *ortotipografía* son utilizar el punto y aparte para cada frase que presente una idea del texto, y evitar el punto y coma. Como recomendación, se indica el uso del punto para las frases con ideas relacionadas en vez de la coma, y utilizar los dos puntos (:) con listas de más de tres elementos. La sección de *vocabulario y expresiones* señala el uso de un lenguaje sencillo con palabras conocidas, que el vocabulario esté adaptado al usuario de destino, y que se evita adverbios terminados en *-mente*. Como recomendaciones, se indica el uso de un glosario o glosas para las palabras poco conocidas, y evitar palabras muy largas y/o con sílabas complejas. La sección de *frases y oraciones* señala como pauta a seguir el uso de una frase por cada idea referida en el texto, y la evitación de la voz pasiva y las frases con doble negación. Como recomendaciones, podemos encontrar el uso de frases sencillas, o la utilización de formas verbales simples. Y, la sección de *organización del texto y el estilo* indica la importancia de presentar cohesión y coherencia del texto. Como recomendaciones, se sugiere evitar las inferencias y que la información se presente por bloques.

Algunas pautas sobre la *presentación del documento* se refieren al tamaño de letra, que especifica el uso de 12 a 16 puntos, y a usar fuentes de letras con serifa o remate. Como recomendaciones, se propone utilizar un tamaño de letra de 14 puntos e interlineados de 1,5 o más. En la sección de *imágenes*, se especifica que el apoyo visual debe ir próxima al texto, y como recomendación, que se sitúe en el margen izquierdo o en la parte superior del texto. En la sección de *elementos paratextuales verbales* se indica que el glosario o glosa utilizado debe estar redactado también en lectura fácil, y, como recomendación, que se utilicen ejemplos en ambas. Y, por último, en la sección de



elementos paratextuales icónicos, que los mapas y planos estén explicados de igual manera en lectura fácil, y, como recomendación, que estos estén elaborados con itinerarios y elementos reconocibles.

1.3.2 Estudios empíricos de lectura fácil y su calidad metodológica

Debido a la legislación vigente, cada vez son más los documentos que se crean o se adaptan en lectura fácil a nivel mundial para facilitar el acceso a la información, pero, ¿existen suficientes estudios empíricos que respalden que los textos adaptados o simplificados permitan dicho acceso, y por tanto, su comprensión? Y si es así, ¿cuál es la calidad metodológica de estos estudios? A partir de estas preguntas, realizamos un estudio de revisión con los objetivos de conocer aquellas investigaciones existentes destinadas a valorar la comprensión lectora de los materiales escritos en lectura fácil, y evaluar la calidad metodológica de estos estudios de investigación (véase Anexo 1 para conocer la metodología llevada a cabo en este estudio de revisión).

En relación con el primer objetivo, se encontraron 13 estudios, de los cuales ocho se centraba en el estudio de la comprensión lectora de material escrito adaptado o simplificado. Los cinco restantes evaluaban en qué medida el apoyo gráfico, como las imágenes, ilustraciones o símbolos, podría facilitar la comprensión (véase Tabla 1).



Tabla 1

Descripción de los estudios sobre comprensión lectora de materiales adaptados o simplificados

Adaptación	Autor/es (año)	Participantes	Material utilizado	Resultados
Texto	Cerga-Pashoja et al. (2019)	N = 243 ME = 33.5 (adultos) ME = 14 (adolescentes) Diagnóstico: TEA	3 documentos originales y 3 documentos simplificados con la herramienta tecnológica asistida Open Book. 18 preguntas de opción múltiple para adultos y 12 preguntas de opción múltiple para adolescentes.	Más respuestas correctas de comprensión en los documentos simplificados tanto en adultos como en adolescentes.
	Fajardo et al. (2014)	N = 16 ME = 18.9 Diagnóstico: DI	48 fragmentos de noticias adaptadas en lectura fácil y 178 preguntas literales e inferenciales de opción múltiple.	Los participantes puntuaron correctamente el 80% de las preguntas, siendo mayores las puntuaciones en las preguntas de tipo literal.
	Friedman y Hoffman-Goetz (2007)	N = 44 ME = 60.9 Diagnóstico: ND	6 artículos sobre la prevención de 3 tipos de cáncer extraídos páginas web. Cada par de artículos se correspondía con la información de un tipo de cáncer. Y en estos pares de artículos, uno presentaba una alta legibilidad y el otro una baja legibilidad. Se utilizó una prueba <i>cloze</i> * para evaluar la comprensión.	En dos tipos de cáncer, no hubo diferencias significativas entre los textos con diferente legibilidad. En cambio, para un tipo de cáncer sí se dio esta diferencia, siendo más difícil de comprender el texto de mayor legibilidad. Los niveles de comprensión en los dos tipos de textos (alta y baja legibilidad) dependía de la información del tipo de cáncer.
	Hurtado et al. (2014)	N = 44 ME = 32.3 Diagnóstico: DI	2 folletos de información para dar el consentimiento en los servicios de salud: un folleto con texto adaptado e imágenes, y otro folleto con solo imágenes. Se evaluó la comprensión con un cuestionario de 8 preguntas de recuerdo libre y de opción múltiple antes y después de presentar la información.	Ninguna de las modalidades de presentación de información fue significativamente más efectiva para facilitar la comprensión del documento. Las personas con DI leve comprendieron mejor la información con el folleto de solo imágenes.



Adaptación	Autor/es (año)	Participantes	Material utilizado	Resultados
Texto	Karreman et al. (2007)	N = 40 ME = 37 Diagnóstico: DI	2 versiones de la información de una página web: una versión original y otra versión adaptada a lectura fácil. Se evaluó la comprensión mediante 14 preguntas literales e inferenciales, de las cuales 8 eran preguntas abiertas y 6 preguntas de opción múltiple.	Más respuestas correctas de comprensión en la página web adaptada, tanto en las preguntas literales como en las inferenciales.
	Reichenberg (2010)	N = 40 ME = 33.3 Diagnóstico: Sordera; buenos y pobres lectores	12 textos expositivos auténticos y sus 12 versiones adaptadas en lectura fácil. 4 preguntas literales e inferenciales de opción múltiple por cada texto.	Los buenos lectores comprendieron los textos adaptados mejor que los originales. Entre los lectores pobres, la diferencia entre textos adaptados y textos originales no alcanzó significación estadística, pero hubo una tendencia al patrón inverso en comparación con el encontrado para los buenos lectores.
	Reichenberg (2013)	N = 60 ME normolectores = 26.7 ME pobres lectores = 33 Diagnóstico: Dislexia o dificultades graves de lectura/escritura (pobres lectores)	6 textos originales y sus 6 versiones adaptadas en lectura fácil. 4 preguntas por cada texto que se respondían de forma oral.	Los normolectores obtuvieron mejores resultados al leer los textos auténticos que los textos adaptados. La comprensión de los lectores pobres no aumentó significativamente al leer los textos adaptados.
	Strydom y Hall (2001)	N = 54 ME = 36 Diagnóstico: DI leve o moderada	Información verbal sobre medicamentos o información verbal y escrita sobre medicamentos. La información escrita se presentó con folletos escritos en lectura fácil. La comprensión se evaluó con 10 preguntas. Se registraban las respuestas textualmente.	Los folletos no mejoraron significativamente ningún aspecto de la comprensión de la medicación. Cuando las puntuaciones de las personas con DI leve se analizaron por separado, aquellos a los que se le presentaron los folletos en lectura fácil obtuvieron puntuaciones significativamente menores que aquellos que no recibieron folletos.



Adaptación	Autor/es (año)	Participantes	Material utilizado	Resultados
Apoyo gráfico	Dye et al. (2007)	N = 85 ME = 30-39 Diagnóstico: DI leve o moderada	3 tipos de texto sobre consentir en una situación de investigación real: texto original, texto en secciones, y texto con fotografías. La comprensión de cada tipo se evaluó con 7 preguntas abiertas.	No se encontraron diferencias significativas entre los 3 tipos de texto. Por tanto, ningún tipo de texto favoreció más la comprensión de la información relacionada con la capacidad de consentir en una investigación.
	Jones et al. (2007)	N = 19 ME = 46.8 Diagnóstico: DA	4 fragmentos cortos de texto, dos de los cuales tenían añadidos símbolos Widgit Rebus. Cada fragmento de texto estaba seguido de 4 preguntas.	Las puntuaciones de las preguntas de comprensión de los participantes fueron significativamente más altas para los fragmentos de texto simbolizados que para los no simbolizados.
	Poncelas y Murphy (2007)	N = 34 ME = 39.7 Diagnóstico: DI	Lectura de 2 versiones de un manifiesto simplificado: solo texto o texto con símbolos Makaton. La comprensión se evaluó con un cuestionario compuesto por 23 preguntas abiertas.	El grupo con símbolos (y texto) no mostró una mejor comprensión que el grupo con solo texto.
	Saletta et al. (2019)	N = 95 ME = 18-25 Diagnóstico: Varios	Historias adaptadas en lectura fácil con: fotografías en color, dibujos de líneas en blanco y negro o imágenes abstractas no relacionadas con la información. La comprensión se evaluó con un total de 18 preguntas de opción múltiple.	No hubo diferencias en la comprensión entre las historias con fotografías, dibujos de líneas e imágenes abstractas no relacionadas con la información.
	Yaneva (2016)	N = 36 ME = 33.8 (TEA) ME = 30.8 (ND) Diagnóstico: TEA y ND	2 versiones de 3 textos educativos de biología, astronomía e informática: original y complementado con imagen. La comprensión se evaluó con 2 preguntas de opción múltiple por cada texto.	La inclusión de imágenes para acompañar palabras complejas en un texto no tuvo efecto en la comprensión ni para los participantes adultos con autismo ni para los adultos normotípicos.

Nota. Abreviaciones: N, número de participantes; ME, media de edad; TEA, trastornos del espectro del autismo; DI, discapacidad intelectual; ND, ningún diagnóstico; DA, dificultades del aprendizaje; Varios, Síndrome de Down, trastorno del espectro del autismo, lesión cerebral traumática y otras discapacidades que afectan la cognición.

*Prueba *cloze*. En esta prueba, la información del texto está incompleta, por lo que el participante debe completar las oraciones del texto con una de las opciones disponibles.



Si se presta atención a los participantes del estudio, se observa que la mayoría son personas que tienen algún tipo de dificultad de la comprensión relacionado con su diagnóstico. Hay siete estudios que se realizan con personas con discapacidad intelectual (DI), siendo los más numerosos, seguidos de dos estudios con personas con trastornos del espectro del autismo (TEA). Además, hay estudios individuales con personas con sordera, dislexia o dificultades graves de lectura o escritura, y dificultades del aprendizaje. Solo un estudio se llevó a cabo con personas normotípicas. La lectura fácil es un campo destinado a permitir el acceso de la información escrita a toda aquella persona que presenta dificultades de comprensión, por lo que se entiende que las investigaciones se lleven a cabo con dichas personas.

En cuanto a la edad de los participantes, la mayoría están en edades adultas, y son pocos los participantes adolescentes. Seguramente, la elección de los participantes estaría encaminada a reclutar personas con capacidad de leer y comprender, más que personas con una determinada edad, ya que presentan dificultades en este área. Y, en relación con los materiales utilizados, todos los estudios que adaptaron el texto llevaron a cabo pruebas de legibilidad para comprobar que realmente sus textos eran más legibles. En cambio, en aquellos estudios que evaluaron el apoyo gráfico, dos simplificaron además el texto, mientras que en los tres restantes el apoyo visual acompañaba a textos sin adaptar. Por ello, el apoyo gráfico se utilizó para complementar tanto textos originales como fáciles de leer.

En lo que respecta a los resultados de los estudios, se observó gran variedad. Son solo tres los estudios, de un total de ocho en el tipo de adaptación de texto, los que encuentran que los textos en lectura fácil o simplificados facilitan la comprensión lectora de los participantes. En concreto, Cerga-Pashoja et al. (2019) observan más respuestas correctas de comprensión en los documentos simplificados tanto en adultos como



adolescentes con TEA. Fajardo et al. (2014) utilizaron solo noticias adaptadas en lectura fácil, pero observaron que los participantes respondían al 80% de las preguntas correctamente. Y, Karreman et al. (2007) obtuvieron más respuestas correctas en la página web adaptada utilizada en su estudio. Sin embargo, los restantes estudios no encontraron que las versiones de textos adaptadas o simplificadas facilitaran la comprensión lectora (Friedman y Hoffman-Goetz, 2007; Hurtado et al., 2014; Reichenberg, 2010, 2013; Strydom y Hall, 2001). De hecho, hay dos estudios que dividen su muestra en personas con DI leve y DI moderada para evaluar las diferencias, y encuentran que las personas con DI leve presentan más dificultades a la hora de comprender la información con las versiones adaptadas o simplificadas (Hurtado et al., 2014; Strydom y Hall, 2001). Además, Friedman y Hoffman-Goetz (2007) observaron una mayor dificultad de comprensión en un tipo de texto adaptado que en los dos restantes, que ofrecían información sobre diferentes tipos de cáncer. Probablemente, esta disparidad en los resultados podría deberse a que los documentos trataron diferentes procedimientos de detección, y los que eran más legibles trataban procedimientos menos conocidos por las personas, según informaron los autores.

En cuanto a los estudios de apoyo gráfico, cuatro de ellos no encontraron que el uso de imágenes, fotografías o símbolos facilitara la comprensión lectora (Dye et al., 2007; Poncelas y Murphy, 2007; Saletta et al., 2019; Yaneva, 2016). Dye et al. (2007) utilizaron un texto original, este texto en secciones, y este texto con fotografías. Poncelas y Murphy (2007) utilizaron un manifiesto simplificado y otro con símbolos. Saletta et al. (2019) usaron historias adaptadas con fotografías en color, dibujos de líneas en blanco y negro e imágenes abstractas no relacionadas con la información. Yaneva (2016) aplicó tres textos educativos originales y con imágenes. A pesar de la variedad de los materiales utilizados, ninguno encontró diferencias significativas entre sus versiones. Solo en un



estudio, utilizando fragmentos de texto con y sin símbolos, se observó ese efecto positivo del apoyo gráfico (F. W. Jones et al., 2007).

Al principio de este trabajo se ha comentado que el objetivo de las guías y recomendaciones europeas y nacionales de material escrito a un estilo fácil de leer es facilitar el acceso a la información escrita de aquellas personas que presenten dificultades, aunque cualquier persona se puede beneficiar de ello. Las pautas para adaptar el material comprenden tanto aquellas relacionadas con el texto (formato, léxico, morfosintaxis, estructura, paginación) como el soporte gráfico con dibujos, ilustraciones o imágenes, transformándolos en textos más legibles o fáciles de leer. Si se tiene en cuenta la investigación previa, la mayoría apunta a que los textos adaptados o simplificados podría no facilitar la comprensión de la información en mayor medida en comparación con textos menos legibles.

El segundo objetivo de este trabajo era evaluar la calidad metodológica de los estudios, lo cual se llevó a cabo aplicando la herramienta de evaluación del riesgo de sesgo de Cochrane (Higgins et al., 2019). La mayoría de los estudios mostraron un riesgo de sesgo de selección alto o no claro (véase Tabla 2 al final de este apartado). Esto quiere decir que en estos trabajos no realizaban una asignación aleatoria o/ni se ocultaba dicha asignación. También podría deberse a que los estudios sí realizaban la asignación aleatoria, pero no explicaba el procedimiento de la asignación, o el ocultamiento de la asignación. Solo cuatro estudios tuvieron bajo riesgo de sesgo en este apartado (Cerga-Pashoja et al., 2019; Hurtado et al., 2014; Strydom y Hall, 2001; Yaneva, 2016). En relación con el cegamiento de los participantes y el personal, solo Cerga-Pashoja et al. (2019) lo hicieron y lo explicitaron en su estudio. También solo tres estudios de los 13 de esta revisión documentaron que los evaluadores de los resultados no conocían la asignación de los participantes a las condiciones experimentales (Hurtado et al., 2014;



Saletta et al., 2019; Strydom y Hall, 2001). Por el contrario, la mayoría de los estudios presentan sus resultados de forma completa y no hacían una notificación selectiva de los resultados, mostrando un bajo riesgo de sesgo en estos apartados. Solo el estudio de Reichenberg (2010) no los cumplió en ambos.

Si se realiza una revisión general de las categorías del riesgo de sesgo, se puede observar que, en el tipo de adaptación de texto, solo los estudios de Cerga-Pashoja et al. (2019) y Hurtado et al. (2014) cuentan con un bajo riesgo de sesgo en la mayoría. Mientras que, en el tipo de adaptación de apoyo gráfico, solo el estudio de Yaneva (2016) lo hace también. Recordemos que Cerga-Pashoja et al. (2019) encontraron un efecto positivo de los documentos simplificados utilizados, mientras que Hurtado et al. (Hurtado et al., 2014) no observaron ese efecto, además de encontrar que los participantes con DI leve encontraban el texto adaptado con imágenes más difícil de comprender. Ambos son dos estudios con bajo riesgo de sesgo y que encuentran resultados dispares. Por lo que, todavía, no parece claro si el uso de material adaptado o simplificado facilita la comprensión lectora. En cuanto al apoyo gráfico, Yaneva (2016) evaluó la inclusión de la imagen para facilitar la comprensión. Ella no encontró efecto de la imagen en esta. Por lo que podría sugerir, como estudio con bajo riesgo de sesgo, además del resto de estudios con los mismos resultados, que hay más evidencia a favor de que el apoyo gráfico no facilite la comprensión. De todas formas, se debe ser cautos en estas interpretaciones porque son pocos los estudios en este campo de investigación.

Otro reciente estudio sobre textos en lectura fácil online que cabría mencionar es el llevado a cabo por Fajardo et al. (2022). Estos autores evaluaron la comprensión de blogs en línea en función del formato (texto vs. vídeo-blog) y la simplificación lingüística (original vs. lectura fácil) en estudiantes adultos jóvenes con discapacidad intelectual. Sus resultados mostraron que los participantes con mayor nivel de comprensión lectora



aprendieron más con los vídeo-blogs no simplificados que con los simplificados, mientras que los que tenían menor nivel de comprensión lectora no se beneficiaron de la simplificación lingüística ni del formato de vídeo-blog. Por ello, Fajardo et al. concluyen que la simplificación lingüística no es una adaptación útil, e incluso puede ser contraproducente para los alumnos con discapacidad intelectual de mayor comprensión lectora.

En conclusión, parece ser que la adaptación del material escrito facilita la lectura, ya que son textos más legibles, pero, en general, no permite una mayor comprensión de la información. Esta conclusión debe ser tomada con cautela, puesto que los estudios que respaldan esta afirmación presentan diferentes riesgos de sesgo que podrían influir en los resultados. Y los pocos estudios con un bajo riesgo de sesgo encuentran resultados dispares. Parece más claro que la imagen podría no estar facilitando la comprensión en documentos adaptados o simplificados. Aunque, al igual que en los estudios que evalúan los textos, se debe ser cautos porque se cuenta con muy pocos estudios. Por tanto, se necesita de más investigación con una alta calidad metodológica en este campo para aclarar con exactitud si legibilidad es sinónimo de comprensión lectora en lectura fácil.



Tabla 2

Resumen de la calidad metodológica de los estudios sobre comprensión lectora de materiales adaptados o simplificados

Adaptación	Autor/es (año)	Riesgo de sesgo						Diseño experimental
		AI	OA	CP	CE	RI	SR	
Texto	Cerga-Pashoja et al. (2019)	Bajo	Bajo	Bajo	No claro	Bajo	Bajo	Mixto
	Fajardo et al. (2014)	No claro	Alto	Alto	No claro	Bajo	Bajo	Intragrupo
	Friedman y Hoffman-Goetz (2007)	No claro	Alto	Alto	Alto	Alto	Bajo	Intragrupo
	Hurtado et al. (2014)	Bajo	Bajo	No claro	Bajo	Bajo	Bajo	Intragrupo
	Karreman et al. (2007)	Alto	No claro	Alto	Alto	Bajo	Bajo	Entregrupo
	Reichenberg (2010)	No claro	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Mixto
	Reichenberg (2013)	No claro	No claro	No claro	Alto	Alto	Bajo	Mixto
	Strydom y Hall (2001)	Bajo	Bajo	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	Entregrupo
Apoyo gráfico	Dye et al. (2007)	No claro	No claro	Alto	Alto	Bajo	Bajo	Entregrupo
	Jones et al. (2007)	No claro	No claro	Alto	Alto	Bajo	Bajo	Intragrupo
	Poncelas y Murphy (2007)	No claro	No claro	Alto	Alto	Bajo	Bajo	Entregrupo
	Saletta et al. (2019)	No claro	No claro	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	Entregrupo
	Yaneva (2016)	Bajo	Bajo	Alto	Alto	Bajo	Bajo	Mixto

Nota. Abreviaciones: AI, secuencia de aleatorización en la asignación; OA, ocultamiento de la asignación; CP, cegamiento de los participantes y el personal; CE, cegamiento de los evaluadores del resultado; RI, resultados incompletos; SR, notificación selectiva de los resultados.



1.3.3 Evaluación de la comprensión lectora en la lectura fácil

Un aspecto relevante de la lectura fácil a comentar es las medidas utilizadas para valorar la comprensión lectora. Recordemos que la Norma Española Experimental (Asociación Española de Normalización, 2018) cuenta con la descripción metodológica para la adaptación, creación y validación de documentos en lectura fácil organizada en dos fases: fase de adaptación o creación, y fase de validación.

La fase de adaptación de documentos previamente existentes es realizada por el adaptador, el diseñador y el maquetador. Estas figuras deben: (1) recoger las indicaciones del promotor y consensuar el proyecto de adaptación, (2) recopilar los datos sobre el documento original a adaptar, (3) analizar su contenido y estructura, (4) organizar la información y tomar decisiones sobre los datos analizados en función del objetivo del documento, (5) elaborar el borrador del documento adaptado teniendo en cuenta las pautas y recomendaciones para la redacción y el diseño de documentos en lectura fácil, (6) comprobar, si procede, con el autor del documento original, el promotor y/o expertos en la materia si el contenido del borrador se ajusta al propósito del documento original, y (7) facilitar al dinamizador el borrador en lectura fácil y, si procede, también documento original junto con las indicaciones del promotor. En el caso de la fase de creación de textos directamente en lectura fácil, las figuras implicadas son el autor, el diseñador y el maquetador. Los pasos son los mismos, excepto los primeros, en los que se planifica el proceso de creación y se establece la estructura del documento a crear en función del contenido.

En cuanto a la fase de validación, esta es llevada a cabo por los validadores, los cuales están coordinados por el dinamizador o dinamizadores. Estos validadores son usuarios con dificultades de comprensión lectora que saben leer y tienen habilidades de comunicación. En esta fase, el dinamizador planifica la sesión o sesiones de validación



teniendo en cuenta el número de validadores (al menos tres), la previsión de la duración de esta fase, los medios y recursos disponibles para realizar las sesiones, y la selección de actividades para comprobar la comprensión del material escrito. En cuanto a los validadores, estos deben participar en las sesiones de validación leyendo el documento, indicando dificultades de comprensión tanto sobre el contenido del texto como sobre el diseño del documento, así como identificando la falta o exceso de información y organización del mismo, y realizando aportaciones y sugerencias de mejora. El dinamizador es el encargado de recoger estas aportaciones y elaborar un informe para que el autor, diseñador, o maquetador los incorpore. El documento con las aportaciones incluidas es revisado de nuevo por los validadores tantas veces como sea necesaria hasta que los validadores confirmen la comprensibilidad del borrador del documento adaptado o creado en lectura fácil (véase Figura 2).

Por tanto, teniendo en cuenta este proceso de creación o adaptación y validación de textos en lectura fácil, podemos decir que los textos disponibles en el mercado solo cuentan con medidas de evaluación subjetivas, esto es, medidas de autoinforme.

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE22e00033603598

CSV

GEISER-fd74-bb39-3e41-4b10-bfa4-795c-04a0-6b45

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>

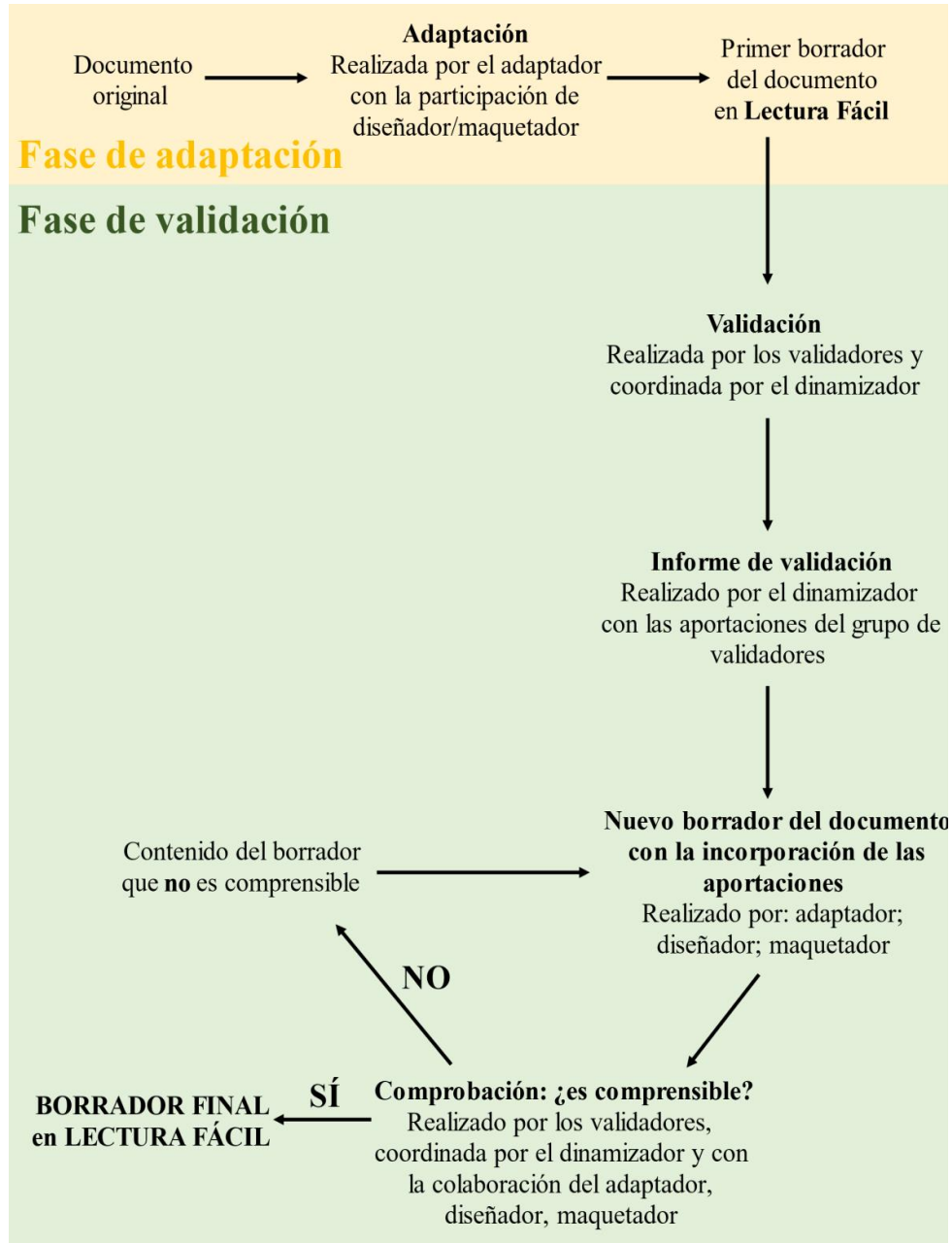
FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

02/08/2022 13:03:18 Horario peninsular



Figura 2

Flujograma del proceso de adaptación de un documento a lectura fácil tal y como aparece en Asociación Española de Normalización (2018, p. 12)



En los estudios de investigación anteriormente mencionados, todos valoraron la comprensión lectora a través de preguntas escritas u orales, que podían ser preguntas abiertas, preguntas de opción múltiple, preguntas de recuerdo libre, y de tipo literal y/o inferencial. De esos 13 estudios identificados, solo cuatro mostraron que las versiones adaptadas facilitan la comprensión lectora medidas con estos tipos de preguntas (Cerga-Pashoja et al., 2019; Fajardo et al., 2014; F. W. Jones et al., 2007; Karreman et al., 2007). Asimismo, dos de los 13 estudios identificados en la revisión preguntaron a sus participantes si las versiones adaptadas fueron más fáciles de leer. Mientras que Cerga-Pashoja et al. (2019) observaron diferencias entre las versiones, identificando las adaptadas como más fáciles de leer, Karreman et al. (2007) no lo hicieron. Llama la atención que los participantes de este último estudio respondieron más preguntas correctamente con la versión adaptada, pero no identificaron esta versión como más fácil de leer. Dada la disparidad en los resultados, incluso en las diferentes medidas de un mismo estudio, nos preguntamos si las actuales medidas de evaluación de la comprensión en lectura fácil son suficientes. Esta cuestión será discutida en los siguientes capítulos.

Esta tesis doctoral se centrará en el estudio de la lectura fácil a través de la aplicación de estas pautas y recomendaciones a varios textos escolares con el objetivo de observar la facilitación de la comprensión lectora en estudiantes de secundaria con diferentes niveles lectores. Asimismo, se focalizará en el estudio del impacto de dos pautas pertenecientes a los apartados de diseño y redacción de documentos en lectura fácil de la norma sobre la comprensión lectora. En el caso del diseño, se evaluará el uso de imágenes que acompaña a la información escrita; y en el caso de la redacción, se estudiará el uso de palabras conocidas, es decir, la simplificación léxica. La elección del estudio del apoyo visual en la comprensión lectora se debe a la controvertida evidencia científica existente hasta el momento. Aunque parece haber un efecto facilitador del uso del apoyo



visual en la comprensión, existen estudios de investigación que no apoyan este efecto (para más detalle, véase el siguiente apartado). Por ello, la presente tesis incluirá el estudio de esta variable en diferentes poblaciones con dificultades lectoras. Por otro lado, a pesar de la extensa literatura científica previa sobre la importancia del vocabulario como un predictor lingüístico fundamental en la comprensión lectora en las diferentes etapas evolutivas, los estudios en el campo científico de la lectura fácil no han prestado atención a esta estrategia específica de facilitación de la comprensión lectora de forma aislada, ni han explorado cómo la simplificación léxica y el apoyo visual interactúan entre sí en personas con un diferente perfil lector. Por esta razón, nos planteamos, también, el estudio de la simplificación léxica en distintas poblaciones con dificultades lectoras.

A continuación, se presentan las dos adaptaciones de la lectura fácil objeto de estudio en el presente trabajo de investigación: el apoyo visual y la simplificación léxica.

1.4 Apoyo visual como facilitador de la lectura

El apoyo visual está recomendado en todas las guías de lectura fácil. Imágenes, ilustraciones y/o símbolos pueden acompañar al texto, de modo que si un lector encuentra una palabra desconocida, la representación visual se puede utilizar para iniciar la comprensión del texto, lo que le permite al lector obtener el significado deseado. Por ejemplo, cuando los niños más pequeños aprenden a leer, el apoyo visual es esencial (Strasser y Seplocha, 2007). Sin embargo, su uso desaparece poco a poco en los niveles educativos posteriores. Si nos fijamos en los libros de lectura de los adolescentes, estos continúan teniendo ilustraciones e imágenes; pero, su objetivo no es otro que hacerlos más atractivos. La inclusión de un apoyo visual para los estudiantes mayores podría servir como recurso en el caso de que éstos tuvieran que leer contenido con los que están menos



familiarizados, y así mejorar su lectura y comprensión (Nielsen Hibbing y Rankin-Erickson, 2003).

1.4.1. Modelos teóricos sobre el uso del apoyo visual en la lectura

Según la teoría de la codificación dual (DCT; Paivio, 1971; Sadoski y Paivio, 2004, 2012), hay dos sistemas separados para codificar nuestra experiencia: un sistema especializado en el lenguaje (código verbal o sistema verbal) y un sistema especializado en objetos o eventos no verbales (código no verbal o sistema de imágenes). La información verbal y visual se procesan de manera diferente y a lo largo de diferentes canales en la mente humana, creando representaciones separadas para la información procesada en cada canal. Las unidades de representación básicas del sistema verbal se denominan *logogenos*, mientras que aquellas del sistema no verbal se denominan *imágenes*.

En la lectura, el canal o modalidad por la cual se procesa la información es el visual. En esta puede haber tanto codificaciones verbales como no verbales. Por ejemplo, una codificación visual verbal o logogeno podría ser una representación mental de la palabra “lápiz”, mientras que una codificación visual no verbal o imagen sería una representación mental de un objeto o escena, como un lápiz en un lapicero o al lado de un cuaderno. Así, proporcionar esta representación mental de un objeto o escena a través del uso de imágenes como apoyo visual en la lectura propiciará un procesamiento de la información escrita más rápido y/o profundo. Asimismo, la capacidad de codificar un estímulo de dos formas diferentes aumentará la probabilidad de recordar ese estímulo.

Otro modelo relevante para el apoyo visual en la comprensión lectora es la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia (CTML; Mayer, 2005). Esta teoría se basa en tres



supuestos: el *supuesto de los canales duales*, el *supuesto de la capacidad limitada* y el *supuesto del procesamiento activo*. El primero hace referencia a que las personas procesan la información en dos canales separados, siendo uno el de la información auditiva o verbal y el otro el de la información visual o pictórica, como en la DCT. El supuesto de la capacidad limitada sostiene que en estos dos canales hay un número limitado de palabras e imágenes que pueden ser procesadas al mismo tiempo. Y el supuesto del procesamiento activo afirma que las personas se involucran activamente en el aprendizaje atendiendo a la nueva información entrante relevante.

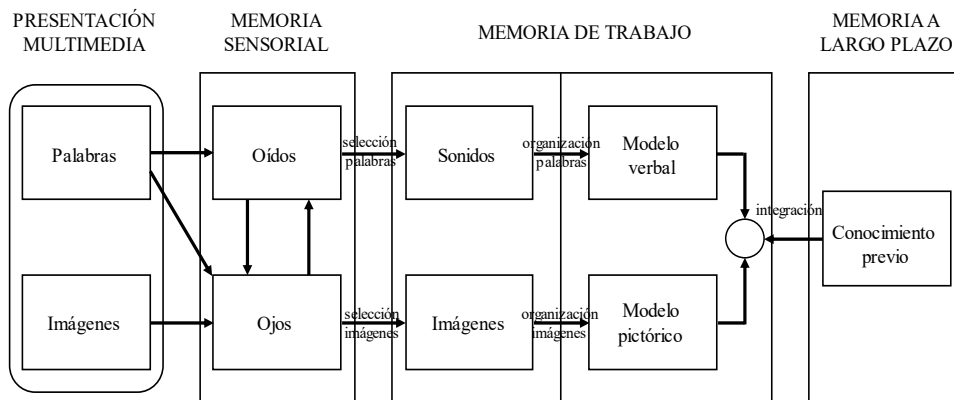
Asimismo, esta teoría establece una serie de principios, entre los cuales se encuentra el *principio multimedia* y el *principio de contigüidad espacial*. El primero hace referencia a que las personas aprenden mejor de palabras e imágenes juntas que de palabras solas, mientras que el segundo indica que las personas aprenden mejor cuando las palabras e imágenes correspondientes se presentan cerca en lugar de lejos unas de otras en la página o pantalla (Mayer, 2009). Esto encaja con el supuesto de los canales duales, ya que el procesamiento se lleva a cabo por los distintos canales de información (auditivo/verbal y visual/pictórico). Por ejemplo, cuando se presenta un texto acompañado de una imagen, ambos se procesan inicialmente a través del sistema visual. Cuando las palabras escritas pasan a ser procesadas en la memoria de trabajo, estas pueden ser transformadas en imágenes, y a su vez, estas imágenes pueden ser pronunciadas mentalmente para llevarlas al canal auditivo/verbal, y así ser procesadas como palabras habladas. En el caso de la imagen mostrada junto al texto, esta se procesaría por el canal visual/pictórico (véase Figura 3). Asimismo, si las palabras e imágenes correspondientes están cerca las unas de las otras en la página o pantalla, no se tienen que usar recursos cognitivos para buscar visualmente, y es más probable que se retenga ambas (palabras e imágenes) en la memoria de trabajo al mismo tiempo.



Sin embargo, hay que tener en cuenta que las habilidades cognitivas (por ejemplo, memoria de trabajo, atención, etc.) tienen una capacidad limitada (por ejemplo, Caplan y Waters, 1999), como afirma uno de los supuestos de la teoría. Por lo tanto, estas múltiples fuentes de información, como un texto y una imagen, que se procesan inicialmente en la misma modalidad (visual), pueden generar cuellos de botella en el procesamiento, alteraciones de la atención dividida o incluso una sobrecarga cognitiva (Mayer y Moreno, 2003).

Figura 3

La teoría cognitiva del aprendizaje multimedia tal y como aparece en Mayer (2005, p. 37)



Existen evidencias empíricas favorables a estos modelos. Así, Sung y Mayer (2012) comprobaron que no solo el principio multimedia era efectivo, sino que también el tipo de gráfico a presentar era muy importante. En su estudio, evaluaron a 200 estudiantes universitarios, los cuales tenían que estudiar una breve lección en línea que



contenía gráficos instructivos (relevantes para el objetivo educativo), gráficos “seductores” (interesantes, pero no relevantes), gráficos decorativos (neutros), o sin gráficos. Los resultados indicaron que los estudiantes que recibieron los gráficos instructivos se desempeñaron significativamente mejor en la prueba de recuperación de la información. En la misma línea, Mayer y Anderson (1992) estudiaron el principio de contigüidad a través de la aplicación de dos experimentos con estudiantes universitarios (136 y 144 participantes en cada experimento respectivamente). Ellos encontraron que el grupo que tenía la presentación de una animación junto con la narración oral concurrente desempeñó mejor las pruebas, en comparación con el resto de grupos (grupo con presentación sucesiva de animación y narración; grupo con animación sola; y, grupo con narración sola). E, Issa et al. (2011) investigaron el uso de todos los principios del aprendizaje multimedia (entre ellos, el principio multimedia y el principio de contigüidad) aplicados a un material educativo para estudiantes universitarios, y encontraron mayores mejoras estadísticamente significativas en la retención de la información y en las puntuaciones totales entre las pruebas previas y posteriores a la presentación de este material.

También se debe considerar que la investigación en la que se basa esta teoría ha sido probada con estudiantes universitarios con un buen desempeño lector, y hay menos datos con estudiantes de menor edad, y ninguno con personas con dificultades lectoras. En los estudios existentes con estudiantes de primaria y secundaria no encontraron este efecto de los principios del aprendizaje multimedia, lo que nos lleva a pensar que otras variables podría estar involucrado, como la capacidad lectora del estudiante.

Por ejemplo, McTigue (2009) evaluó a 180 estudiantes de sexto grado, los cuales tenían que leer dos textos de ciencias (biología y física). Los pasajes estaban acompañados de ilustraciones con etiquetas para cada parte (partes), ilustraciones con



etiquetas para cada proceso principal (pasos), ilustraciones que muestran las etiquetas de cada parte y cada proceso principal (partes y pasos), o de ninguna ilustración (control). En el texto de biología, los estudiantes mostraron una mejora modesta en el aprendizaje cuando incluían las ilustraciones (tanto de parte como de pasos); mientras que, en el texto de física, los estudiantes no se beneficiaron de la inclusión de ilustraciones. Por tanto, no se puede decir que los hallazgos replicaron los resultados de lectores universitarios, ni entre los dos textos con lectores más jóvenes. De igual manera, Schrader y Rapp (2016) examinaron la influencia de las presentaciones multimedia fijas o en movimiento, y con o sin señales visuales, en 99 estudiantes de secundaria (entre 14 y 18 años), para aprender conceptos científicos complejos. Estos autores no encontraron, tampoco, diferencias significativas entre los grupos en el aprendizaje del material educativo (puntuaciones en conocimiento y calidad de mapas conceptuales).

1.4.2 Evidencia empírica sobre el apoyo visual en la lectura

En el apartado anterior, hemos visto cómo el apoyo visual no siempre es efectivo en el aprendizaje y estudio de material educativo de estudiantes de primaria y secundaria. Sin embargo, estudios previos sí apuntan a un efecto facilitador del apoyo visual en la comprensión lectora. Por ejemplo, Jalilehvand (2012) examinó los efectos de la imagen en la comprensión lectora en estudiantes de primer grado de escuelas secundarias y encontró un mejor desempeño en textos con imagen. Según Jalilehvand, la imagen es una variable clave para influir en la comprensión lectora de los estudiantes en los niveles de la escuela secundaria. Y Cook (2017) investigó el impacto de las novelas gráficas en la comprensión lectora de estudiantes de secundaria. Encontró que los estudiantes de dos grupos experimentales (solo adaptación de novela gráfica y adaptación de novela gráfica seguida de versión tradicional) obtuvieron puntuaciones significativamente más altas que



los del grupo de control (solo versión tradicional). Es decir, los estudiantes que leyeron la adaptación de la novela gráfica, con acceso a la versión tradicional o no, experimentaron el beneficio de la información adicional que brindan las imágenes. Además, un metaanálisis realizado recientemente que examinó 39 estudios experimentales publicados entre 1985 y 2018 encontró que la inclusión de gráficos tuvo un efecto positivo general moderado (g de Hedges = 0.39) en la comprensión lectora de los estudiantes, independientemente del nivel (primaria, secundaria y adultos) (Guo et al., 2020). Por tanto, estos autores sugieren que los elementos visuales mejoran la comprensión lectora de todos los estudiantes. Asimismo, no encontraron diferencias significativas entre imágenes, diagramas pictóricos y diagramas de flujo. Solo en los estudios revisados utilizando diferentes tipos de gráficos se observó un mayor efecto de las imágenes.

Sin embargo, en los adultos con discapacidad, como observamos en el apartado anterior, el efecto facilitador del apoyo visual en la comprensión lectora no está claro. Por ejemplo, Yaneva (2016) utilizó tres textos educativos en dos versiones: los textos originales, que no tenían imágenes acompañantes y los textos originales con imágenes. Quería examinar si los textos con imágenes facilitaban la comprensión en personas con autismo. Yaneva descubrió que la inclusión de imágenes para acompañar palabras complejas no tuvo ningún efecto en la comprensión de los participantes adultos con autismo o de los adultos neurotípicos. Dye et al. (2007) evaluaron la capacidad de dar consentimiento de los participantes con discapacidad intelectual con varias versiones diferentes de un cuestionario: Control (información seguida de un cuestionario), Sección (información presentada en secciones y haciendo preguntas después de cada una) y Fotografía (información acompañada por seis fotografías, seguidas de un cuestionario). No encontraron diferencias significativas en la capacidad de consentimiento entre las



condiciones experimentales. Poncelas y Murphy (2007) examinaron si un manifiesto basado en símbolos aumentaba la comprensión de las personas con discapacidad intelectual. Crearon dos versiones de un manifiesto simplificado: una basada en texto y la otra basada en símbolos (con texto). Ambas versiones produjeron niveles de comprensión relativamente bajos, sin diferencias significativas entre ellas. Sin embargo, F. W. Jones et al. (2007) evaluaron la comprensión de adultos con dificultades del aprendizaje en textos con símbolos. Utilizaron cuatro pasajes de textos, de los cuales la mitad tenían símbolos, y 12 preguntas de comprensión asociadas con el texto simbolizado y 12 relacionadas con el texto “sin formato”. Los puntajes de comprensión de los participantes fueron significativamente más altos para los pasajes simbolizados que para los no simbolizados.

En definitiva, parece existir un efecto facilitador del apoyo visual en las diferentes etapas educativas. Sin embargo, este efecto facilitador no se encuentra del todo claro en las personas con algún tipo de discapacidad.

1.5 Simplificación léxica como facilitadora de la lectura

La simplificación léxica es otro de los recursos más frecuentes de la lectura fácil. Consiste en la sustitución de palabras de baja frecuencia, que pueden ser desconocidas para muchas personas, por palabras de mayor frecuencia, que son más conocidas y utilizadas con mayor frecuencia en el lenguaje oral. En psicolingüística, esto se conoce como *frecuencia de palabras*.

Como vimos en los apartados anteriores, el vocabulario es esencial para la lectura y su comprensión desde la infancia (Lervåg et al., 2018; Nation et al., 2004), y se mantiene



en la adolescencia (Brasseur-Hock et al., 2011; Clemens et al., 2017; Lesaux y Kieffer, 2010) y en la etapa adulta (Reis et al., 2020; Tighe y Schatschneider, 2016a). Así, el nivel de familiaridad léxica en un texto podría ser clave para hacer que los materiales de lectura sean más accesibles. Los textos con palabras más familiares deberían facilitar la comprensión.

1.5.1 La identificación de palabras y su frecuencia en la lectura

En la lectura, la identificación de palabras es una actividad cognitiva recurrente, por lo que, la comprensión lectora dependerá de esta lectura exitosa de palabras. De hecho, según la *teoría de la eficiencia verbal* (Perfetti, 1985), la identificación de palabras es un factor limitante en la comprensión. Asimismo, las diferencias de habilidad en la comprensión pueden deberse a las diferencias en la habilidad lectora de palabras (Perfetti, 2007).

La *hipótesis de la calidad léxica* (LQH; Perfetti y Hart, 2001, 2002) sugiere que la identificación de palabras presenta tres aspectos (Perfetti, 2017, p. 52): (1) la identidad de una palabra, que es una combinación única de tres componentes léxicos: la forma ortográfica, la forma fonológica y el significado de la palabra (véase Figura 4); (2) el conocimiento de cada uno de estos componentes y de la palabra en sí misma es variable entre los individuos y las palabras. El conocimiento de algunas palabras es de mayor calidad que el de otras palabras. Y algunas personas tienen representaciones de palabras de mayor calidad que otras; (3) la lectura hábil de palabras es la activación sincrónica de estos componentes, de modo que la forma ortográfica, la forma fonológica y las características de significado se perciben como un todo único. La calidad léxica determina



hasta qué punto la lectura de palabras es una activación perfecta de palabras individuales para un lector determinado.

Figura 4

Una representación de la identidad de la palabra con sus tres componentes tal y como aparece en Perfetti (2017, p. 54)



Por tanto, la calidad léxica (LQ) se refiere a la medida en que el conocimiento del lector de una palabra dada representa la forma de la palabra y los componentes del significado y el conocimiento del uso de la palabra que combina significado con características pragmáticas (Perfetti, 2007, p. 359). Las representaciones de alta calidad serían aquellas con un componente ortográfico totalmente especificado, fonológicamente redundantes o precisas, y semánticamente más generalizadas y menos ligadas al contexto;



mientras que las representaciones de baja calidad serían aquellas que presentan un componente ortográfico incompleto, su representación fonológica es menos precisa, y dependen semánticamente del contexto. Asimismo, los componentes ortográficos, fonológicos y semánticos de una representación de alta calidad están más estrechamente ligados. Estas fuertes conexiones conducen a una activación sincrónica más confiable de los diversos códigos constituyentes que definen la identidad de una palabra, lo que a su vez respalda el uso flexible de esta información para lograr los objetivos del lector. Así, el vocabulario de un idioma dado incluye, para un lector concreto, palabras de LQ muy variadas, desde palabras raras nunca encontradas hasta otras conocidas y encontradas con frecuencia (Perfetti, 2007, p. 359).

La frecuencia con la que aparecen estas palabras en un lenguaje o idioma es un predictor sólido del desempeño del reconocimiento y procesamiento de palabras, ya que una mayor exposición a las palabras aumenta la robustez y la especificidad de las representaciones léxicas, fortalece las conexiones entre palabras aprendidas y el léxico existente del lector y su conocimiento conceptual, y fortalece las conexiones forma (ortografía-fonología)-significado de una palabra (J. N. Taylor y Perfetti, 2016). Estudios de investigación que evaluaron los tiempos de decisión léxica en un gran conjunto de palabras (o corpus) así lo demuestran (por ejemplo, Brysbaert et al., 2011; Murray y Forster, 2004). Sin embargo, aunque esta medida es útil como sustituta de la experiencia lectora o el conocimiento de palabras, es limitada cuando el foco se encuentra en las diferencias individuales.

J. N. Taylor y Perfetti (2016) en uno de sus experimentos evaluaron las diferencias individuales entre lectores adultos, y encontraron que los lectores con mayor conocimiento léxico mostraron fijaciones tempranas más cortas, especialmente para



palabras de alta frecuencia, mientras que los lectores con más experiencia lectora leyeron más palabras más rápidamente, especialmente palabras de baja frecuencia (las medidas de movimientos oculares y su relación con el efecto de frecuencia de palabra serán discutidas en el siguiente apartado). Sus hallazgos sugieren que las diferencias individuales en la lectura pueden reflejar diferencias en la calidad de las representaciones léxicas y en la experiencia lectora.

Asimismo, de acuerdo con Perfetti y Hart (2002), el resultado de la frecuencia es una consecuencia de los beneficios de la experiencia, ya que hace que la forma y significado de una palabra de alta frecuencia sea más estable, en comparación con la forma y significado de una palabra de baja frecuencia. Además, si se tiene en cuenta las diferencias individuales, las palabras de alta frecuencia pueden presentar una menor calidad de la representación léxica en lectores menos hábiles que en lectores experimentados. Esto es así porque estas palabras que son de alta frecuencia, según el recuento en el corpus, en realidad pueden haber sido experimentadas con menos frecuencia por un lector menos hábil. De igual manera, las palabras de baja frecuencia en un lector experto pueden presentar una mayor calidad de la representación léxica que en un lector menos hábil.

Por tanto, el reconocimiento y procesamiento de palabras puede variar para el mismo lector entre palabras, pero también para la misma palabra entre lectores como ya sugería la hipótesis de la calidad léxica (Perfetti y Hart, 2001, 2002). Así, en el contexto de la lectura fácil, este reconocimiento y procesamiento de la palabra no va a depender solo del nivel de la frecuencia de palabra (baja o alta), sino también del perfil lector de la persona (vocabulario, experiencia lectora, eficiencia lectora, entre otros). Proporcionar



palabras de alta frecuencia aumentará la probabilidad de que un lector con dificultades lectoras pueda reconocerlas y procesarlas con una mayor facilidad.

1.5.2 Evidencia empírica sobre el efecto de la frecuencia de palabras en lectura

El efecto de la frecuencia de palabras ha sido ampliamente estudiado con movimientos oculares desde hace décadas (Inhoff y Rayner, 1986; Just y Carpenter, 1980; Rayner y Duffy, 1986; Staub et al., 2010). La técnica de *eye-tracking* o *seguimiento ocular* consiste en procesar la información a partir del registro de los movimientos oculares, permitiendo conocer los procesos cognitivos subyacentes de la lectura y las estrategias de los lectores (Rayner, 1998). El análisis del *eye-tracking* es realizado por medio de un *eye-tracker*, un instrumento que genera el reflejo corneal del ojo con un sistema de infrarrojos para obtener diversos datos relacionados con el comportamiento ocular durante la lectura. Así, el sistema almacena y codifica esta información, y facilita diferentes medidas de movimientos oculares.

Cuando leemos, realizamos movimientos oculares rápidos conocidos como *movimientos sacádicos* o *sacadas*; y entre estos movimientos, nuestros ojos permanecen relativamente inmóviles, en *fijaciones* de unos 200-300 milisegundos (Rayner et al., 2005). Se sabe que la información visual es adquirida durante las fijaciones, puesto que el procesamiento visual es suprimido durante las sacadas (Rayner, 1998). Asimismo, no todas las palabras se fijan durante la lectura, ya que algunas se omiten; este salto ocurre más en las palabras funcionales (por ejemplo, artículos) en comparación con las palabras de contenido (por ejemplo, sustantivos) (Rayner, 1998).

De estos dos eventos se derivan las medidas oculares, las cuales solo cuatro serán objeto de análisis en el presente trabajo. Una de ellas es la *gaze duration*, que es la suma



de la duración de todas las fijaciones en una palabra, excluyendo cualquier fijación después de que los ojos hayan abandonado la palabra. Otra es la *reading time*, que hace referencia a la suma de la duración de todas las fijaciones en la palabra, incluidas la duración de las regresiones a la palabra. Estos dos tipos de medidas son indicadores de acceso léxico del reconocimiento de palabras (Inhoff y Rayner, 1986; Morton, 1969; Whaley, 1978) y están relacionados con el procesamiento y la integración inicial de la información, es decir, con el proceso lingüístico temprano.

También observamos en este trabajo de investigación las regresiones (*regressions*), que son movimientos hacia atrás para leer previamente partes del texto. La *regression path duration* hace referencia a la suma de la duración de las fijaciones desde que entra por primera vez a un área hasta que se mueve hacia la derecha de esa área (incluida cualquier regresión). Ambas medidas son indicadores de la dificultad de procesamiento (Hyönä et al., 2003) y están más relacionados con el proceso lingüístico posterior o tardío (véase la Figura 5 para observar un ejemplo de estas medidas).

Figura 5

Representación de las medidas de movimientos oculares



Nota. Los círculos indican fijaciones y su tamaño indica la duración de la fijación. Las líneas representan la dirección de la sacada y los números el orden de las fijaciones. Tomando como referencia la palabra objetivo “auguró”, la duración de la fijación (3) sería la *gaze duration*; la duración de las fijaciones (3+8+10) sería la *reading time*; el movimiento de la fijación (9) indicaría una *regression*; y la duración de las fijaciones (3+8+9+10) sería la *regression path duration*.

Como comentábamos, el efecto de la frecuencia de palabras en el comportamiento lector se ha demostrado ampliamente en estudios de seguimiento ocular: se han observado



menos fijaciones y más breves en palabras frecuentes en comparación con palabras poco frecuentes (Inhoff y Rayner, 1986; Just y Carpenter, 1980; Kliegl et al., 1982; Rayner, 1977; Rayner y Raney, 1996), apoyando la idea de que una mayor frecuencia de palabras se asocia con una facilitación del acceso léxico, es decir, las palabras más frecuentes se leen más rápido (Ashby et al., 2005; Hyönä y Olson, 1995; Inhoff y Rayner, 1986; Rayner et al., 1996; Rayner y Duffy, 1986; Rayner y Fischer, 1996). Sin embargo, todas estas investigaciones han sido llevadas a cabo con participantes adultos, y pocas son las existentes en lectores de menor edad.

Los estudios realizados con niños encuentran resultados inconsistentes. Por un lado, algunos observaron efectos de frecuencia de palabras en la lectura silenciosa (Blythe et al., 2009; Joseph et al., 2013), mientras que otros no (Blythe et al., 2006). A esto se suma, además, las formas de evaluar este efecto, utilizando diferentes medidas oculares, y las diferentes edades de los participantes, lo que dificulta la comparación de los estudios y la obtención de conclusiones claras. Por ejemplo, Blythe et al. (2009) evaluaron la *first fixation duration* en palabras de alta y baja frecuencia en niños con edades entre siete y once años (esto es, la duración de la primera fijación en la palabra); y Joseph et al. (2013) examinaron la *first fixation duration*, la *gaze duration* y la *reading time* en niños de entre ocho y nueve años. Estos dos estudios encontraron un efecto positivo de la frecuencia de palabras en la lectura. En cambio, Blythe et al. (2006) evaluaron la *first fixation duration* y la *gaze duration* en niños entre siete y once años y no encontraron este efecto de frecuencia de palabras (véase Holmqvist et al., 2011 para una revisión más detallada de la medida ocular no tratada en el presente trabajo de investigación). Por tanto, el efecto de la frecuencia de palabras en la lectura en los niños sigue sin estar claro y se necesita de más investigación.



En cuanto a los adultos, en la página anterior hemos comentado que el efecto de la frecuencia de la palabra ha sido estudiado y comprobado considerablemente en esta población. Sin embargo, hasta donde sabemos, no existen estudios que relacionen este efecto con la capacidad lectora. Sí es cierto que en adultos normotípicos con diferentes niveles lectores, existen estudios que sugieren que la capacidad lectora puede influir en el tiempo de procesamiento de palabras y los patrones de relectura, de modo que los lectores con una baja capacidad lectora tendrán una mayor duración de la fijación y un mayor número de regresiones (Everatt y Underwood, 1994; Rayner, 1998; Underwood et al., 1990). Ashby et al. (2005) compararon la lectura de lectores con una competencia alta y lectores con una competencia media, que se agruparon según su desempeño en las pruebas de vocabulario y comprensión. Observaron que los lectores de competencia media leían las palabras objetivo más lentamente, realizaban más regresiones y pasaban más tiempo releendo que los lectores altamente capacitados, incluso en oraciones relativamente simples. Del mismo modo, Barnes et al. (2017) investigaron la habilidad lectora de adultos inscritos en un programa de educación básica (es decir, una muestra de con un bajo nivel de alfabetización). Los participantes mostraron duraciones de las fijaciones más largas, un mayor número de regresiones y tiempos de lectura generales más prolongados que los adultos con una educación “normativa”, con tamaños de efecto grandes (g de Hedges entre 1.37 y 2.10). Según Barnes et al., este patrón de resultados se debió a una menor fluidez en la lectura, una escasa capacidad para reconocer y leer palabras, y una escasa comprensión. Sin embargo, en el estudio los participantes leyeron pasajes en voz alta, y se sabe que las duraciones de las fijaciones tienden a ser más largas en comparación con la lectura en silencio, particularmente en los casos en los que leer en voz alta no es una habilidad practicada (Rayner, 1998). Por tanto, queda por comparar si



las diferencias entre palabras de alta y baja frecuencia son mayores en aquellos adultos con una baja o media competencia lectora.

En relación con los adultos con un diagnóstico de dislexia, los estudios que examinaron el efecto de la frecuencia de palabras encontraron que las palabras de baja frecuencia son, de hecho, más difíciles de procesar para ellos en comparación con adultos normotípicos (Rüsseler et al., 2003; Suárez-Coalla y Cuetos, 2015). Hyönä y Olson (1995) examinaron las fijaciones de adultos jóvenes con y sin dislexia, mientras leían en voz alta dos textos. Encontraron duraciones de mirada significativamente más largas y tiempos de reinspección en palabras largas y de baja frecuencia, en comparación con palabras cortas y de alta frecuencia. Rello et al. (2013) compararon la lectura de textos en los que las palabras fueron sustituidas por sinónimos más cortos/más largos y más/menos frecuentes en personas con y sin dislexia. Descubrieron que los participantes no disléxicos leían significativamente más rápido y tenían una duración de fijación más corta que los que tenían dislexia. Sin embargo, los disléxicos leían significativamente más rápido y tenían duraciones de fijación significativamente más cortas con palabras más cortas y de alta frecuencia, lo que también aumentó su comprensión del texto. M. W. Jones et al. (2007) evaluaron los efectos de la regularidad entre adultos con dislexia y lectores controles. Utilizaron palabras de baja y alta frecuencia regulares, irregulares consistentes e irregulares inconsistentes (las palabras regulares son palabras con una correspondencia transparente de grafema a fonema). Sus resultados mostraron que los lectores disléxicos tardaban más y volvían más a menudo a las palabras objetivo. Más importante aún, para ambos grupos observaron que las palabras frecuentes provocaban fijaciones iniciales significativamente más cortas que las palabras poco frecuentes. Esto indicó que los lectores disléxicos procesan las propiedades ortográficas o fonológicas intrínsecas de las



palabras con mayor facilidad cuando las palabras son familiares, lo que respalda la recomendación de la simplificación léxica en la dislexia.

1.6 Objetivos de la investigación

Como hemos observado en el apartado anterior, la lectura fácil en general, y el apoyo visual y la simplificación léxica en particular, podrían ser herramientas útiles para facilitar la lectura y su comprensión a todas aquellas personas que presentan dificultades lectoras. En el caso de la lectura fácil, parece no estar claro el efecto facilitador en la comprensión lectora debido a la escasa evidencia empírica; asimismo, la mayoría de estas investigaciones (a excepción de una de ellas) se realizaron con participantes con necesidades de apoyo asociadas a algún diagnóstico específico. En nuestra investigación, nos preguntamos si la lectura fácil facilitaría la comprensión de población normotípica; en concreto, si podría ayudar a facilitar la comprensión lectora de estudiantes de secundaria con distintos perfiles lectores. Respecto al apoyo visual, sí que parece existir un efecto facilitador de este en las diferentes etapas educativas en población normotípica con niveles lectores medios, pero no está claro si se da por igual en personas con un bajo nivel lector. Por esta razón, el estudio de esta adaptación en diferentes poblaciones con y sin diagnóstico, como en adultos con dislexia, y poblaciones normotípicas con diferentes perfiles lectores, como adolescentes con diferentes niveles lectores y adultos con distintos niveles educativos (etapas en las que no se suelen utilizar el apoyo visual para facilitar la lectura), le da un carácter innovador a la presente tesis doctoral. Y, en cuanto a la simplificación léxica, a pesar de la sólida evidencia del efecto del vocabulario sobre la comprensión lectora en las diferentes etapas evolutivas, los estudios en el campo científico de la lectura fácil no han prestado atención a esta estrategia de facilitación de



forma aislada; por eso mismo, resulta interesante observar su efecto específico sobre la comprensión lectora, y su interacción con el uso del apoyo visual en distintas poblaciones con diversos perfiles lectores.

A continuación, presentamos de modo más detallado el motivo de elección de estas tres poblaciones con diferentes antecedentes lectores por orden de aparición en los estudios (siguiente apartado): adolescentes con diferentes niveles lectores, adultos con bajo nivel educativo, y adultos con dislexia.

Primero, nos focalizamos en los adolescentes con diferentes niveles lectores, puesto que hemos observado cómo en investigaciones previas los déficits en habilidades lectoras, tanto de decodificación (entre ellas, fluidez lectora y conciencia morfológica) como de comprensión lingüística (vocabulario), se mantienen desde la infancia y se encuentran influenciados por su competencia lectora (por ejemplo, James et al., 2021; Nippold, 2017; Oslund et al., 2018; Stanley et al., 2018). Y, aunque una gran parte de los esfuerzos de investigación e intervención se centran en las habilidades de los lectores, la comprensión lectora es el resultado de la interacción de las habilidades del lector, la actividad o propósito de la lectura y las características del texto (RAND Reading Study Group, 2002). Así pues, el uso de textos escritos en lectura fácil o con este tipo de adaptaciones podría ayudar al desarrollo de la comprensión lectora en adolescentes y la comprensión del material escrito utilizado en el contexto de aprendizaje.

Después, nos centramos en adultos con bajo nivel educativo, los cuales confían menos en la decodificación fonológica, y más en recordar palabras y patrones específicos, Sin embargo, estas estrategias continúan siendo insuficientes, ya que presentan un gran déficit de vocabulario (por ejemplo, Binder y Borecki, 2008; Chace et al., 2005; Tighe y Schatschneider, 2016a), que puede ser debido a la falta de experiencia lectora. El uso de



textos con apoyo visual podría crear o activar representaciones mentales que, junto con el contexto lingüístico, facilitaría el procesamiento textual y su comprensión; asimismo, la simplificación léxica podría suplir ese déficit de vocabulario que presentan los adultos con bajo nivel educativo al utilizar palabras cotidianas usadas en el lenguaje oral.

Y, por último, nos focalizamos en adultos con dislexia, puesto que estos siguen mostrando déficits en tareas fonológicas, pero no tanto en tareas ortográficas; y un bajo vocabulario que se traduce en una baja comprensión lectora (por ejemplo, Cavalli et al., 2017; Miller-Shaul, 2005; Reis et al., 2020). Las adaptaciones en lectura llevadas a cabo en esta población han tenido como objetivo recomendar y cambiar el tipo de fuente o letra, el tamaño de la fuente, el espaciado entre caracteres, y el color del texto o color del fondo; sin embargo, se ha prestado menos atención a la adaptación y acceso al contenido del texto en sí (Rello y Baeza-Yates, 2017, 2013; Schneps et al., 2013). Por tanto, el uso de textos con ese tipo de adaptaciones podría suponer un recurso más a utilizar por los adultos con dislexia, no solo con el objetivo de mejorar el procesamiento de palabras, sino también para aumentar su comprensión lectora.

En definitiva, con esta investigación quisimos averiguar si los textos escolares adaptados en lectura fácil son útiles para facilitar la lectura de estudiantes de secundaria. Asimismo, quisimos saber si, a pesar de esas diferencias en los antecedentes lectores, el apoyo visual y la simplificación léxica sirvió para facilitar la lectura de estas tres poblaciones específicas. Y, también, quisimos conocer si el lugar del apoyo visual es un factor más a considerar cuando se presenta junto al material escrito. Así, nos planteamos los siguientes objetivos generales y preguntas de investigación que guiaron el trabajo en esta tesis doctoral:



Objetivos generales

1. Valorar el efecto de las pautas de lectura fácil en la comprensión lectora en población normotípica.
2. Examinar la influencia del apoyo visual en la comprensión lectora.
3. Examinar la influencia de la simplificación léxica en la comprensión lectora.
4. Comparar el impacto del apoyo visual y la simplificación léxica en la comprensión lectora en las distintas poblaciones estudiadas: adolescente con diferentes niveles lectores, adulta con bajo nivel educativo, y adulta con dislexia.

Preguntas de investigación

Con los anteriores objetivos se asocian nuestras principales preguntas de investigación:

- ¿Los textos escolares en lectura fácil facilitan la comprensión lectora de adolescentes con diferentes niveles lectores?
- ¿El uso del apoyo visual y la simplificación léxica facilitan la comprensión lectora de estudiantes de secundaria con diferentes niveles lectores?
- ¿El uso del apoyo visual y la simplificación léxica facilitan la comprensión lectora de adultos con bajo nivel educativo?
- ¿El uso del apoyo visual y la simplificación léxica facilitan la comprensión lectora de adultos con dislexia?
- ¿El uso del apoyo visual y la simplificación léxica impacta de forma diferente en la comprensión lectora de las tres poblaciones estudiadas?
- ¿El lugar del apoyo visual influye en la comprensión lectora de adultos normotípicos?



Estas seis preguntas de investigación se corresponden con los cuatro estudios comprendidos en esta tesis doctoral. Concretamente, el Estudio 1 aborda dos cuestiones: el efecto de la lectura fácil y la influencia del apoyo visual y la simplificación léxica en la lectura de adolescentes con diferentes niveles lectores. El Estudio 2 examina el apoyo visual y la simplificación léxica en la lectura de adultos con bajo nivel educativo. El Estudio 3 evalúa el apoyo visual y la simplificación léxica en la lectura de adultos con dislexia. Y el Estudio 4 explora el apoyo visual y su posición en la lectura de adultos normotípicos (véase Tabla 3).

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE22e00033603598

CSV

GEISER-fd74-bb39-3e41-4b10-bfa4-795c-04a0-6b45

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

02/08/2022 13:03:18 Horario peninsular



Tabla 3

Correspondencia entre las preguntas de investigación y los estudios de la presente tesis doctoral

Pregunta de investigación	Estudio
¿Los textos escolares en lectura fácil facilitan la comprensión lectora de adolescentes con diferentes niveles lectores?	Study 1a. <i>Easy-to-read texts for adolescent students with different reading levels? An online experimental study.</i>
¿El uso del apoyo visual y la simplificación léxica facilitan la comprensión lectora de estudiantes de secundaria con diferentes niveles lectores?	Study 1b. <i>Do visual support and lexical simplification facilitate reading for adolescent readers? An online experimental study.</i>
¿El uso del apoyo visual y la simplificación léxica facilitan la comprensión lectora de adultos con bajo nivel educativo?	Study 2. <i>Do easy-to-read adaptations really facilitate sentence processing for adults with a lower level of education? An experimental eye-tracking study.</i>
¿El uso del apoyo visual y la simplificación léxica facilitan la comprensión lectora de adultos con dislexia?	Study 3. <i>An experimental eye-tracking study of text adaptation for readers with dyslexia: effects of visual support and word frequency.</i>
¿El uso del apoyo visual y la simplificación léxica impacta de forma diferente en la comprensión lectora de las tres poblaciones estudiadas?	Studies 1.b, 2 y 3.
¿El lugar del apoyo visual influye en la comprensión lectora de adultos normotípicos?	Study 4. <i>Does the timing of visual support affect sentence comprehension? An eye-tracking study</i>



ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE22e00033603598

CSV

GEISER-fd74-bb39-3e41-4b10-bfa4-795c-04a0-6b45

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

02/08/2022 13:03:18 Horario peninsular



GEISER-fd74-bb39-3e41-4b10-bfa4-795c-04a0-6b45

2. TRABAJO EXPERIMENTAL

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE22e00033603598

CSV

GEISER-fd74-bb39-3e41-4b10-bfa4-795c-04a0-6b45

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

02/08/2022 13:03:18 Horario peninsular



2.1 Lectura fácil, apoyo visual y simplificación léxica en adolescentes con diferentes niveles lectores

Study 1.a. Easy-to-read texts for adolescent students with different reading levels? An online experimental study

Study 1.b. Do visual support and lexical simplification facilitate reading for adolescent readers? An online experimental study



The Study 1.a is based on:

- Article:
Rivero-Contreras, M., & Saldaña, D. (2022). *Easy-to-read texts for adolescent students with different reading levels? An online experimental study* [Manuscript submitted for publication]. Department of Developmental and Educational Psychology, University of Seville
- Book chapter:
Rivero-Contreras, M., y Saldaña, D. (2020). ¿Legibilidad es sinónimo de comprensión en Lectura Fácil? Una revisión de estudios sobre comprensión lectora en textos adaptados o simplificados y su calidad metodológica. In A. E. Díez-Mediavilla, & R. Gutiérrez-Fresneda (Eds.), *Lectura y dificultades lectoras en el siglo XXI* (pp. 714–728). Octaedro.
- Oral communications in conferences:
Rivero-Contreras, M., & Saldaña, D. (2021, September, 29-30). *Digital easy-to-read texts for adolescent students with different reading levels? An online experimental study.* [Oral communication]. e-LADDA CON 21: Understanding Language and Literacy Development in the Digital Age. Sevilla, Spain.
Rivero-Contreras, M., y Saldaña, D. (2021, June, 14-18). *¿Son suficientes las actuales medidas de evaluación de la comprensión en lectura fácil?* [Oral communication]. X Congreso Internacional de Psicología y Educación. Córdoba, Spain.
Rivero-Contreras, M., y Saldaña, D. (2020, May, 27-29). *¿Legibilidad es sinónimo de comprensión en Lectura Fácil? Una revisión de estudios sobre comprensión lectora en textos adaptados o simplificados y su calidad metodológica* [Oral communication]. V Congreso Internacional AECL. Lectura y Dificultades Lectora. Alicante, Spain.
Saldaña, D., y **Rivero-Contreras, M. (2019, November, 22).** *¿Es efectiva la Lectura Fácil?: una línea de investigación para la obtención de evidencia empírica* [Symposium]. II ° Encuentro de Investigación AETAPI. Valladolid, Spain.
- Other publications:
Rivero-Contreras, M. y Saldaña, D. (2019). *Rúbrica de evaluación de textos en lectura fácil: Material para facilitar la aplicación de la Norma Española Experimental UNE 153101 EX. (versión 2.1).* Manuscrito inédito, Laboratorio de Diversidad, Cognición y Lenguaje, Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación, Universidad de Sevilla, Sevilla.



The Study 1.b is based on:

- Article:
Rivero-Contreras, M., & Saldaña, D. (2022). *Do visual support and lexical simplification facilitate reading for adolescent readers? An online experimental study* [Manuscript submitted for publication]. Department of Developmental and Educational Psychology, University of Seville
- Oral communication in conference:
Rivero-Contreras, M., & Saldaña, D. (2022, September, 7-9). *¿El apoyo visual y la simplificación léxica facilita la comprensión lectora de adolescentes con diferente nivel lector? Un estudio experimental online* [Oral communication]. X Congreso Internacional de Adquisición del Lenguaje. Girona, Spain.



Introduction

As indicated above, some of our general objectives for this doctoral thesis were: (1) to assess the effect of easy reading patterns on reading comprehension in typically developing populations; (2) to examine the influence of visual support on reading comprehension; and (3) to examine the influence of lexical simplification on reading comprehension. In Study 1.a, we will respond to the first of these objectives by administering four school texts in original and easy-to-read versions to Spanish adolescents with different levels of reading. As we indicated in the previous section, we decided to carry out this study in this population because the facilitating effect on reading comprehension seems to be unclear due to the scarce empirical evidence, and there are few studies carried out with adolescents; in fact, known studies are carried out with participants with special needs associated with a specific disorder, but we do not know if it could facilitate reading comprehension in typically developing participants with different reading levels. In Study 1.b, we will address the second and third objectives for the adolescent population with different reading levels through an experimental sentence task that combines both adaptations, visual support, and lexical simplification. The following is a summary of existing empirical evidence in relation to these three aspects to be studied in this population: easy reading, visual support, and lexical simplification.

Easy-to-read texts

As we have already pointed out, following the RAND model of reading comprehension (RAND Reading Study Group, 2002), reading comprehension is not only the result of the interaction of the reader's skills and the activity or purpose of reading, but the characteristics of the text also play an essential role. Therefore, the use of *easy-*



to-read texts could be a way to support people who struggle with reading comprehension. The field of easy-to-read texts has surprisingly been investigated very little, and most of the studies have been carried out with adults with some type of disorder or difficulty (Rivero-Contreras & Saldaña, 2020). Furthermore, not all studies found that easy-to-read texts facilitated reading comprehension. In adolescents, only two studies were found, one of which was carried out with adolescents with autism spectrum disorder (ASD) (Cerga-Pashoja et al., 2019). They tested an adaptive and personalized text simplification assistive technology tool, called Open Book, and observed that adolescents with ASD gave more correct answers in simplified texts. In other words, these texts were easier to understand compared to the original texts. On the contrary, Lupo et al. (2019) examined whether easy or challenging versions of texts, when accompanied by different types of educational support, improved reading comprehension for ninth-grade students. They did not find this effect of facilitation of easy versions on comprehension. However, a subgroup of students who read significantly below average, many of whom were identified as English learners, benefited from reading the easy versions.

Visual support

We have described in the Introduction how previous studies point to a facilitating effect of visual support on reading comprehension. For instance, Jalilehvand (2012) examined the effects of pictures on reading comprehension in first-grade students from high schools and found a better performance on texts with pictures. According to Jalilehvand, pictures are a key variable in influencing students' reading comprehension at high-school levels. Cook (2017) investigated the impact of graphic novels on the reading comprehension of high-school students in English language arts (ELA) classrooms. He found the students in two experimental groups (only graphic-novel adaptation and graphic-novel adaptation followed by traditional version) obtained



significantly higher scores than those in the control group (only traditional version). In other words, the students who read the graphic-novel adaptation, with an access to the traditional version or not, experienced the benefit of the additional information provided by the images. Also, a recently conducted meta-analysis that examined 39 experimental studies published between 1985 and 2018 found that the inclusion of graphs had a moderate overall positive effect (*Hedges' g* = 0.39) on students' reading comprehension, regardless of grade level (elementary, secondary, and adults) (Guo et al., 2020). Therefore, these authors suggest that visual elements improve reading comprehension for all students. Likewise, they found no overall significant differences between pictures, pictorial diagrams, and flow diagrams. Only in studies directly comparing different types of graphs was a greater effect of pictures observed.

Lexical simplification

In relation to lexical simplification, recall that existing studies conducted with children find inconsistent results. On the one hand, some studies observed word frequency effects in silent reading (Blythe et al., 2009; Joseph et al., 2013), while others did not (Blythe et al., 2006). Furthermore, studies use different methods to evaluate this effect, with different eye movement variables when eye tracking is used and participants of different ages, making it difficult to compare the studies and obtain clear conclusions. For example, Blythe et al. (2009) evaluated the first fixation in high- and low- frequency in children with ages between seven and eleven; and Joseph et al. (2013) examined first fixation duration, gaze duration, and reading time in children between eight and nine years old. These two studies found a positive effect of word frequency on reading. But Blythe et al. (2006) evaluated first fixation duration and gaze duration in children between seven and eleven years old and did not find this word frequency effect. Therefore, the effects of word frequency on reading in children remain unclear, and more research is needed.



2.1.1 Study 1.a: Easy-to-read texts for adolescent students with different reading levels?

An online experimental study

In the present study, we tried to empirically validate the impact of easy-to-read texts on adolescent readers with different levels of academic performance and reading efficiency. The current study had two main goals. The first was to evaluate the effect of easy-to-read style on reading through measures of reading time and reading comprehension. The second goal was to observe whether the effect of easy-to-read style is modulated by other factors such as Academic Performance and Reading Efficiency.

These objectives were addressed in the following two research questions:

- Research Question 1 (RQ1). Does the easy-to-read style facilitate reading speed and reading comprehension accuracy?
- Research Question 2 (RQ2). Are the effects of the easy-to-read style on reading speed and reading comprehension accuracy modulated by Academic Performance and Reading Efficiency?

We adapted four original texts to an easy-to-read style following the international and national easy-to-read guidelines, and each participant read two original texts and two easy-to-read texts. Then, s/he answered eight multiple-choice reading comprehension questions (two literal central information, two inferential central information, two literal peripheral information, and two inferential peripheral information) for each text. For RQ1, we hypothesized that easy-to-read texts would facilitate reading with less reading time and greater reading comprehension accuracy. Furthermore, we expected to find an increase in reading comprehension performance in the four types of reading comprehension (literal, inferential, central, and peripheral). Regarding RQ2, we hypothesized that the effect of easy-to-read style would be modulated by academic



performance and reading efficiency. Therefore, we expected high school readers with poorer academic performance and reading efficiency to benefit the most from these adaptations, as shown by a greater decrease in reading time and a greater increase in reading comprehension accuracy. We thought that a decrease in the lexical and syntactic complexity of texts would contribute to better reading fluency and greater comprehension, taking into account the previous literature on the predictors of reading skills in reading comprehension, which are still valid for adolescents, especially those with low reading levels (Nippold, 2017; Stanley et al., 2020).

Method

Participants

The sample consisted of 51 high school students (56.9% female) between 12 and 17 years of age ($M = 14.90$, $SD = 1.29$). Their distribution by year in Compulsory Secondary Education (1st- 4th grade) was as follows: 11.8% in the first grade, 11.8% in the second grade, 27.4% in the third grade and 49% in the fourth grade. Participants who were not native Spanish speakers were excluded. Furthermore, participants with intellectual disability, neurobiological/neurodevelopmental disorder, or other difficulty related to reading ability (e.g., dyslexia, speech disorders) and sensory disorders (e.g., hearing impairment) were excluded. Convenience sampling was used among invited educational centers that agreed to participate in the study. Sociodemographic data and academic performance in Spanish language and literature using an indicator of rate in the most recent term were collected through a personal information sheet (self-report).



Materials

Prueba de Eficiencia Lectora (PEL) (Reading Efficiency Test; Carrillo & Marín, 1997).

This test measures the global level of reading efficiency of each student through a combined evaluation of comprehension and fluency. The test includes 64 incomplete sentences. The participant must complete the sentence with one of the four answer options: a correct word, a word that is orthographically similar but semantically or syntactically inappropriate, a pseudoword that is orthographically similar to the correct choice, and a pseudoword that is phonologically similar to the correct choice. For example, “Tu pelota es de color ... [Your ball is the colour ...]” is followed by the options “rojo [/roxo/; red – correct word]”, “robo [/robo/; robbery - semantically inadequate]”, “roco [/roko/; pseudoword – orthographic distractor]”, and “rogo [/roxo/; pseudoword - phonological distractor]”. The raw score is the number of sentences completed correctly in a total of five minutes. This test has amply demonstrated its efficacy in measuring the reading level. It has a high test-retest reliability, $r(376) = .88, p < .001$, and high internal reliability (Cronbach’s $\alpha = .96$) (Cuadro et al., 2009). All participants completed this test through the online behavioural platform Pavlovia (<https://pavlovia.org>).

Text comprehension task.

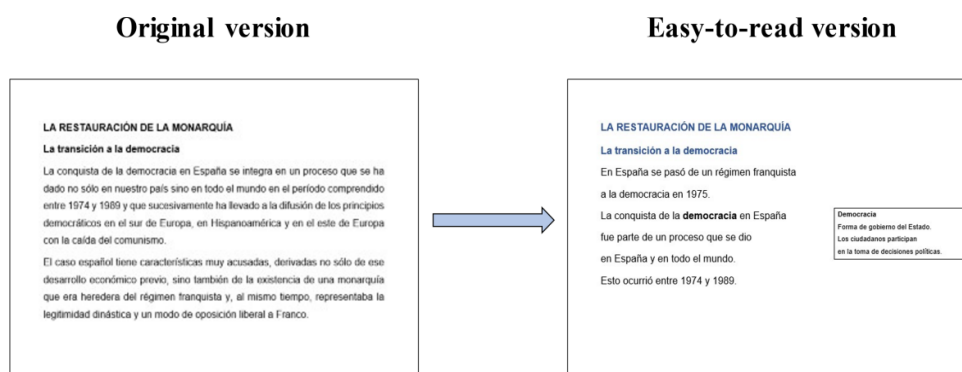
Four lists were designed. Each list consisted of four texts. Two of the texts were presented in their original version and the other two in their easy-to-read version (see Figure 1). Furthermore, after each text, eight reading comprehension questions with four response options were presented, four of which were about central information and the other four about peripheral information of the text. In turn, four of the questions were literal, while the other four were inferential. Therefore, each text contained two central



literal information questions, two peripheral literal information questions, two central inferential information questions, and two peripheral inferential information questions.

Figure 1

An example of the text versions



Design and Procedure

The PEL and the text comprehension task were designed with the free cross-platform package Psychopy v2020.1.3 (Peirce & MacAskill, 2018). The PsychoPy scripts were automatically generated by the graphical Builder interface and were not supplemented with any custom-written code components. The tests application was carried out through the online behavioural platform Pavlovia (<https://pavlovia.org>). The participants performed the experiment through the Internet using computers from their educational centers or their own personal computers.



The testing session for each participant lasted approximately 30 minutes in total, of which 20 minutes corresponded to the text comprehension task. Before this task, sociodemographic data, academic performance, and reading efficiency were collected.

The Andalusian Ethical Committee for Regional Biomedical Research approved the procedures for data recruitment and collection. Before carrying out the study, informed written consent from all participants was obtained.

Creation of texts

Original texts were extracted from school material from the fourth year of compulsory secondary education (subjects of biology and History) (Mascaró Florit et al., 1999; Yus Ramos & Rebollo Bueno, 2008). Regarding the adaptation of the texts, modifications were made at the lexical and morphosyntax level, and the Norma Española Experimental UNE 153101 EX (Spanish Experimental Standard UNE 153101 EX) was used to prepare documents in easy-to-read style (Asociación Española de Normalización, 2018). At the lexical level, low-frequency words were substituted for their high-frequency synonyms. For this, the LEXESP word database in Spanish was used, where the number of occurrences of words in the corpus was analysed (Sebastián, 2000). For words that could not be substituted because they were essential for understanding the information, glosses were added with their definitions. In addition, those words ending in *-mente* (words widely used in Spanish) were replaced by their synonyms, as dictated by the Spanish Experimental Standard. At the morphosyntax level, sentences that included more than one idea were divided, and simple sentences were created which all presented a verb. Likewise, sentences with additional information were added to facilitate the understanding of that information difficult to understand due to the need to make inferences and/or access to prior knowledge that the reader did not have to have. The



order of those sentences that did not follow the grammatical structure subject + verb + complement was modified, in order to also facilitate their understanding. Once the adapted versions of the four texts were created, the adaptations were evaluated by two external evaluators. For this, the evaluators used a rubric to verify that they had correctly carried out the adaptation following the guidelines and recommendations of the Spanish Experimental Standard (Rivero-Contreras & Saldaña, 2019) (see Appendix 3). While the original texts comprised between 420 and 512 words, the adapted texts had between 569 and 701 words. Regarding text readability, all increased their level after adaptation (see indexes in Table 1). Although easy-to-read texts had similar average syllables/word and more words and sentences (due to added information to avoid inferences or previous knowledge), a significant difference was observed in the average words/sentence between both versions, $t(3) = 5.65$, $p = .011$, $d = 3.27$ ($M = 19.32$, $SD = 2.87$ for Original; $M = 12.58$, $SD = 0.51$ for Easy-to-Read) (the content of the easy-to-read texts is in the Appendix 4).

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE22e00033603598

CSV

GEISER-fd74-bb39-3e41-4b10-bfa4-795c-04a0-6b45

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

02/08/2022 13:03:18 Horario peninsular



Table 1

Readability of the texts

	¿Por qué desaparecieron los dinosaurios? (Why did dinosaurs disappear?)		La restauración de la monarquía (The restoration of the monarchy)		Crisis en Estados Unidos: Vietnam (Crisis in the United States: Vietnam)		El origen de la vida (The origin of life)	
	<i>Original</i>	<i>Easy-to-read</i>	<i>Original</i>	<i>Easy-to-read</i>	<i>Original</i>	<i>Easy-to-read</i>	<i>Original</i>	<i>Easy-to-read</i>
Syllables	1136	1518	1036	1321	1071	1447	955	1303
Words	512	690	494	624	497	701	420	569
Sentences	30	57	21	47	27	57	23	45
Average syllables/word	2.22	2.20	2.10	2.12	2.15	2.06	2.27	2.29
Average words/sentence	17.07	12.11	23.52	13.28	18.41	12.30	18.26	12.64
Flesch-Szigriszt Index	51.54	57.67	52.66	61.67	54.18	65.94	46.92	51.52
Word correlation	2.99	10.89	4.43	16.05	6.39	21.55	-2.97	3.33
Fernández-Huerta Index	56.31	62.46	57.02	66.28	58.77	70.44	51.79	56.82
Inflesz Grade	Somewhat difficult	Normal	Somewhat difficult	Normal	Somewhat difficult	Quite easy	Somewhat difficult	Somewhat difficult



Selection of central and peripheral information in texts

After adaptation of the texts, two trained judges evaluated the centrality of the information fragments of the easy-to-read texts. The texts were divided into 55, 43, 48, and 45 pieces of information (sentences), and for their evaluation, they had to follow a series of steps included in the instructions (see Appendix 5). First, judges had to identify the central or essential ideas in the sentences to understand the text. After that, they indicated the sentences that were less relevant but still important, followed by those that were not relevant related to the title of the text. Finally, they marked the sentences that provided additional information that was not relevant or related to the title of the text. These pieces of information or sentences were scored by the judges with 4, 3, 2 and 1 respectively. Fragments valued with 4-3 were marked as central information and those scored with 2-1 as peripheral. To select the types of information, the coinciding evaluations made by the judges were considered. Regarding the information in the original texts, fragments corresponding to the same information were selected in the easy-to-read texts. In both versions and in each text, there were six fragments of central information and six fragments of peripheral information.

Creation of reading comprehension questions of texts

The comprehension questions were created from the central and peripheral information selected from the texts of both versions. Each text had 12 pieces of information, so 12 comprehension questions were designed. Half were questions of literal comprehension and the other half of inferential comprehension. Literal understanding is reflected in responses to questions about information explicitly found in the text, while inferential questions tap the reader's own elaborations about information that does not appear as such in the text.



We validated the reading comprehension questions with 69 university students. Only questions with 75 % or more correct responses were considered. We chose eight reading comprehension questions in total: two literal central information questions, two inferential central information questions, two literal peripheral information questions, and two inferential peripheral information questions (see Appendix 6). Furthermore, a maximum of two consecutive fragments of text were referred to by questions of the same type. The questions presented four possible answer options, with only one correct.

Randomization and counterbalance

The assignment of the list to each participant was random, as was the presentation of the types of texts (original and easy-to-read) and comprehension questions (central-literal, central-inferential, peripheral-literal and peripheral-inferential). On the other hand, the order of the four response options was counterbalanced, with the correct option presented the same number of times in the four possible positions. Before the presentation of the experimental texts, the participants read a short practice fragment that included a sample question. Both the fragment and the practice question were excluded from the final analysis.

Data Screening and Analysis

We report *reading time* and *reading comprehension accuracy*. Reading time was the mean of total reading time in milliseconds per word. Reading comprehension accuracy was the mean percentage of correct answers in the multiple-choice questions.

Data for each online measure greater than 3 SD from the mean of the respective condition of each variable were defined as outliers. Outliers (0.16% of the data), which were obtained via standardized values, were replaced with the mean of that variable (McCartney et al., 2006).



We analysed reading time data using a Student *t*-test and reading comprehension accuracy data using nonparametric analyses (Wilcoxon signed rank test).

We analysed the possible influence of academic performance and reading efficiency on reading time and reading comprehension accuracy in easy-to-read texts version as follows: first, we performed correlation analyses (Pearson’s correlations for reading time; Spearman’s correlations for reading comprehension accuracy). And then, we used an ANOVA (Version x Academic Performance group) to analyse reading time, and nonparametric analyses (Wilcoxon signed-rank test) to compare the means of Reading Comprehension Accuracy x Reading Efficiency in each level. We also used non-parametric analyses (Wilcoxon signed-rank test) to compare the means of Reading Comprehension Type x Academic Performance and Reading Comprehension Type x Reading Efficiency in each level. Bonferroni correction was applied to allow multiple comparisons (p 's < .017 were considered significant).

We report η^2_p , r , and Cohen’s d for the effect sizes (Field, 2009).

To convert the academic performance and reading efficiency covariables into categorical variables, we calculated the terciles in each measure. For academic performance, we considered low level values between 2 and 4 ($n = 15$), medium level between 5 and 6 ($n = 18$), and high level between 7 and 10 ($n = 18$). For reading efficiency, we considered low-level values between 24 and 43 ($n = 18$), medium level between 44 and 58 ($n = 17$), and high level between 59 and 64 ($n = 16$).



Results

Reading time

There was no significant main effect of Version (original versus easy-to-read texts), $t(50) = 0.90$, $p = .373$, $d = 0.62$. Participants spent the same time reading original and easy-to-read texts ($M = 260$, $SD = 140$ ms/word for Original; $M = 280$, $SD = 150$ ms/word for Easy-to-Read).

Positive statistically significant correlations between reading time and academic performance with medium effect sizes, $r(51) = .36$, $p < .01$ for Original; $r(51) = .30$, $p < .05$ for Easy-to-Read. There were no statistically significant correlations between reading time and reading efficiency, $r(51) = .23$, $p = .112$ for Original; $r(51) = -.07$, $p = .617$ for Easy-to-Read.

To further explore the effect of reading time based on academic performance, we calculated the terciles to create the three groups of participants with low, medium and high level. The ANOVA analysis showed a marginal effect of Group, $F(1,48) = 2.71$, $p = .077$, $\eta^2_p = .10$. No significant main effect of Version nor interaction were found, $F(1,48) = 0.74$, $p = .396$, $\eta^2_p = .02$, and $F(1,48) = 0.59$, $p = .561$, $\eta^2_p = .02$, respectively.

Reading comprehension accuracy

There was no significant main effect of Version $Z = -1.14$, $p = .253$, $r = 0.11$. Participants had similar accuracy in original and easy-to-read texts ($M = 45\%$, $SD = 17\%$ for Original; $M = 49\%$, $SD = 18\%$ for Easy-to-read).

Positive statistically significant correlations between reading comprehension accuracy and academic performance and reading efficiency were found, with a medium and high effect size in Easy-to-read version, respectively, $r_s(51) = .35$, $p < .05$ for Original; $r_s(51) = .41$, $p < .01$ for Easy-to-Read in academic performance; $r_s(51) = .34$, $p < .05$ for Original; $r_s(51) = .51$, $p < .01$ for Easy-to-Read in reading efficiency.



To further explore the effect of reading comprehension accuracy based on academic performance and reading efficiency, we calculated the terciles to create the three groups of participants with low, medium and high levels. Multiple comparisons did not show significant differences for any level of academic performance or reading efficiency. Each group of participants of academic performance and reading efficiency had a similar accuracy in original and easy-to-read texts (see Table 3).

Reading comprehension type

Positive statistically significant correlations were found between the accuracies of the questions of different types of reading comprehension (Central, Peripheral, Literal, And Inferential) and academic performance and reading efficiency, with medium and high effect sizes of .31 to .53 (see Table 2).

Multiple comparisons to explore the effect of the questions of reading comprehension types based on academic performance and reading efficiency did not show significant differences in any of the levels of academic performance or reading efficiency (see Table 3).

Table 2

Spearman correlations coefficients of accuracies of the questions of reading comprehension types and covariables

	1	2	3	4	5	6
1. Central information	-					
2. Peripheral information	.412**	-				
3. Literal information	.760**	.610**	-			
4. Inferential information	.718**	.799**	.516**	-		
5. Academic performance	.306*	.499**	.466**	.367**	-	
6. Reading efficiency	.382**	.529**	.390**	.517**	.437**	-

**p ≤ .001; *p ≤ .05



Table 3

Effects of academic performance and reading efficiency in reading comprehension accuracies

	Easy-to-Read		Original		Z	p	r
	M	SD	M	SD			
Academic performance							
<i>Total (%)</i>							
Low	41	15	40	12	-0.80	.936	0.04
Medium	46	19	39	17	-1.33	.182	0.19
High	59	17	56	17	-0.42	.677	0.09
<i>Central information (%)</i>							
Low	50	26	43	13	-0.90	.368	0.12
Medium	41	24	42	18	-0.06	.949	-0.02
High	61	25	60	20	-0.28	.777	0.02
<i>Peripheral information (%)</i>							
Low	32	10	35	18	-0.64	.523	-0.10
Medium	51	22	35	23	-2.25	.025	0.33
High	57	20	52	22	-0.48	.632	0.12
<i>Literal information (%)</i>							
Low	36	17	38	13	-0.32	.748	-0.07
Medium	46	22	36	18	-1.33	.183	0.24
High	57	23	50	18	-1.04	.297	0.17
<i>Inferential information (%)</i>							
Low	46	19	43	16	0.89	.377	0.09
Medium	46	23	41	23	-0.83	.409	0.11
High	60	24	63	21	-0.31	.756	-0.07
Reading efficiency							
<i>Total (%)</i>							
Low	40	15	41	15	-0.31	.753	-0.03
Medium	46	14	43	17	-0.74	.457	0.10
High	62	19	53	19	-1.51	.132	0.23
<i>Central information (%)</i>							
Low	40	24	49	17	-1.29	.196	-0.21
Medium	47	21	47	21	-0.19	.848	0.00
High	66	26	53	20	-1.82	.068	0.27
<i>Peripheral information (%)</i>							
Low	40	16	33	18	-1.27	.203	0.20
Medium	44	19	39	21	-0.90	.366	0.12
High	58	25	53	25	-0.18	.855	0.10
<i>Literal information (%)</i>							
Low	42	21	36	17	-0.86	.388	0.16
Medium	43	21	41	14	-0.52	.602	0.06
High	56	23	48	21	-0.83	.406	0.18
<i>Inferential information (%)</i>							
Low	38	18	45	19	-1.07	.285	-0.19
Medium	49	18	44	23	-0.48	.631	0.12
High	68	23	59	25	-1.52	.128	0.18



Discussion

This study evaluated the impact of easy-to-read texts on reading in adolescents. Our findings suggest that easy-to-read texts do not facilitate reading processing (as reflected by reading time) and reading comprehension in adolescents. We also explored the impact of academic performance and reading efficiency on reading. Our findings showed that no group of academic performance and reading efficiency benefits from the easy-to-read style on reading.

The first objective of the study (RQ1) was to evaluate the effect of the easy-to-read style in reading using measures of reading time and reading comprehension accuracy. The reading time and reading comprehension accuracy of easy-to-read texts did not differ from the original texts. Although texts were presented with less lexical and syntactic complexity, this was not reflected in reading time or comprehension. Arya et al. (2011) examined the effects of syntactic and lexical complexity on science text comprehension in third grade students. They used 16 texts with different levels of complexity in four topics and found that lexical complexity had a significant impact on student understanding in only two of the four topics and syntactic complexity had no impact. These findings lead us to wonder whether simply reducing the complexity of expository texts in secondary education may not be enough for it to be used at this educational level. Lupo et al. (2019) also did not find the effect of facilitation of easy versions on comprehension when accompanied by different types of educational support.

The second objective of the study (RQ2) was to observe whether the effect of easy-to-read style is modulated by other factors such as Academic Performance and Reading Efficiency. Although we found correlations between reading time and reading comprehension accuracy with the covariables academic performance and reading



efficiency (medium to high effect sizes between .30 and .53), in the ANOVA analysis and multiple comparisons, no interaction was found in reading time and no differences were observed in reading comprehension accuracies when we compared the versions of the texts in each group of academic performance and reading efficiency. Therefore, these results suggest that easy-to-read texts do not seem to benefit any group of secondary school students, in particular. However, the lack of differences among the reading-level groups could be due to the low statistical power, considering the small number of participants in each (they did not exceed all 20 participants).

Furthermore, the lack of differences in reading comprehension between texts could be due to the lack of familiarity of adolescents with the easy-to-read format of online texts. Following the easy-to-read Spanish guideline (Asociación Española de Normalización), not only the content of the texts was adapted, but also their presentation or design. Text information was found with larger font size and line spacing. This type of text design, which a priori appears to be positive in facilitating reading, especially for students with a diagnosis that involves reading difficulties, such as children with dyslexia (Masulli et al., 2018), may not have a facilitation effect on reading comprehension. For example, Katzir et al. (2013) manipulated the perceptual properties of text by presenting reading passages in different font sizes, line lengths, and line spacing to 100 second- and fifth-graders. They observed that, while second-graders scored worse in comprehension when font size was decreased and line length was increased, with no difference in line spacing, fifth-graders had higher comprehension scores with decreasing font size, with no effect for length and line spacing. Therefore, larger font size and line spacing do not always have a positive impact on reading comprehension.



Limitations

The current study has two main limitations that should be taken into account when interpreting the results. The first and most important concerns the sample. As discussed above, although we had a reasonable total number of participants, it is possible that the small effect sizes found did not achieve statistical significance in the group analyses due to insufficient statistical power (the academic performance and reading efficiency subgroups did not all exceed 20 participants). Despite this limitation, this study serves as a pilot study that guides future research in the easy-to-read field applied to secondary education. Therefore, this study should be replicated with a larger sample of participants.

The second limitation of this study is related to methodology. Due to the current global COVID-19 pandemic, this study, which was to be carried out using eye tracking in a face-to-face context, had to be adapted and applied remotely. This form of application did not allow for a more exhaustive analysis of the reading patterns of the participants. The easy-to-read texts may not facilitate the total reading time but could reduce the number of regressions towards the previous information or the duration of these regressions. It could even facilitate the text processing of certain types of information in the text (central or peripheral), information that could not be evaluated in this study due to the way in which the experimental task was applied. Therefore, in the future these findings and other research questions should be extended with eye-tracking methodology.



2.1.2 Study 1.b. Do visual support and lexical simplification facilitate reading for adolescent readers? An online experimental study

In the present study, we attempted to empirically validate the impact of visual support and lexical simplification, and their interaction, in adolescent readers with different levels of academic performance and reading efficiency. In the main introduction, we have explained the importance of visual support and lexical simplification in easy-to-read adaptations. Study 1a has shown that the global adaptation of online texts does not positively impact the reading of adolescents. But some specific modifications could be helpful. We have already revised why these two particular modifications could be useful for facilitating comprehension. Here we apply them to the same population as in Study 1a, in shorter texts and with no other modifications involved. More importantly, we add visual support, which was the only adaptation not included in Study 1a. Also, as in most of the other studies in this thesis, we are interested in whether adaptations differentially impact readers with diverse reading skills or related abilities, which is why we measured academic achievement and reading efficiency.

The current study thus had two main goals. The first was to evaluate the effect of visual support and lexical simplification in reading through the measures of reading time and reading comprehension in adolescent readers. And the second goal was to observe whether the effects of visual support and lexical simplification are modulated by other factors such as Academic Performance and Reading Efficiency.

These aims were addressed in the following two research questions:

- Research Question 1 (RQ1). Do visual support and lexical simplification facilitate reading?



- Research Question 2 (RQ2). Are the effects of visual support and lexical simplification on reading modulated by Academic Performance and Reading Efficiency?

For RQ1, four experimental conditions were created with a 2×2 design, resulting from the combination of the inclusion (or not) of supporting visual scenes and word frequency. This results in one-sentence texts with a low-frequency target word and without a visual scene, a low-frequency word and a visual scene, a high-frequency word without a scene, and a high-frequency word with a scene. Each sentence was accompanied by an inferential true-or-false statement. For this research question, we hypothesized that the image and high-frequency words would facilitate reading with less reading time and greater reading comprehension accuracy. We supported our hypothesis in previous studies that point to a facilitating effect of visual support on reading comprehension in secondary school students (Cook, 2017; Guo et al., 2020; Jalilehvand, 2012) and effect of lexical simplification in children between seven and 11 years of age, since there are no specific studies in adolescents (Blythe et al., 2009; Joseph et al. 2013). We had no specific hypotheses for interaction effects: while we could have expected visuals to improve reading in the high-frequency condition, due to less cognitive load, visuals could also assist comprehension by providing context for understanding low-comprehension words or the text as a whole. Regarding RQ2, we hypothesized that the effect of visual support and word frequency on reading would be modulated by Academic Performance and Reading Efficiency. Thus, we expected high-school readers with poorer academic performance and reading efficiency to benefit most from these adaptations, as shown with greater decrease in reading time and greater increase in reading comprehension accuracy. As in the early stages of learning to read, where reading skills are not developed, we



assume visual support can be a more useful resource for struggling readers even at a secondary-school level (Hibbing & Rankin-Erickson, 2003; Montag et al., 2015).

Method

Participants

The sample comprised 55 high school students (58.2% female) from 12 to 17 years of age ($M = 14.96$, $SD = 1.26$). Their distribution by year in Compulsory Secondary Education (1st- 4th grade) was as follows: 10.9% in 1st, 10.9% in 2nd, 25.5% in 3rd, and 52.7% in 4th. Participants who were not native Spanish speakers were excluded. Participants with intellectual disability, neurobiological/neurodevelopmental disorder, or other difficulty related to reading ability (e.g., dyslexia, speech disorders) and sensory disorders (e.g., hearing impairment) were also excluded.

Materials

Prueba de Eficiencia Lectora (PEL) (Reading Efficiency Test; Carrillo & Marín, 1997).

Like in Study 1a, this test was used as a measure of the global level of reading efficiency.

Sentence comprehension task.

The experimental trials included 60 short sentences with a target word. Half the sentences contained a low-frequency target word, while in the other half this target word was replaced with a high-frequency target word of similar meaning. The frequency of target words was established using the Spanish word database LEXESP (Sebastián, 2000). The mean number of occurrences (absolute frequency) of low-frequency (target) words in the corpus was 18.03 ($SD = 20.24$). For high-frequency words the occurrence mean was 188.85 ($SD = 242.23$). The frequencies-per-million mean of low-frequency



(target) words in the corpus was 3.20 ($SD = 3.60$). For high-frequency words the frequencies-per-million mean was 33.55 ($SD = 43.03$). This difference was statistically significant $t(59) = -5.51, p < .001, d = -0.99$. The low- and high-frequency target words were similar in length ($n \pm 1$), and nouns, adjectives, and verbs were used equally. Sentences ranged in length from 15 to 22 words ($M = 17.90$). The only difference between sentence pairs was the frequency of the target word, since the manipulation only changed this word. These sentences had one or two subordinate clauses. The images, which were a visual representation of the sentences, were created by a graphic designer once the sentences were validated in the Sentence Norming Pre-Study (next section). All the main elements of the sentences were visually represented in the scene (ie, contextualized), including in the target word. Words that expressed emotions were visually represented with the non-verbal/gestural language of the protagonist. The images, when present, were positioned below the sentence and centered on the screen (see Figure 1). In turn, half of the sentences contained an image related to their content (see Appendix 7).

The combination of picture presence (two versions per sentence) and target-word frequency (two versions per sentence) resulted in four different conditions (with 15 sentences/trials in each condition) (see Figure 1). Each short sentence was accompanied by a written inferential comprehension statement. Participants needed to indicate whether the statement was *true* or *false* based on the preceding sentence. Following each block of 15 trials, a question about the degree of difficulty was presented (*How easy has it been to understand these sentences?*), on a scale from 1 (*very easy*) to 5 (*very difficult*). The sentence comprehension task took approximately 20 minutes to complete (Figure 2).



Figure 1

Example item for each of the four within subjects conditions. The underlined word is the target word



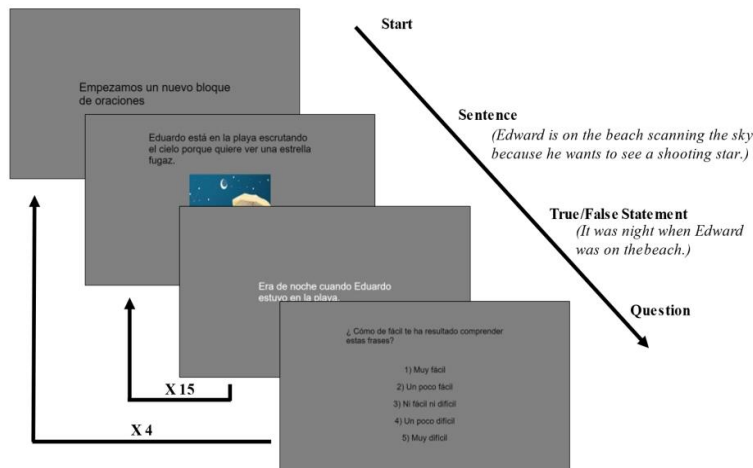
	Low-frequency target word	High-frequency target word
No Image	Edward is on the beach <u>scanning</u> the sky because he wants to see a shooting star.	Edward is on the beach <u>watching</u> the sky because he wants to see a shooting star.
Image	Edward is on the beach <u>scanning</u> the sky because he wants to see a shooting star. 	Edward is on the beach <u>watching</u> the sky because he wants to see a shooting star. 

Figure 2

Order of events within each block of the sentence comprehension task. There were 15 trials (X 15) within each block and each participant completed four blocks (X 4)



In addition to these tests, participants completed a self-report questionnaire on sociodemographic data and the most recent term grades in the subject of Spanish Language and Literature.

Sentence norming pre-study

Prior to the study, the sentences were validated by 100 students from the University of Seville. Two versions of each sentence were presented: original (low frequency) and with lexical simplification (high frequency). The students sorted each pair in terms of difficulty (1 = easy, 2 = difficult). Results showed that sentences with lexical simplification ($M = 1.49$, $SD = 0.13$) were rated significantly easier than the original sentences ($M = 1.91$, $SD = 0.09$). This difference was statistically significant $t(59) = 17.91$, $p < .001$, $d = -3.76$.

Design and Procedure

As in Study 1a, the PEL and the sentence comprehension task were designed with the free cross-platform package Psychopy v2020.1.3 (Peirce & MacAskill, 2018). The PsychoPy scripts were automatically generated by the graphical Builder interface and were not supplemented with any custom-written code components. The tests application was carried out through the online behavioral platform Pavlovia (<https://pavlovia.org>). Participants performed the experiment online using computers at their schools or their own personal computers.

The sentence comprehension task design was a 2×2 (Picture and Frequency) model, in which Picture and Frequency were within-subject factors. Participants completed two practice trials, followed by the 60 experimental trials with their true-or-false question respectively, which were individually presented on a computer screen in random order within each block. Trials were presented in random-ordered blocks of 15



items in the same condition. Each participant was assigned one of eight lists (four lists per picture position condition), so each participant only read each sentence in one condition, and across participants sentences were presented in all conditions.

First, the participant read a set of instructions with the details of procedure. After the instructions, two example trials were completed. Then, the experimental trial was shown. When the participant finished reading, s/he pressed the spacebar to switch screen and an inferential comprehension statement was presented. The participant responded true-or-false by pressing the corresponding key on the keyboard. After each block, the participant was asked to rate the difficulty of comprehending the sentences in the condition.

The testing session for each participant lasted around 30 minutes in total, with the self-report of sociodemographic data and academic performance, in first place, followed by the reading efficiency test and the experimental task.

The Ethical Committee in Regional Biomedical Research of Andalusia approved the procedures for recruitment and collection of data. Before carrying out the study, informed written consent from all participants was obtained.

Data screening and Analysis

Data for each online measure greater than 3 SDs from the mean of the respective block of each variable were defined as outliers. Outliers (1,39% of the data) were replaced with the mean of that variable per subject and experimental condition (McCartney et al., 2006), which were obtained via standardized values.

We reported *reading time*, *reading comprehension accuracy* and *perception of text difficulty*. Reading time was the mean of total reading time in seconds. Reading comprehension accuracy was the mean percentage of correct answers in the true-or-false



statement. Perceptions of text difficulty was the mean of responses (from 1 to 5) in the question to indicate the degree of difficulty of each block of sentences.

We analysed reading time data using mixed ANOVAs (Picture \times Frequency) across subjects (F_1) and items (F_2). They met the normality and sphericity assumptions.

Non-parametric analyses (Wilcoxon signed-rank test) across subjects and items were performed on reading comprehension accuracy and perceptions of text difficulty since they did not meet the assumption of normality.

Following the analyses of the effects of picture and frequency, we analysed the possible influence of academic performance and reading efficiency on reading time as follows: first, we performed analyses of covariance (ANCOVAs) in which each control factor was covaried separately in the variable. And then, we used independent samples t tests to compare the means of significant Picture \times Academic Performance interactions. Bonferroni correction was applied in order to allow multiple comparisons (p 's $<$.017 were considered significant).

To analyse the possible influence of academic performance and reading efficiency on reading comprehension accuracy, we used non-parametric analyses (Wilcoxon signed-rank test) to compare the means of Picture \times Academic Performance and Picture \times Reading Efficiency in each level. Bonferroni correction was applied in order to allow multiple comparisons (p 's $<$.008 were considered significant).

We report η^2_p , r , and Cohen's d for the effect sizes (Field, 2009).

As in Study 1a, academic performance and reading efficiency covariables were converted into categorical variables: we considered low-level values between 2 and 4 ($n = 17$), medium level between 5 and 6 ($n = 18$), and high level between 7 and 10 ($n = 20$) (grading is from 1 to 10). For reading efficiency, we considered low-level values between



24 and 43 ($n = 18$), medium level between 44 and 58 ($n = 20$), and high level between 59 and 64 ($n = 17$).

Results

Reading time

Reading time showed a significant main effect of Picture $F_1(1,54) = 11.35, p < .01, \eta^2_p = .17$; $F_2(1,59) = 6.06, p < .05, \eta^2_p = .09$. Participants spent less time reading sentences with an image (7.73 sec vs. 8.65 sec) (see Table 1). No significant main effect of Frequency was found ($p > .05$), and there were no interactions (p 's $> .05$).

In the ANCOVA including Academic Performance, there were a main effect of Picture $F(1,53) = 10.80, p < .01, \eta^2_p = .17$, a marginal effect of Academic Performance $F(1,53) = 3.90, p = .053, \eta^2_p = .07$, and a significant interactions of Picture x Academic Performance $F(1,53) = 5.64, p < .05, \eta^2_p = .10$. No significant main effect of Frequency was found ($p > .05$).

Post hoc analysis showed a significant difference between No Picture vs. Picture only in participants with a low level of academic performance $t_1(16) = 3.25, p < .01, d = 0.60$; $t_2(59) = 2.94, p < .01, d = 0.49$ (see Figure 3). Participants with a low level of academic performance spent less time reading sentences with an image (see Table 1).

In the other ANCOVA including Reading Efficiency, there were main effects of Picture, $F(1,53) = 4.59, p < .05, \eta^2_p = .08$, and Reading Efficiency $F(1,53) = 46.11, p < .001, \eta^2_p = .47$. No significant main effect of Frequency was found ($p > .05$), and there were no interactions (p 's $> .05$).



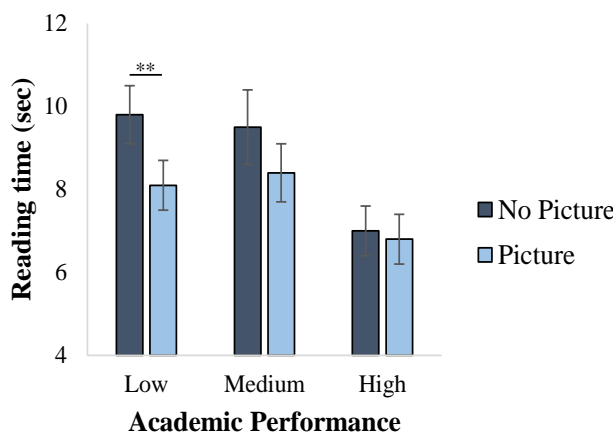
Table 1

Overall and by levels means (and standard deviations) of reading time and reading comprehension accuracies

		No Picture	Picture	Low frequency	High frequency
	<i>n</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>
Reading time (sec)					
Total	55	8.65 (3.42)	7.73 (2.86)	8.29 (3.09)	8.09 (3.12)
Academic performance					
Low	17	9.76 (2.82)	8.14 (2.62)	8.84 (2.48)	9.06 (2.98)
Medium	18	9.50 (3.90)	8.38 (3.09)	9.13 (3.38)	8.76 (3.40)
High	20	6.92 (2.83)	6.79 (2.73)	7.06 (3.03)	6.66 (2.53)
Reading efficiency					
Low	18	11.77 (2.60)	10.36 (2.44)	11.06 (2.37)	11.07 (2.57)
Medium	20	7.62 (2.85)	6.96 (2.32)	7.28 (2.54)	7.30 (2.47)
High	17	6.55 (2.38)	5.84 (1.61)	6.53 (2.31)	5.86 (1.58)
Reading comprehension (%)					
Total	55	78.54 (11.09)	84.58 (9.52)	81.82 (10.98)	81.30 (9.91)
Academic performance					
Low	17	76.86 (10.17)	85.10 (7.28)	82.35 (8.31)	79.31 (10.47)
Medium	18	73.70 (13.47)	79.36 (12.18)	77.22 (14.83)	75.84 (9.89)
High	20	84.33 (6.32)	88.83 (5.95)	85.50 (7.28)	87.66 (5.09)
Reading efficiency					
Low	18	75.74 (10.34)	81.30 (9.64)	78.15 (10.92)	78.89 (9.43)
Medium	20	81.00 (10.87)	85.83 (9.72)	84.67 (10.17)	82.16 (10.55)
High	17	78.62 (12.02)	86.57 (8.75)	82.35 (11.47)	82.84 (9.73)

Figure 3

Interaction between Reading Time and Academic Performance. Error bars indicate standard error of the mean. ** $p < .01$



Reading comprehension accuracy

There were a significant main effect of Picture $Z_1 = -4.12, p < .001, r = -0.28$; $Z_2 = -3.61, p < .001, r = -0.24$ on reading comprehension. Sentences with an image had higher accuracy than sentences without an image (84.58% vs. 78.54%) (see Table 1). No main effect of Frequency was found ($p > .05$).

Paired comparisons revealed a significant difference between No Picture vs. Picture only in participants with a low level of Academic Performance $Z_1 = -2.82, p < .01, r = -0.42$; $Z_2 = -2.71, p < .01, r = -0.20$ (see Figure 5). Participants with a low level of academic performance understood sentences with an image best (see Table 1). A significant difference between No Picture vs. Picture only in participants with a high level of Reading Efficiency was found $Z_1 = -2.68, p < .01, r = -0.35$; $Z_2 = -3.58, p < .001, r = -0.27$ (see Figure 4). Participants with a high level of reading efficiency understood sentences with an image better (see Table 1).

Figure 4

Interaction between Reading Comprehension Accuracy and Academic Performance.

*Error bars indicate standard error of the mean. ** $p < .01$*

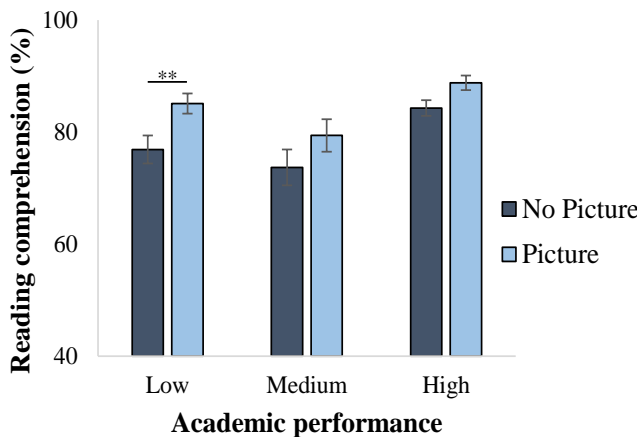
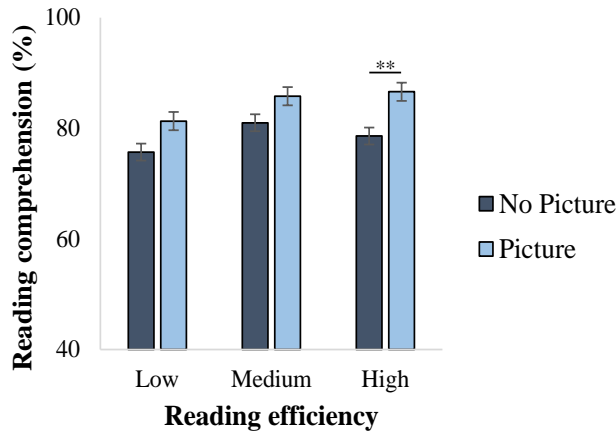


Figure 5

*Interaction between Reading Comprehension Accuracy and Reading Efficiency. Error bars indicate standard error of the mean. ** $p < .01$*



Perceptions of text difficulty

Participants' perceptions of text difficulty, assessed by the final question in each block, showed that participants evaluated sentences as relatively easy to understand (overall mean: $M = 2.36$, $SD = 0.74$). There were no main effects or interactions of Picture or Frequency (all p 's $> .05$).

Discussion

This study evaluated the efficacy of visual support and lexical simplification on reading in adolescent students. Unlike Study 1a, where no facilitative effect of the text adaptations were found, here our findings suggest that the use of images did facilitate both reading processing (as reflected by reading time) and reading comprehension accuracy. We also explored the impact of Academic Performance and Reading Efficiency. Our findings showed that students with a lower academic performance benefited from visual support in reading time and reading comprehension accuracy. On the other hand, we also



observed that visual support benefited adolescent students with a high reading efficiency. Visual support was actually the only adaptation which had not been included in Study 1a.

The first aim of the study (RQ1) was to evaluate the effect of visual support and lexical simplification in reading through the measures of reading time and reading comprehension accuracy. In relation to visual support, the presence of an image led to faster reading and more accurate reading comprehension in adolescent students.

Regarding reading time, we measured the mean total reading time, which includes the time processing both the words and the image. Even though including an image could have increased time spent on the task, the opposite was found. It appears that the processing of written information was effectively facilitated. Regarding reading comprehension, our results corroborate previous evidence of visual support has a facilitation effect. Both Jalilehvand (2012) and Cook (2017) found higher reading comprehension accuracy in high school students when visual elements were used in texts. In addition, a recent meta-analysis found that visuals improve reading comprehension across different ages (Guo et al., 2020). Guo et al. did express some concerns about their impact on reading in younger readers, as opposed to adults. The fact that they are less expert readers or lack necessary skills to extract information from the pictures, could have limited the potential benefits of visual support. The greater cognitive load text reading could represent for less expert readers or the added load of extracting information from pictures, could have resulted in an overload with processing costs for the poorer readers (Mayer & Moreno, 2003). However, our data appear to support the idea that pictures do help adolescent readers in comprehending short texts. Facilitation of reading comprehension when an image was shown was of approximately 6%, in what could be estimated as a small to moderate effect size. Impact was roughly equivalent to the mean effect size reported by Guo et al. ($g = 0.39$).



Visuals did not only improve comprehension as measured by true-or-false statements, but they also seemed to speed up text processing. This was consistent with our predictions: since our visual support provided a broad description of the meaning of the sentence, we expected that participants would be able to extract information from situational events (i.e., propositional content), which in turn would allow adolescent students to predict particular words or activate particular regions in the semantic network. Therefore, these data suggest that visual support in the creation/activation of mental representations, which can be combined (and integrated) together with the linguistic context and thus facilitate processing and understanding.

Regarding lexical simplification, we hypothesized that high-frequency words would facilitate reading with less reading time and greater reading comprehension. However, we did not find differences in either variable. Data from previous studies support the idea that high-frequency words are processed more quickly and efficiently in adults (e.g., Ashby et al., 2005; Hyönä & Olson, 1995; Rayner & Fischer, 1996). However, in studies with children, the effect is not as clear (Blythe et al., 2006; Blythe et al., 2009; Joseph et al., 2013). Although potentially relevant, a facilitation effect of frequency in simplified texts may have a local impact on processing but, as opposed to visuals, its overall influence on text processing and comprehension may be more limited. Perhaps the precise nature and content of the questions and their relation to the vocabulary which is being reduced may affect whether lexical facilitation impacts comprehension.

The second aim of the study (RQ2) was to observe if the effect of visual support and lexical simplification is modulated by individual differences, such as Academic Performance and Reading Efficiency. We did not find a modulating effect of these factors for lexical simplification, but we did in the case of visual support. Our results are interesting in that they moderate the overall effects we have observed for picture support.



They showed an effect of visual support in reading time and reading comprehension in participants with a low academic performance, which was not apparent in the higher performing individuals. Grades in Spanish Language and Literature in the most recent term were used as the variable for academic achievement. Content for this subject includes oral and written communication, textual typology, grammar, and history of literature. Poorer performing students on these skills appeared to benefit most from visual support in reading faster (about 1 second less) and reading comprehension better (about 10% more of comprehension).

However, when looking at reading efficiency, we found that visual support impacted most on the reading comprehension of participants with a high reading efficiency (about 8% more of comprehension). The positive impact of pictures on the better readers is consistent with Reid and Beveridge (1990) and Hannus and Hyönä (1999).

Although academic performance and reading efficiency are highly related, they are not exactly equivalent. Reading efficiency involves both reading fluency and text reading comprehension. Readers with *poorer academic performance* may share reading limitations but could potentially also lack additional necessary resources, such as background knowledge or vocabulary, and/or not necessarily have decoding difficulties. In their case, pictures could be providing a support for contextual or background knowledge necessary to improve comprehension and the overall processing of the text. But readers with *poorer reading skills* devote greater cognitive resources to reading itself. The pictures may provide a general framework which provides them a with general context which facilitates access to meaning but might not facilitate decoding to the same degree.



Implications and Applied Value

The most obvious implication of our study for adolescent students is visual support. Specifically, adding an image to the text help students reduce the processing time associated with lexical access and integration of words and increase reading comprehension. And an image created with the aim of representing the information in the accompanied text, that is, an image as text *support* rather than text *enrichment*, is useful to improve reading. Therefore, our data supports the idea of using visual support in the secondary educational context. However, it also points to the potential limitations of this kind of support for some groups of adolescents.

Limitations

The current study had several limitations, which should be kept in mind when interpreting the results. The first and most important concerns the sample. In our study, although we had a reasonable number of participants, it is possible that the small effect sizes found were due to the sample size (insufficient statistical power), especially after creating the academic performance and reading efficiency groups. Despite this limitation, this study serves as a pilot study that guides future research in the use of visual support and lexical simplification applied to secondary educational stage.

The second limitation of this study is related to the methodology. Our next psycholinguistics studies are based on the *eye-tracking methodology*. Due to the current global pandemic due to the COVID-19 disease, this study, which was to be carried out through eye movements in person, had to be adapted and applied remotely. This form of application did not allow to register and make a more exhaustive analysis of the reading patterns of participants, so in the future these findings should be confirmed with the eye tracking methodology.



The third limitation of this study has to do with the type of visual support. Only images were used to support the text. However, knowing the small number of studies that consider different graphics in students' reading comprehension, what type of visual support could be more beneficial in the educational stage, especially in secondary education, should be examined.

Overall Summary of Study 1

In relation to Study 1.a, easy-to-read texts did not have an impact on reading in adolescent students. Easy-to-read texts did not facilitate reading time and reading comprehension accuracy. Moreover, easy-to-read texts do not seem to benefit any particular group of secondary school students either. These results suggest that the reduction of the complexity of expository texts in secondary education may not be enough to be used in this educational stage. However, replication studies with more participants and with a sophisticated methodology of students' reading patterns, such as the eye tracking methodology, are required to consolidate these conclusions.

Regarding Study 1.b, an image created with the aim of representing the information in the accompanying text, that is, an image as a text *support* rather than text *enrichment*, facilitates reading time and reading comprehension accuracy in adolescent readers at a secondary school level. The effect of visuals (together with lexical simplification) were further explored in the remaining studies in this thesis.



ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE22e00033603598

CSV

GEISER-fd74-bb39-3e41-4b10-bfa4-795c-04a0-6b45

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

02/08/2022 13:03:18 Horario peninsular



GEISER-fd74-bb39-3e41-4b10-bfa4-795c-04a0-6b45

2.2 Apoyo visual y simplificación léxica en adultos con bajo nivel educativo

Study 2. Do easy-to-read adaptations really facilitate sentence processing for adults with a lower level of education? An experimental eye-tracking study



This study is based on:

- Article:
Rivero-Contreras, M., Engelhardt, P. E., & Saldaña, D. (2022). *Do easy-to-read adaptations really facilitate sentence processing for adults with a lower level of education? An experimental eye-tracking study*. [Manuscript under review]. Department of Developmental and Educational Psychology, University of Seville.
- Oral communications in conferences:
Rivero-Contreras, M., Engelhardt, P. E., y Saldaña, D. (2021, September, 20-22). *¿Lectura fácil para universitarios? Un estudio experimental de movimientos oculares sobre simplificación léxica y apoyo visual*. [Oral communication]. I Congreso Internacional de Universidades Inclusivas (CIUIS) (International Congress of Inclusive Universities). Sevilla, Spain.
Rivero-Contreras, M., y Saldaña, D. (2019, July, 8). *Movimientos oculares durante la lectura de oraciones: efecto de la frecuencia de palabra e imagen*. [Oral communication]. XIII Encuentro Andaluz de Investigación en Lectoescritura. Granada, Spain.



Introduction

As we have observed in the previous study, in particular in Study 1.a, we found that easy-to-read texts had no impact on the reading of Spanish adolescent students. And in Study 1.b we found that the image did facilitate reading time and reading comprehension in the same population; however, lexical simplification had no impact. Given that one of the limitations of the study was due to the methodology used, we used eye-tracking methodology in the following studies to evaluate in greater detail the visual support and lexical simplification on reading comprehension at both the text- and target word-level. In this study we had a Spanish adult population with different educational levels: university and non-university students. The experimental task was the same as in the previous study, except for small details related to the eye-tracker methodology. We chose this population to study because, as we have seen in the Introduction, adults with a low educational level usually present deficits in their vocabulary due to their lack of reading experience. The following is a summary of these two adaptations in this population.

Visual support

In addition, several studies with individuals with comprehension difficulties and/or disability have directly evaluated the facilitation of comprehension in easy and difficult texts with the use of images or symbols, although with some conflicting results. For example, Dye et al. (2007) evaluated participants' ability with intellectual disabilities to give consent with a questionnaire, accompanied by photographs that complemented the information, compared to a control version (information followed by the questionnaire) and a section version (information presented in sections and asking



questions after each). They found no significant differences in the ability to consent between the experimental conditions.

Poncelas and Murphy (2007) and Jones et al. (2007) examined the influence of texts with symbols on the reading comprehension of people with intellectual disabilities and people with learning disabilities, respectively. While Poncelas and Murphy found relatively low levels of comprehension, with no significant differences between text only and text with symbols, Jones et al. (2007) did find an impact of visuals. Therefore, the type of visual support that accompanies the text seems to be important, and it also seems that any type of visual support does not serve to support the reading comprehension of any population with disabilities. Also, the the effect sizes of these studies was mostly small (*Hedges' g* = -0.26 for Dye et al., 2007; 0.22 for Jones et al., 2007; 0.49 for Poncelas & Murphy, 2007).

However, a recent meta-analysis examining 39 experimental studies (20 with college students or older adults) found that the inclusion of graphics had a moderate overall positive effect (*Hedges' g* = 0.39) on students' reading comprehension, regardless level (elementary, secondary and adults), suggesting that visuals can improve reading comprehension for students without disabilities or specific comprehension issues (Guo et al., 2020).

Eye-tracking has been used to investigate the cognitive processes of young readers while reading illustrated texts (Hannus & Hyönä, 1999; Jian, 2017; Mason et al., 2015; Mason, Pluchino, et al., 2013; Mason, Tornatora, et al., 2013). Previous studies using eye-tracking measures support the idea that the presence of illustrations improves reading comprehension and learning of the illustrated text content, although most suggest that it only occurs in those with high abilities. For example, Hannus and Hyönä (1999) studied the effects of illustrations on the learning of authentic textbook materials among 10-year-



old primary school children with high and low intellectual ability. They found that comprehension scores improved with the presence of illustrations for high-ability children, but not for low-ability children. Along the same lines, Mason et al. (2013b) evaluated the text and graphics processing of fourth grade students while reading an illustrated science text and found that those students with higher performance on learning tasks were associated with higher integrative text-graphics processing. Likewise, Jian (2017) evaluated the reading strategies and comprehension of illustrated biology texts from an elementary school science textbook in two groups with different visual literacy: fourth graders and university students. The results showed a better performance of the university students, in addition to different eye movement patterns. Adults exhibited two-way reading paths for both text and illustrations, whereas fourth graders' eye fixations only went back and forth within paragraphs of text and between illustrations. Therefore, research studies in this area support the idea that the greater the ability to integrate both elements, text and visual support, the greater reading comprehension and learning.

Lexical simplification

Lexical simplification is another aspect considered in Easy-to-Read guidelines. This consists of the substitution of low-frequency words, which may be unfamiliar to many people, with higher frequency words, which are more commonly known and more often used in oral language. Word frequency is correlated with the speed of lexical access, such that higher-frequency words are processed faster than low-frequency words (e.g., Ashby et al., 2005; Hyönä & Olson, 1995; Inhoff & Rayner, 1986; Rayner & Duffy, 1986; Rayner & Fischer, 1996; Rayner et al., 1996). Estimates suggest less frequent words receive 20-60 ms longer fixation durations, even after controlling for word length.

Eye tracking also permits the analysis of cognitive processing related to reading comprehension (for a review, see Rayner, 1998). A large body of evidence suggests that



some variables are related to both lexical and higher-level linguistic processing, and that these variables affect the duration of fixations. There are also studies which suggest that reading ability may influence word processing time and re-reading patterns, such that unskilled readers (or readers with language/learning disabilities) will have longer fixation durations and an increased number of regressions (Everatt & Underwood, 1994; Rayner, 1998; Underwood et al., 1990). Ashby et al. (2005) compared the reading of ‘highly skilled’ and ‘average proficiency’ readers, who were grouped according to performance on vocabulary and comprehension tests. They observed that average-proficiency readers read target words more slowly, made more regressions, and spent more time re-reading than highly skilled readers, even in relatively simple sentences. Similarly, Barnes et al. (2017) investigated the reading skill of adults enrolled in a basic education program (i.e. a low literacy sample). Participants showed longer fixation durations, made a greater number of regressions, and showed longer overall reading times, than did “normatively” educated adults, with large effect sizes (g between 1.37 and 2.10). According to Barnes et al., this pattern of results was due to lower reading fluency, poor ability to recognize and read words, and poor comprehension. However, in this study participants read passages aloud, and it is known that fixation durations tend to be longer compared to silent reading, particularly in cases in which reading aloud is not a practiced skill (Rayner, 1998).

The current study

In the present study, non-university-level students and university-level students read a series of sentences, while their eye movements were monitored. The design was like Study 1b. Half of the sentences were accompanied by a related image, while the other half were not. In addition, we manipulated one word in the sentence, so that half of the sentences contained a low-frequency (target) word, and the other half contained a high-



frequency (target) word. These manipulations were implemented in a blocked design, in which participants read 15 sentences in each of the four blocks in each condition. Participants' understanding of each sentence was assessed via a yes/no (true/false) inferential comprehension statement. Our hypotheses were formulated around on three main research questions:

Research Question 1 (RQ1). Do visual support and lexical simplification facilitate sentence processing?

Research Question 2 (RQ2). Is there an interaction between visual support and word frequency?

Research Question 3 (RQ3). How do visual support and lexical simplification affect processing depending on education level?

For RQ1, we hypothesized that visual support would facilitate processing of sentences, resulting in faster reading times and fewer regressions, and higher comprehension accuracy. Although some studies have found no significant differences with co-present visual support, such as images or symbols, the meta-analysis of Guo et al. (2020) found that the inclusion of graphics had a moderate overall positive effect on students' reading comprehension, regardless of level. Additionally, in our previous study (Study 1.b) we found this effect on total reading time and reading comprehension. Therefore, we expected similar differences in this study. Regarding lexical simplification, we hypothesized that high-frequency words would facilitate reading. This is a well-documented effect in skilled readers with eye-tracking methodology. In our previous study (Study 1.b), we did not find this effect, probably due to the methodology used.



With respect to RQ2, we hypothesized that visual support would enable faster lexical access with low-frequency words (i.e. with co-present visual support the difference between high- and low-frequency words would be reduced). This is because the image will enable comprehension of at least “gist”-type content and can do so quite quickly. Castelhana and Henderson (2008) explored how quickly information is extracted from a scene to activate gist through a brief presentation of a scene followed by the name of a target object. The target object was either consistent or inconsistent with the scene gist but was never actually present in the scene. Scene gist activation was assessed as the degree to which participants responded "yes" to consistent versus inconsistent objects (response bias produced by scene gist). The results showed that the scene gist was activated after an exposure of only 42 milliseconds and that the strength of the activation increased with longer presentation durations. Thus, in the present study, we expected the effect of the inclusion of an unknown or otherwise difficult-to-process word would be reduced (if not eliminated) when texts were accompanied by pictures. In contrast, with no image present, we expected a standard word-frequency effect.

In relation to RQ3, we hypothesized that the visual support and lexical simplification would benefit non-university adults more than the university adults. We believed that these two adaptations would provide support for participants with a lower educational level and would make up for the vocabulary and other language limitations they may have due to less reading and educational experience (Binder & Borecki, 2008; Chace et al., 2005; Tighe & Schatschneider, 2016a). Thus, we expected reduced reading times and regressions, as well as increased comprehension accuracy.



Method

Participants

Sixty Spanish students aged between 16 and 58 years took part in this study. The sample was divided into two groups (see Table 1). The first group was composed of 30 students of adult-education schools in rural areas (N-UNI), who were studying for a *General Certificate of Secondary Education* (GCSE), and vocational schools, where only a few already held the GCSE. The second group was comprised 30 university-level students (UNI), who were in the process of obtaining an undergraduate, Masters, or PhD degree. These students were recruited in a School of Psychology. Participants who were not native Spanish speakers were excluded. So were participants with intellectual disability, neurobiological/neurodevelopmental disorder, or other difficulty related to reading ability (e.g., dyslexia, speech disorders) and sensory disorders (e.g., hearing impairment). The two groups were matched in terms of gender (21 men and 9 women in both groups) and age.

The recruitment and selection process were as follows: first, the first author attended the classrooms of the educational centres. There, she reported on the study and asked for participation. Students who wanted to participate provided their contact details for later contact. Only one participant was not selected on suspicion of having an intellectual disability.

The Ethical Committee in Regional Biomedical Research of Andalusia approved the procedures for recruitment and collection of data. Informed written consent of the participants was obtained before the tests were carried out. The level of significance (alpha level) and power were computed for two groups of 30 participants for a medium effect size using G * Power (Faul et al., 2007). With 30 participants per group, an alpha of .001 and a power of 99% are obtained for a medium-size effect.



Table 1

Demographic data and intelligence broken down by group

	N-UNI (N = 30)		UNI (N = 30)		p-value
	M (SD)	Range	M (SD)	Range	
Age (years)	28.16 (11.08)	16.70-48.40	26.30 (7.65)	20.60-58.80	.45
Years of schooling	12.10 (2.22)	8-17	18.77 (2.84)	15-25	<.001
K-BIT (verbal IQ)	94.43 (9.57)	78-110	111.5 (7.87)	94-133	<.001
K-BIT (non-verbal IQ)	88.40 (10.32)	69-111	112.7 (6.76)	100-126	<.001
K-BIT (total IQ)	87.80 (8.29)	74-107	111.3 (6.85)	97-131	<.001
DELE (score)	4.93 (2.02)	1-9	9.63 (1.22)	7-12	<.001

N = number of participants; *M* = Mean; *SD* = Standard Deviation; IQ = intelligence quotient; N-UNI = students of adult schools; UNI = university students; K-BIT = Brief intelligence test of Kaufman; DELE = Spanish as a Foreign Language Diplomas.

Materials

Kaufman Brief Intelligence Test (K-BIT) (Kaufman et al., 2000).

The test measures general intelligence of people aged 4 - 90 years. It consists of two subtests (vocabulary and matrices), providing verbal and nonverbal intelligence scores, and a combined score summarizing overall performance. Test administration takes approximately 20-30 minutes.

Spanish as a Foreign Language Diplomas (Diplomas de Español como Lengua Extranjera - DELE) (Instituto Cervantes, 2014).

The task evaluates the level of Spanish. It includes four sections: reading comprehension, expression and written interaction, listening comprehension, and oral



expression and interaction. For this study, Tasks 1 and 3 of the reading comprehension subtest were used. These are composed of two texts with six multiple-choice questions, producing a total score based on the number of correct answers. Administering this test takes approximately 20-25 minutes

Sentence comprehension task.

The task used $2 \times 2 \times 2$ (Picture: present vs. absent, Frequency: high vs. low, Group: non-university vs. university) mixed design, in which Picture and Frequency were within-subjects and Group was between-subject factors. Participants completed two practice trials and 60 experimental trials (15 per condition), which were presented in a random order (within each block) for each participant (see Figure 1). The stimuli were the same as in Study 1b. After each sentence, participants were presented with an auditory inferential statement, in which they needed to indicate whether the statement was *true* or *false* based on the preceding sentence (see Appendix 7). Following each block of 15 trials, participants were asked to indicate the degree of difficulty (*How easy has it been to understand these sentences?*) on a scale from 1 (*very easy*) to 5 (*very difficult*). The sentence comprehension task took approximately 20-30 minutes to complete.

Procedure

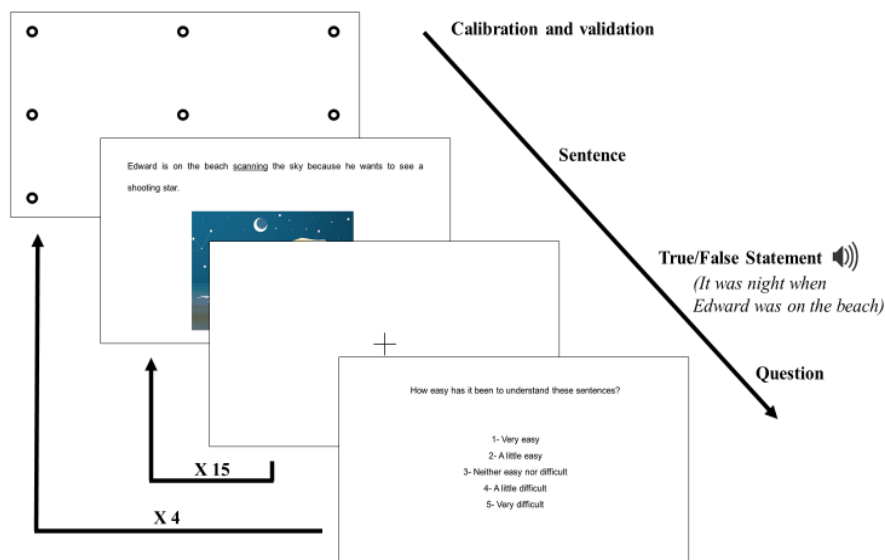
The sentence comprehension task was carried out individually. Each participant was assigned to one of four lists so that s/he would only read each sentence once. First, participants read a set of instructions with the details of the procedure. Next, two example trials were completed. Following this, a nine-point calibration and validation procedure was carried out. The participant fixated nine points on the screen, and a maximum of 1.00 degree of deviation between point and record was required before they could proceed. Calibration and validation were repeated before each block, which allowed rest breaks during the experiment.



The sentence was presented on the top on the screen. If that trial contained an image, it was presented simultaneously below the sentence and centered. When the participant finished reading, s/he pressed the spacebar and a statement was presented auditorily, and participants then answered true or false to the statement (see Figure 1). After completing 15 trials in a block, participants were asked to indicate how difficult they found the sentences in that block, and then the trial of the next condition began. The standardized tests were administered before the sentence comprehension task, resulting in a testing session of approximately 70 minutes in total.

Figure 1

Order of events within each block of the sentence comprehension task. There were 15 trials (X 15) within each block and each participant completed four blocks (X 4)



Apparatus

During the sentence comprehension task, an Eyelink 1000 plus was used (SR Research), with monocular recording (right eye) and sampling at 2000Hz. Participants



used a chin rest to maintain head stability. Stimuli were presented on a computer screen of 21.5 inches (50 x 37.1 cm), positioned 55 cm from the participant. The sentences were presented in black font (Arial size 20) on a white background. The images were in colour. A keyboard, with marked response keys, was used to answer the comprehension questions.

Data Screening and Analysis

Correlations between the individual characteristics (Table 1) and the dependent variables (eye-movement measures) for both groups were reported in supplementary material in Appendix 9 (Tables s1, s2 and s3).

Fixations of less than 80 ms and longer than 1200 ms were excluded from the dataset. Data from each sentence were reviewed, and items that were not recorded or that contained excessive blinks (more than 50 % of trial not recorded) were excluded from the analyses, resulting in data loss of 4.17%. One university student was excluded for excessive blinks. Data for each eye-movement measure greater than 3 SDs from the mean were defined as outliers. Outliers represented 2.03% of the data and were replaced with the mean of that variable per subject and condition (McCartney et al., 2006).

Target-word measures

There were four target-word measures. *Reading time* is the sum of the duration of all fixations on the word in milliseconds, including regressions back to the word. *Gaze duration* is the sum of the duration of all fixations on a word in milliseconds, excluding any fixations after the eye-gaze has left the word. These fixation duration measures are indicators of lexical access of word recognition (Inhoff & Rayner, 1986; Morton, 1969; Whaley, 1978) and are related to processing and integration. *Regressions* are indicative of problems with linguistic processing (Reichle et al., 2003). *Regression path duration* is



the sum of all fixations in milliseconds from first entering a region until moving to the right of that region and is another indicator of processing difficulty (Hyönä et al., 2003).

Text measures

There were three text-level measures (*text reading time*, *text gaze duration*, and probability of *regressions out*). Text reading time and text gaze duration were the mean of the sum of reading times and gaze durations of all words in the text in seconds, respectively. These times did not include time dedicated to looking at the pictures. To calculate the mean probability of text regressions out in terms of 0 to 1, we first summed all probabilities of regressions out of each word in the text. Then, we divided the total probability of regressions out of each text by the number of words. Finally, we calculated the mean of the probability of target regressions out in each block.

The participants’ perceptions of text ease/difficulty were analysed using a $2 \times 2 \times 2$ (Picture \times Frequency \times Group) mixed ANOVA.

Comprehension accuracy was the percentage of true/false statements answered correctly in each block of texts. Nonparametric analyses across subjects and items were performed on comprehension accuracy. Main effects of Picture and Group by subjects were assessed using Wilcoxon Signed-Rank Test (Z_1) and Mann-Whitney U Test (U_1), respectively. Main effects of Picture and Group by items were assessed using Wilcoxon Signed-Rank Test (Z_2). The Frequency \times Picture interaction was probed using Wilcoxon Signed-Rank Test across subjects (Z_1) and items (Z_2). Bonferroni correction was applied in order to allow multiple comparisons (p 's $< .0125$ were considered significant).

Image looking time was assessed using an independent-samples t -test to compare the means of Group by subjects (t_1) and paired-samples t -tests to compare the means of Frequency by subjects (t_1) and items (t_2), and Group by items (t_2).



False discovery rate (FDR) corrections were applied to check correlations between image looking time and of eye movement measures of Picture condition, comprehension accuracy and perceptions of text difficulty. We analysed the global and local measures data using mixed ANOVAs for each of the measures (Picture \times Frequency \times Group) across subjects (F_1) and items (F_2). Target regressions out and regression path duration were log-transformed to meet the normality assumption. Independent-samples t -tests were used to compare the means in Frequency \times Group and Picture \times Group interactions by subjects (t_1) and paired-samples t -tests were used to compare the means in three interactions by items (t_2). Moreover, in target reading time and target gaze duration we used independent-samples t -tests to compare the differences of means of frequencies in Frequency \times Group interactions by subjects (t_1) and paired-samples t -tests to compare the differences of means of frequencies in this interaction by items (t_2). FDR corrected significance levels were also used to interpret the level of significance of effects sizes across the different ANOVAs used for the different eye-tracking measures (particularly for the main effects of the Picture condition; supplementary Table s9). Bonferroni corrections were applied in order to allow for multiple comparisons in post-hoc follow up of significant interactions (p 's $< .0125$ were considered significant).

We report η^2_p , r , and *Cohen's d* for effect sizes (Field, 2009).

Results

Comprehension accuracy

There were significant main effects of Picture $Z_1 = -2.28, p < .05, r = 0.29; Z_2 = -2.28, p < .05, r = 0.29$ and Group $U_1 = 167, p < .001, r = 0.54; Z_2 = -3.42, p < .01, r = 0.62$ on comprehension accuracy. Sentences with an image had higher accuracy than sentences without an image ($M_{image} = 86.56, SD_{image} = 9.61; M_{no-image} = 83.78, SD_{no-image}$



= 12.08), and the university group had greater accuracy compared to the non-university group ($M_{UNI} = 89.56$, $SD_{UNI} = 6.59$; $M_{N-UNI} = 80.78$, $SD_{N-UNI} = 10.67$). There was not a significant main effect of Frequency ($Z_1 = -0.27$, $p = .788$, $r = 0.02$; $Z_2 = -0.27$, $p = .788$, $r = 0.02$). In addition, paired comparisons for the Frequency \times Picture interaction revealed that the comparison of low- vs. high-frequency words with an image and no image were not significant [absent: $Z_1 = -1.07$, $p = .286$, $r = 0.14$; $Z_2 = -1.72$, $p = .085$, $r = 0.22$; present $Z_1 = -1.45$, $p = .147$, $r = 0.19$; $Z_2 = -0.74$, $p = .460$, $r = 0.10$]. Also, the comparison of image present vs. image absent was significant for low- and high-frequency words [low frequency: $Z_1 = -3.01$, $p < .01$, $r = 0.39$; $Z_2 = -2.86$, $p < .01$, $r = 0.37$; high frequency: $Z_1 = -0.34$, $p = .737$, $r = 0.10$; $Z_2 = -0.09$, $p = .928$, $r = 0.01$].

Image looking time

There were no significant main effects of Frequency ($t_1(58) = -0.57$, $p = .955$, $d = -0.01$; $t_2(59) = -.80$, $p = .425$, $d = -0.13$ ($M_{high} = 433.95$, $SD_{high} = 272.53$; $M_{low} = 432.36$, $SD_{low} = 281.08$) or Group ($t_1(57) = 1.23$, $p = .816$, $d = 0.32$; $t_2(59) = -5.34$, $p < .001$, $d = -0.68$ ($M_{N-UNI} = 199.40$, $SD_{N-UNI} = 127.58$; $M_{UNI} = 240.13$, $SD_{UNI} = 126.59$)) on image looking time, although t_2 analyses showed a significant a main effect of Group. No differences were found in image looking times between sentences with high- and low-frequency words, and the participants of both groups looked at the image equally.

Only two negative correlations were found in total gaze duration (Picture) and perceptions of text difficulty with image looking time (see supplementary Table s5); however, the p-values were not significant when the FDR was applied (see supplementary Table s6).

Text measures

Text reading time showed significant main effects of Picture ($M_{image} = 74.69$, $SD_{image} = 25.85$; $M_{no-image} = 78.31$, $SD_{no-image} = 26.09$) and Group ($M_{UNI} = 65.41$, $SD_{UNI} =$



17.55; $M_{N-UNI} = 87.22$, $SD_{N-UNI} = 27.47$) (see Table 2). Reading times for sentences with an image were shorter than reading times for sentences without an image $F_1(1,57) = 6.88$, $p < .05$, $\eta^2_p = .11$; $F_2(1,59) = 16.65$, $p < .001$, $\eta^2_p = .22$, and university adults had shorter reading times than non-university adults $F_1(1,57) = 13.10$, $p < .01$, $\eta^2_p = .19$; $F_2(1,59) = 1017.37$, $p < .001$, $\eta^2_p = .95$. No other main effects or interactions were significant (see supplementary Table s7 for the full ANOVA).

Text gaze duration showed significant main effects of Picture ($M_{image} = 52.50$, $SD_{image} = 15.03$; $M_{no-image} = 54.33$, $SD_{no-image} = 14.01$) and Group ($M_{UNI} = 45.08$, $SD_{UNI} = 8.31$; $M_{N-UNI} = 61.54$, $SD_{N-UNI} = 14.25$) (see Table 2). Sentences with image were viewed for less time than sentences without image $F_1(1,57) = 6.16$, $p < .01$, $\eta^2_p = .10$; $F_2(1,59) = 7.57$, $p < .01$, $\eta^2_p = .11$, and university adults showed shorter gaze duration times compared to non-university adults $F_1(1,57) = 29.09$, $p < .001$, $\eta^2_p = .34$; $F_2(1,59) = 1263.97$, $p < .001$, $\eta^2_p = .96$. No other main effects or interactions were significant (see Table s7).

Text regressions out showed a significant main effect of Picture ($M_{image} = 0.09$, $SD_{image} = 0.04$; $M_{no-image} = 0.10$, $SD_{no-image} = 0.04$) (see Table 2). Sentences with a picture resulted in a lower probability of regression than sentences without a picture $F_1(1,57) = 7.32$, $p < .01$, $\eta^2_p = .11$; $F_2(1,59) = 14.58$, $p < .001$, $\eta^2_p = .20$. No other main effects or interactions were significant (see Table s7).

Target-word measures

Target reading time showed three significant main effects: Picture ($M_{image} = 592$, $SD_{image} = 252$; $M_{no-image} = 651$, $SD_{no-image} = 280$), Frequency ($M_{high} = 503$, $SD_{high} = 208$; $M_{low} = 489$, $SD_{low} = 206$), and Group ($M_{UNI} = 477$, $SD_{UNI} = 130$; $M_{N-UNI} = 763$, $SD_{N-UNI} = 277$) (see Table 3). Sentences with an image showed shorter reading times than sentences without an image $F_1(1,57) = 12.21$, $p < .01$, $\eta^2_p = .18$; $F_2(1,59) = 10.40$, $p < .01$, $\eta^2_p = .15$.



The high-frequency words had shorter reading times than low-frequency words $F_1(1,57) = 122.17, p < .001, \eta^2_p = .68; F_2(1,59) = 171.32, p < .001, \eta^2_p = .74$. The university group had shorter reading times compared to the non-university group $F_1(1,57) = 25.60, p < .001, \eta^2_p = .31; F_2(1,59) = 417.11, p < .001, \eta^2_p = .88$.

There was also a significant Frequency \times Group interaction $F_1(1,57) = 18.33, p < .001, \eta^2_p = .24; F_2(1,59) = 47.11, p < .001, \eta^2_p = .44$ (see Figure 3). Although all paired comparisons were significant ($p < .001$), the comparison of the differences in the frequencies of target words between groups was significant (non-university had a larger difference than university), $t_1(35.77) = 4.38, p < .001, d = 1.46; t_2(59) = 7.34, p < .001, d = 1.24$ ($M_{N-UNI} = 328.63, SD_{N-UNI} = 218.76; M_{UNI} = 143.69, SD_{UNI} = 74.11$), which explained the interaction (see Figure 2). But the adaptation did benefit both groups: frequency-based comparisons revealed that low-frequency words had longer reading times than high-frequency words in both participant groups [non-university: $t_1(29) = 8.23, p < .001, d = 1.50; t_2(59) = 12.06, p < .001, d = 1.56$; university: $t_1(28) = 10.44, p < .001, d = 1.94; t_2(59) = 7.53, p < .001, d = 0.97$].

No other interactions were significant (see Table s8).



Figure 2

Upper left panel shows the mean target reading times for the Frequency × Group interaction. Upper right panel shows the mean target gaze duration for the Frequency × Picture interaction. Lower left panel show mean target gaze duration for the Frequency × Group interaction. Error bars indicate standard error of the mean. *** $p < .001$, ** $p < .01$

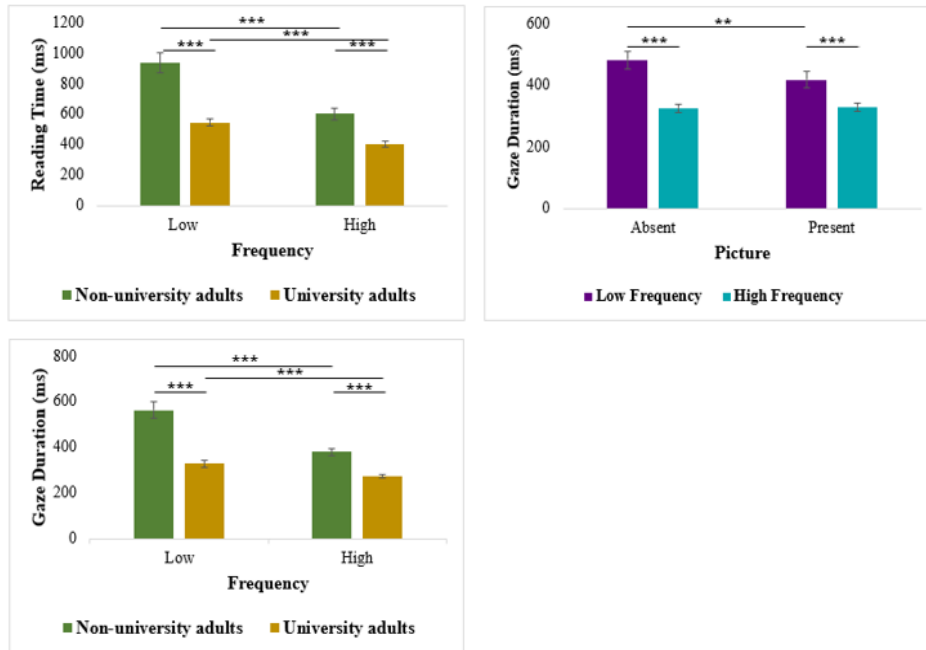


Table 2

Means (and standard deviations) of text eye-tracking measures

Measure	Non-University group							
	No Picture - Low		Picture - Low		No Picture - High		Picture - High	
	<i>M (SD)</i>	Range	<i>M (SD)</i>	Range	<i>M (SD)</i>	Range	<i>M (SD)</i>	Range
Text reading time (sec)	88.57 (27.63)	36.40-151.74	86.08 (28.32)	51.26-177.98	89.70 (33.27)	50.55-168.27	84.53 (30.87)	27.19-167.77
Text gaze duration (sec)	62.73 (14.52)	32.40-91.56	61.88 (15.58)	41.98-109.77	61.78 (15.20)	38.82-100.44	59.76 (15.88)	23.44-94.11
Text regressions out (p)	0.09 (0.04)	0.01-0.20	0.08 (0.05)	0.00-0.22	0.10 (0.05)	0.02-0.19	0.08 (0.05)	0.01-0.19

Measure	University group							
	No Picture - Low		Picture - Low		No Picture - High		Picture - High	
	<i>M (SD)</i>	Range	<i>M (SD)</i>	Range	<i>M (SD)</i>	Range	<i>M (SD)</i>	Range
Text reading time (sec)	66.03 (16.61)	39.42-105.82	65.43 (19.61)	33.40-125.22	68.20 (18.77)	32.40-121.74	61.99 (19.86)	28.97-122.40
Text gaze duration (sec)	46.75 (8.58)	28.59-70.86	45.01 (8.83)	25.13-66.50	45.51 (8.37)	26.16-67.71	43.07 (9.33)	22.20-64.46
Text regressions out (p)	0.11 (0.05)	0.04-0.22	0.10 (0.04)	0.05-0.22	0.10 (0.05)	0.03-0.23	0.10 (0.05)	0.00-0.20

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE22e00033603598

CSV

GEISER-fd74-bb39-3e41-4b10-bfa4-795c-04a0-6b45

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

02/08/2022 13:03:18 Horario peninsular



Table 3

Means (and standard deviations) of target-word eye-tracking measures

Measure	Non-University group							
	No Picture - Low		Picture - Low		No Picture - High		Picture - High	
	<i>M (SD)</i>	Range	<i>M (SD)</i>	Range	<i>M (SD)</i>	Range	<i>M (SD)</i>	Range
Target reading time (ms)	993 (380)	482-2082	861 (364)	314-1742	609 (268)	255-1266	589 (213)	258-1163
Target gaze duration (ms)	611 (210)	275-1204	518 (209)	234-1111	372 (106)	221-617	388 (106)	229-623
Target regressions out (p)	0.16 (0.09)	0.00-0.36	0.14 (0.12)	0.00-0.47	0.17 (0.11)	0.00-0.40	0.14 (0.12)	0.00-0.44
Regression path duration (ms)	1030 (406)	450-2177	802 (327)	258-1554	577 (185)	221-960	599 (245)	266-1258

Measure	University group							
	No Picture - Low		Picture - Low		No Picture - High		Picture - High	
	<i>M (SD)</i>	Range	<i>M (SD)</i>	Range	<i>M (SD)</i>	Range	<i>M (SD)</i>	Range
Target reading time (ms)	572 (162)	270-912	526 (184)	251-998	424 (126)	197-691	384 (137)	174-782
Target gaze duration (ms)	347 (91)	186-584	314 (127)	212-798	279 (57)	175-447	267 (60)	164-446
Target regressions out (p)	0.20 (0.13)	0.00-0.46	0.17 (0.10)	0.00-0.33	0.16 (0.13)	0.00-0.43	0.10 (0.08)	0.00-0.29
Regression path duration (ms)	628 (261)	278-1337	499 (231)	261-1297	405 (114)	236-645	390 (164)	184-1101



Target gaze duration showed three significant main effects: Picture ($M_{image} = 373$, $SD_{image} = 144$; $M_{no-image} = 403$, $SD_{no-image} = 142$), Frequency ($M_{high} = 503$, $SD_{high} = 208$; $M_{low} = 448$, $SD_{low} = 184$), and Group ($M_{UNI} = 302$, $SD_{UNI} = 68$; $M_{N-UNI} = 472$, $SD_{N-UNI} = 134$) (see Table 3). Sentences with an image had shorter gaze durations than sentences without an image $F_1(1,57) = 5.99$, $p < .05$, $\eta^2_p = .10$; $F_2(1,59) = 5.79$, $p < .05$, $\eta^2_p = .09$. The high-frequency words had shorter gaze durations than low-frequency words $F_1(1,57) = 105.52$, $p < .001$, $\eta^2_p = .65$; $F_2(1,59) = 236.48$, $p < .001$, $\eta^2_p = .80$. The university group had shorter gaze durations compared to non-university group $F_1(1,57) = 37.49$, $p < .001$, $\eta^2_p = .40$; $F_2(1,59) = 377.63$, $p < .001$, $\eta^2_p = .87$.

There was also a significant Frequency \times Picture interaction $F_1(1,57) = 7.08$, $p < .05$, $\eta^2_p = .11$; $F_2(1,59) = 17.67$, $p < .001$, $\eta^2_p = .23$ (see Figure 3), and a Frequency \times Group interaction $F_1(1,57) = 29.07$, $p < .001$, $\eta^2_p = .34$; $F_2(1,59) = 49.27$, $p < .001$, $\eta^2_p = .46$ (see Figure 3). Paired comparisons for the Frequency \times Picture interaction revealed that the comparison of low- vs. high-frequency words was significant both when the picture was absent and present [absent: $t_1(58) = 5.08$, $p < .001$, $d = 0.66$; $t_2(59) = 7.78$, $p < .001$, $d = 1.00$; present: $t_1(58) = 7.67$, $p < .001$, $d = 1.00$; $t_2(59) = 11.65$, $p < .001$, $d = 1.50$]. The paired comparison of low-frequency words with image present vs. image absent was also significant $t_1(58) = 2.69$, $p < .01$, $d = 0.35$; $t_2(59) = 3.66$, $p < .01$, $d = 0.47$. However, the paired comparison of high-frequency words with image present vs. image absent was not significant $t_1(58) = -.29$, $p = .771$, $d = 0.04$; $t_2(59) = -.48$, $p = .636$, $d = 0.06$.

Paired comparisons for the Frequency \times Group interaction were all significant. The low-frequency words resulted in longer Target Gaze Duration than high-frequency words for both groups [non-university: $t_1(29) = 8.68$, $p < .001$, $d = 1.58$; $t_2(59) = 16.19$, $p < .001$, $d = 2.09$; university: $t_1(28) = 5.74$, $p < .001$, $d = 1.07$; $t_2(59) = 11.13$, $p < .001$, $d = 1.58$].



= 1.44]. But, once again, the effect was larger in the non-university group and the comparison of the differences in the frequencies of target words between groups was significant $t_1(40.78) = 5.47, p < .001, d = 1.71; t_2(59) = 8.08, p < .001, d = 1.62$ ($M_{N-UNI} = 115.74, SD_{N-UNI} = 21.13; M_{UNI} = 52.59, SD_{UNI} = 9.77$), as expected from the interaction (see Figure 3).

No other interactions were significant (see Table s8).

Target regressions out showed significant main effects of Picture ($M_{image} = 0.14, SD_{image} = 0.08; M_{no-image} = 0.17, SD_{no-image} = 0.10$) and Frequency ($M_{high} = 0.14, SD_{high} = 0.09; M_{low} = 0.17, SD_{low} = 0.09$) (see Table 3). Sentences with an image showed less probability of regression than sentences without an image $F_1(1,57) = 7.56, p < .01, \eta^2_p = .12; F_2(1,59) = 5.66, p < .05, \eta^2_p = .09$, and high-frequency words had less probability of regression than low-frequency words $F_1(1,57) = 5.76, p < .05, \eta^2_p = .09; F_2(1,59) = 7.63, p < .01, \eta^2_p = .12$

There was also a significant Frequency \times Group interaction $F_1(1,57) = 6.10, p < .05, \eta^2_p = .10; F_2(1,59) = 7.27, p < .01, \eta^2_p = .11$ (see Figure 4). Paired comparison indicated no significant differences between the two groups for the sentences with low-frequency words $t_1(57) = -1.42, p = .162, d = 0.37; t_2(59) = -1.65, p = .105, d = 0.21$, or the sentences with high-frequency words $t_1(57) = 1.01, p = .319, d = 0.26; t_2(59) = 1.85, p = .070, d = 0.24$. The non-university students revealed no difference based on word frequency $t_1(29) = -.07, p = .952, d = 0.01; t_2(59) = -0.23, p = .823, d = 0.03$, but the university students showed significantly greater probability of regressions for the sentences with low-frequency words $t_1(28) = 3.55, p < .01, d = 0.66; t_2(59) = 3.47, p < .01, d = 0.45$.¹

No other main effects of interactions were significant (see Table s8).



Regression path duration showed significant main effects of Picture ($M_{image} = 574$, $SD_{image} = 241$; $M_{no-image} = 660$, $SD_{no-image} = 256$), Frequency ($M_{high} = 494$, $SD_{high} = 173$; $M_{low} = 740$, $SD_{low} = 309$), and Group ($M_{UNI} = 481$, $SD_{UNI} = 127$; $M_{N-UNI} = 752$, $SD_{N-UNI} = 233$) (see Table 3). Sentences with an image had shorter regression path duration than sentences without an image $F_1(1,57) = 13.84$, $p < .001$, $\eta^2_p = .20$; $F_2(1,59) = 12.45$, $p < .01$, $\eta^2_p = .17$. The high-frequency words had shorter regression path duration than low-frequency words $F_1(1,57) = 179.13$, $p < .001$, $\eta^2_p = .76$; $F_2(1,59) = 207.44$, $p < .001$, $\eta^2_p = .78$. The university students had shorter regression path duration to non-university students $F_1(1,57) = 34.63$, $p < .001$, $\eta^2_p = .38$; $F_2(1,59) = 391.22$, $p < .001$, $\eta^2_p = .87$.

In addition, there was a significant Frequency \times Picture interaction $F_1(1,57) = 8.03$, $p < .01$, $\eta^2_p = .12$; $F_2(1,59) = 13.38$, $p < .01$, $\eta^2_p = .19$ (see Figure 3). The paired comparisons of low- vs. high-frequency words with an image and no image were both significant [present: $t_1(58) = 5.09$, $p < .001$, $d = 0.66$; $t_2(59) = 7.11$, $p < .001$, $d = 0.92$; absent: $t_1(58) = 5.09$, $p < .001$, $d = 1.30$; $t_2(59) = 11.50$, $p < .001$, $d = 1.48$]. But the comparison of picture present vs. absent was significant for low-frequency words $t_1(58) = 4.51$, $p < .001$, $d = 0.59$; $t_2(59) = 4.44$, $p < .001$, $d = 0.57$, whereas the high-frequency words was not $t_1(58) = .36$, $p = .717$, $d = 0.05$; $t_2(59) = 0.98$, $p = .334$, $d = 0.13$.²

No other interactions were significant (see Table s8).

Perceptions of text difficulty

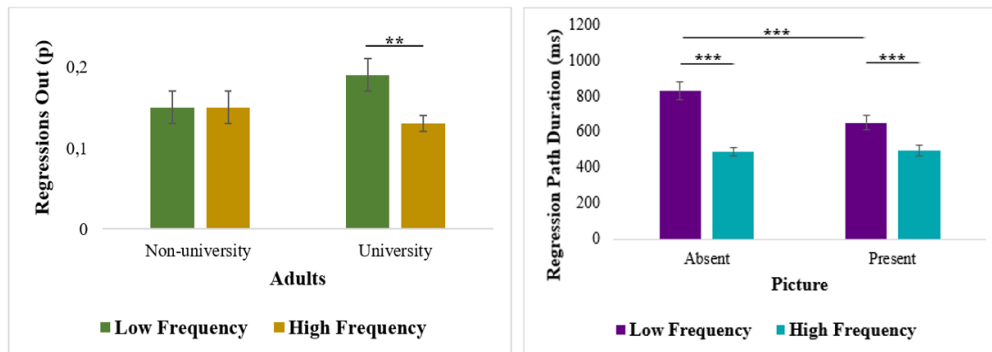
Participants' perceptions of text difficulty, assessed by the final question in each block, showed that participants evaluated sentences as relatively easy to understand (overall mean: $M = 2.43$, $SD = 0.79$). There were no main effects or interactions of Picture, Frequency, or Group (all p 's $> .05$; see supplementary Table s4 for the full ANOVA).

² The data set of items (F_2) did not have a normal distribution. Thus, non-parametric analyses were performed. The same main effects and interaction were obtained.



Figure 3

Left panel shows the mean target regressions for the Frequency × Group interaction. Right panel shows the mean regression path duration for the Frequency × Picture interaction. Error bars indicate standard error of the mean. *** $p < .001$, ** $p < .01$



Discussion

This study evaluated the efficacy of visual support and word frequency (i.e. *Easy-to-Read* suggestions) on sentence processing in adults with differing education levels.

The first research question, which focused on visual support and lexical simplification, led us to hypothesize that both would have a positive impact on processing and comprehension. To a large extent, this hypothesis was borne out in our data. In the following discussion, we focus primarily on the impact of visual support, given that word frequency has been amply demonstrated in many psycholinguistic studies (e.g., Ashby et al., 2005; Hyönä & Olson, 1995). In relation to comprehension accuracy, we found that the presence of a picture led to more accurate comprehension (see also Jones et al., 2007). With respect to facilitation of processing (eye tracking measures) at the text- and word-level, we found reduced text gaze duration, text total fixation duration, and probability of regression in sentences accompanied by an image. That is, picture produced a main effect in which presence of a picture reduced processing effort, and similar effects were



observed at the word level. Furthermore, similar image looking times between groups demonstrates this general facilitating effect of visual support on processing. These results indicate that visual support assists in the processing of words at both the overall sentence level and at the level of individual words contained within the sentence. Since our visual support provided a broad depiction of the meaning of the sentence, we expected that participants would be able to extract situational-event information (i.e. propositional content), which would allow readers to predict either particular upcoming words or to activate particular regions in the semantic network. Thus, the eye-tracking data suggests that visual support assists in the creation/activation of mental representations, which can be combined (and integrated) together with the linguist context, and thus, facilitates processing (Mayer, 2009; Sadoski & Paivio, 2004, 2012). We acknowledge that this effect seems obvious and straightforward, as multiple streams of information or multiple avenues to meaning should always be beneficial. However, as noted in the Introduction, the literature on visual support is extremely mixed: studies use different types of visual support such as images, graphics and symbols; studies with the same type of visual support produce different results; and different effects of visual support are found in the population with and without disabilities. For instance, different results have been observed with supporting symbols (Jones et al., 2007; Poncelas & Murphy, 2007); and, even in the meta-analysis by Guo et al. (2020), studies with adults with a medium-large effect size were identified with different types of support in black and white (picture and pictorial diagram) and in color (flow diagram) (i.e., Jian & Wu, 2015; Liu et al., 2009; Mayer et al., 1996; Mayer & Gallini, 1990; Waddill et al., 1988). With this study we know that visual support moderately helps in adult reading; however, we still need more research to know which type of visual support is the most useful to support reading, and whether the goal of the reading task is involved in the selection of the type of visual



support. In any case, it seems that general contextualizing pictures which include all elements of a sentence can be moderately supportive of its comprehension.

The second research question focused on whether visual support and lexical simplification would interact to affect sentence processing. Obviously, the low-frequency / no picture condition is the most difficult, and the high-frequency / picture condition is the easiest. Interactions are essentially dependent upon the results of the other two middle-difficulty conditions (i.e. low-frequency / picture and high-frequency / no picture). There were no interactions in how difficult participants judged the sentences to be, and there were no interactions on comprehension accuracy.

In terms of eye movement measures, we observed interactions between Frequency and Group, and between Frequency and Picture. Across all the measures, we never observed an interaction of Picture and Group, and there was never a three-way interaction. Moreover, these interactions occurred primarily at the word level. The Frequency by Group interactions showed that lexical simplification (i.e. high-frequency words) resulted in target word total fixation durations and gaze durations for the non-university students that were much more similar to the total fixation durations in university students. Thus, our data clearly shows that lexical simplification produces a strong positive effect on processing, specifically in individuals with a low level of education.

There are similarities with Frequency by Picture interactions that were observed in target gaze duration and target regression path durations. For both, results showed that the presence/absence of the picture made a larger difference when the sentence contained a low-frequency word. In contrast, processing times with the high-frequency words were lower overall and not affected as much by the presence/absence of an image. Therefore, the presence of an image reduced the slower lexical access associated with recognition of low-frequency words. These results corroborate previous evidence of visual support



facilitating lexical access, and the understanding of unfamiliar words (Huettig et al., 2011; Montag et al., 2015; Qu et al., 2016), but again, this result has not been consistent in the literature. Also consistent with the literature is our finding that the effect sizes for the use of pictures is small to moderate. Potentially, pictures may have a smaller effect at this educational level. This could be due to the fact that the relationship between the picture and the text is in general less straightforward. Participants can interpret and use visuals in many ways, and in the absence of specific instructions to use the picture (although they did all look at the images), they may be making an inefficient use of it (Jian, 2018). Across studies, pictures themselves bear very different relations with text and are of diverse perceptual quality and content. Although careful consideration was given to including target word content in the pictures, other visual elements may have been less well controlled for.

The third research question focused on the effects of education level on sentence processing. As expected, we found that non-university students comprehended sentences less accurately than university students. We found a 10% difference in comprehension accuracy based on education level, which represented a large effect size. This is similar to data reported by PIACC (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2013), in which lower reading comprehension is observed in individuals with low-to-medium education level. In general, the non-university students spent longer reading the sentences, as shown by several significant main effects. Educational level was up to a point confounded with IQ and language measures. There is most likely a mutual influence between these variables: greater exposure to formal education will impact positively on cognitive and linguistic development, but also cognitive and linguistic abilities will impact academic achievement (Ritchie & Tucker-Drob, 2018).



Moreover, we hypothesized that visual support and lexical simplification would differentially influence sentence processing in the two groups. The primary interactions between Group and the within-subject variables (as described in the previous paragraph) involved word frequency.

The interactions with word frequency are similar to Barnes et al. (2017), who explored the reading skills of a group of adults enrolled in a basic education program. The lower education adults exhibited longer fixations (similar to what we found) and a greater number of regressions (see also Ashby et al., 2005). In our study, we found differences in regression path duration but not in regressions out between groups (Barnes et al. did not examine regression path duration). With respect to regressions, it is possible that the difference between low- and high-frequency words was such that it caused integration difficulty (requiring re-reading) for both groups of participants. Further work is needed to confirm this possibility.

However, despite there being no differences in the probability of regressions out, we found a Frequency by Group interaction effect in which university adults decreased probabilities of regressions out with lexical simplification while non-university adults did not. Comprehension monitoring refers to the identification and repair of misunderstandings when reading a text. Previous studies have demonstrated that elementary school students with greater literacy, academic language, and vocabulary implement comprehension repair strategies when inconsistent words are found in the text, resulting in more time rereading (Connor et al., 2015; Zargar et al., 2020). In our study, low-frequency words could have been perceived as inconsistencies in sentences, leading to the observed reduction in regressions in university adults when they were substituted for high-frequency words. In contrast, non-university adults, who also had a lower level of vocabulary, did not present these monitoring strategies (Tighe & Schatschneider,



2016b), and evidenced no change in probability of regressions out with lexical simplification.

Implications and Applied value

The most obvious implication of our study for individuals with low education / poor comprehension is lexical simplification. Specifically, substituting high-frequency words for low-frequency words helped non-university adults reduce the processing time associated with lexical access and integration, enabling them to read more similarly to university adults. Therefore, our data supports the idea of using simple language, as suggested in the Easy-to-Read recommendations (Asociación Española de Normalización, 2018; Freyhoff et al., 1998; Tronbacke, 1997). Regarding visual support, we did not find differences between groups based on the presence or absence of an image. However, we did observe main effects of Picture in terms of both comprehension accuracy and eye tracking measures, and beyond that, the effect of picture tended to be larger when the sentence contained a low-frequency word. The fact that pictures are more useful in the context of low-frequency words indicate that designers should carefully consider the vocabulary specifically used in text when drawing supporting illustrations. In short, an image can facilitate processing and comprehension, and benefit everyone regardless of education level.

Limitations

The results of this study have yielded interesting and important findings. However, several limitations must be kept in mind. The first is that we used cartoon-type images as visual support, and so, at this time, we are limited in how much our results map onto the other studies in the literature that used photographs or symbols as visual support. Second, the sentences that we tested were relatively simple overall, and resulted in generally high comprehension accuracy. There were some ceiling effects in the dataset



(three participants), particularly within the university student sample. Finally, we feel that the timing of visual support is an important variable. In the current study, the image was presented simultaneously with the sentence, and so we do not know whether visual support would have made a larger impact on processing if it was presented prior to the sentence. This is an important issue, which should be addressed in future studies.

Summary of the Study 2

In summary, visual support facilitates sentence processing for adult readers. This type of support promotes both lexical access and integration of low-frequency words, and tends to result in fewer regressions. Lexical simplification also helps processing and comprehension of sentences, and lexical simplification produces a much larger effect on individuals with a low level of education. Estimates suggest that one-fifth of the population of Spain meet the criteria for low education level, and thus, a sizable portion of people may benefit from Easy-to-Read suggestions in certain contexts. Therefore, the main take-home message of this study is that lexical simplification seems to benefit processing of written information for individuals with a low level of education, and the second is that visual support produces a more general effect, and seems to benefit processing of more complex written materials in particular.



ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE22e00033603598

CSV

GEISER-fd74-bb39-3e41-4b10-bfa4-795c-04a0-6b45

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

02/08/2022 13:03:18 Horario peninsular



GEISER-fd74-bb39-3e41-4b10-bfa4-795c-04a0-6b45

2.3 Apoyo visual y simplificación léxica en adultos con dislexia

Study 3. An experimental eye-tracking study of text adaptation for readers with dyslexia: effects of visual support and word frequency

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE22e00033603598

CSV

GEISER-fd74-bb39-3e41-4b10-bfa4-795c-04a0-6b45

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

02/08/2022 13:03:18 Horario peninsular



This study is based on:

- Article:
Rivero-Contreras, M., Engelhardt, P. E., & Saldaña, D. (2021). An experimental eye-tracking study of text adaptation for readers with dyslexia: effects of visual support and word frequency. *Annals of Dyslexia*. <https://doi.org/10.1007/s11881-021-00217-1>
- Oral communication in conference:
Rivero-Contreras, M., Engelhardt, P. E., y Saldaña, D. (2021). *¿Lectura fácil para universitarios? Un estudio experimental de movimientos oculares sobre simplificación léxica y apoyo visual* [Oral communication]. I Congreso Internacional de Universidades Inclusivas (CIUIS) (International Congress of Inclusive Universities). Sevilla, Spain.



Introduction

The most relevant results of Study 2 were that visual support produced a more general effect on the processing of written materials and that lexical simplification appeared to benefit the processing of written information at the word level for adults with a low level of education. In fact, lexical simplification resulted in much more similar reading times and gaze durations between the two groups of adults. Given these data with a normotypical adult population, we now ask whether the same would be true for a population with a neurodevelopmental disorder; specifically, with adults with dyslexia, since they also present a low vocabulary that can translate into low reading comprehension. It is a group in which other different adaptations are sought (changing the font type, font size, spacing between characters, and text colour or background colour) to improve decoding, but very little consideration has been given to content adaptations, such as the two adaptations that we propose in this doctoral thesis. The experimental task was the same but adapted to English. This study was carried out during the first research stay at the University of East Anglia in the UK (in 2018). Visual support and lexical simplification in this population are summarised in the following.

Visual support

Our study focuses on the impact of a much recommended adaptation in easy-to-read guidelines: the use of visual representations to facilitate text comprehension (i.e. graphical support). Images, illustrations, or symbols can accompany text or written information, so that when readers encounter a part of the text they do not understand or an unknown word, the visual representation can be used to bootstrap the understanding of the sentence/text. According to the *multimedia principle* of the cognitive theory of multi-media learning (Mayer, 2009), people learn more from words and pictures



combined than from words alone. This is because using images and words together effectively facilitates generative processing, that is, reducing the effort or cognitive load required of students to understand the material, and thus, promoting/enhancing learning.

However, there are several studies that have empirically evaluated the facilitation of understanding in easy and difficult texts with the use of images or symbols, but results have been mixed and do not specifically address readers with dyslexia. For example, Yaneva (2016) used three educational texts in two versions: the original texts, which had no accompanying images and the original texts with images. She wanted to examine whether the texts-with-images facilitated comprehension in people with autism. Yaneva found that the inclusion of images to accompany complex words had no effect on comprehension for adult participants with autism or for neurotypical adults. Dye et al. (2007) assessed the ability to give consent by participants with intellectual disabilities with several different versions of a questionnaire: Control (information followed by a questionnaire), Section (information presented in sections and asking questions after each one), and Photography (information accompanied by six photographs, followed by a questionnaire). They found no significant differences in the ability to consent between experimental conditions. Poncelas and Murphy (2007) examined whether a symbol-based manifesto increased understanding in people with intellectual disabilities. They created two versions of a simplified manifesto: one text-based and the other symbol-based (with text). Both versions produced relatively low levels of understanding, without significant differences between them. However, Jones et al. (2007) evaluated the comprehension of adults with learning disabilities on texts with symbols. They used four passages of texts, of which half had symbols, and 12 comprehension questions associated with the symbolized text and 12 related to “plain” text. The participants' comprehension scores were significantly higher for the symbolized passages than for the non-symbolized ones.



Thus, the literature on image support on comprehension is mixed, and as mentioned previously, no work has assessed image support in dyslexia.

Lexical simplification

Lexical simplification is another recommendation included in easy-to-read guidelines. Reading time and accuracy studies, which directly examined the effects of word frequency, in adult dyslexic readers found that low-frequency words are indeed more difficult for dyslexics to process (Suárez-Coalla & Cuetos, 2015; Rüsseler et al., 2003). Eye tracking studies also support these findings. Hyönä and Olson (1995) examined fixations of young adults with and without dyslexia, while they read aloud two texts. They found significantly longer gaze durations and re-inspection times on low-frequency and long words, compared to high-frequency and short words. Rello et al. (2013) compared reading of texts in which words were substituted by shorter/longer and more/less frequent synonyms in individuals with and without dyslexia. They found non-dyslexic participants read significantly faster and had shorter fixation durations than those with dyslexia. However, dyslexics read significantly faster and had significantly shorter fixation durations with high-frequency and shorter words, which also increased their text comprehension. Jones et al. (2007) evaluated regularity effects between adults with developmental dyslexia and control readers. They used regular-, irregular-consistent and irregular-inconsistent low- and high-frequency words (regular words are words with transparent grapheme-to-phoneme correspondence). They found that dyslexic readers took longer and returned more often to target words. More importantly, for both groups they observed that frequent words elicited significantly shorter initial fixations than infrequent words. This indicated that dyslexic readers process intrinsic orthographic or phonological word properties more easily when words are familiar, thus providing support for the recommendation of lexical simplification in dyslexia.



The current study

In the present study, we attempted to empirically validate the impact of easy-to-read guidelines of visual support and lexical simplification, and their possible interaction, in readers with dyslexia. As described above, lexical access, especially for low-frequency words, can be an issue which slows down reading and hinders comprehension in dyslexic readers. Pictorial support has been recommended generally, but it is not clear whether it is a useful adaptation for dyslexic readers. More interestingly, we explored whether a visual scenario accompanying a sentence does not only provide support for general comprehension of a sentence, but also a facilitating context which impacts positively on the lexical processing of a target word within the sentence. Many studies have evaluated the effect of word frequency on reading (Inhoff & Rayner, 1986; Just & Carpenter, 1980; Rayner & Duffy, 1986; Staub, White, Drieghe, Hollway, & Rayner, 2010), but none have observed whether the support of a visual representation of the sentence can facilitate the processing of high- and low-frequency words.

As in Study 2, here we collected both global (at the level of the whole text) and local (at target-word level) measures by monitoring the eye movements of the participants as they read. Global measures of the text reading time, text gaze duration (sum of the gaze duration of all words in the text) and text regressions out were used. Local measures of target reading time, target gaze duration, target regressions out, regression path duration were collected. Fixation duration measures such as text/target gaze duration and text/target reading time are indicators of lexical access (Inhoff & Rayner, 1986; Morton, 1969; Whaley, 1978) and are related to processing and integration of words, and text/target regressions out and regression path duration reflect the ability to understand (Schotter, Tran, & Rayner, 2014). In addition, the accuracy of comprehension was assessed via true-or-false questions about the sentences.



The current study had four goals. The first was to examine the influence of a visual representation on text- and word-level processing. The second goal was to replicate the influence of word frequency at these two levels, as observed in previous studies. The third was to evaluate the influence of visual representation and lexical simplification in dyslexic readers, specifically. The fourth was to observe whether the influence of visual support and word frequency on sentence processing is modulated by other factors commonly known to impact decoding and comprehension, more specifically, vocabulary and print exposure.

These aims were addressed in the following four research questions:

- Research Question 1 (RQ1). Does visual representation facilitate sentence processing at text- and word-level?
- Research Question 2 (RQ2). Does lexical simplification facilitate sentence processing at text- and word-level?
- Research Question 3 (RQ3). Do the effects of visual representation and lexical simplification influence dyslexic readers differently from typically developing readers?
- Research Question 4 (RQ4). Are the effects of visual representation and lexical simplification on sentence processing modulated by Vocabulary and/or Print Exposure?

For RQ1 and RQ2, four experimental conditions were created with a 2×2 design, resulting from the combination of the inclusion (or not) of supporting visual scenes and word frequency. This results in sentences with a low-frequency target word and without a visual scene, a low-frequency word and a visual scene, a high-frequency word without a scene, and a high-frequency word with a scene. For these research questions, we hypothesized that the image and high-frequency words would facilitate text and word-



level processing. We had no hypotheses for interaction effects. We also expected greater accuracy in sentences with an image and sentences with a high-frequency target word. For global level eye-tracking measures, we expected shorter text reading time, shorter text gaze duration, and lower probability of regressions out in these conditions. At the local level (target word), trials with an image and with a high-frequency target word would show shorter target total reading time, shorter target gaze duration, shorter regression path duration, and lower probability of regressions out. Therefore, we expected to find effects of word frequency in line with previous studies, but also an effect of the presence of the image, similar to the recommendations in the easy-to-read guidelines.

In relation to the third aim (RQ3), in addition to a main effect of dyslexia (unrelated in practice to our research aim), we expected an interaction of frequency and image, with greater facilitation of reading for dyslexic readers than for typically-developing readers, since there would potentially be greater room for improvement in lexical access and comprehension for them.

For RQ4, we wanted to determine whether the influence of visual support and word frequency on sentence processing is modulated by other factors commonly known to impact decoding and comprehension, and specifically, vocabulary and print exposure. We hypothesized that the influence of visual support and word frequency on sentence processing would be modulated by vocabulary and print exposure. Thus, we expected to observe a greater effect of vocabulary and print exposure in sentences with an image and high-frequency words on text- and word-level processing. More specifically, we expected readers with poorer vocabulary and less reading experience (print exposure) to benefit most from these adaptations, as shown with greater reductions in reading times and regressions.



Method

Participants

A total of 40 university students (20 dyslexic, 7 males, 13 females; 20 controls, 5 males, 15 females) took part in this study. To assess print exposure, receptive vocabulary, and processing speed, we used the Author Recognition Test, the Peabody Picture Vocabulary Test, and the Rapid Automatized Naming Test respectively, all which are described in the next section. Groups were matched on chronological age, print exposure, and receptive vocabulary, but not on processing speed in number and letter naming (see Table 1).

All participants with dyslexia verified that they had received diagnostic assessments for dyslexia in the past and were on the disability register at the university. Given the extra provision provided to students with learning disabilities (e.g. grading concessions and extra time on exams), documentation of a positive diagnosis is required by the university in all cases. All participants were native speakers of British English with normal or corrected-to-normal vision. Participants in the dyslexic group were reimbursed £5 for their time, and controls were compensated with participation credits. The study was approved by the School of Psychology Research Ethics Committee at the University of East Anglia (United Kingdom). Before carrying out the study, written informed consent was obtained from all participants, and all were debriefed at the end of the study.



Table 1

Summary of chronological age, RAN, ART, and PPVT scores for participants in the dyslexic and control groups

	Control (n = 20)		Dyslexic (n = 20)		t value	Cohen's d
	Mean (SD)	Range	Mean (SD)	Range		
Age (years)	19.90 (1.25)	18-22	21.55 (5.50)	18-43	-1.31	0.41
RAN numbers	12.25 (3.09)	8-20	18.10 (5.68)	11-30	-4.05*	1.28
RAN letters	12.45 (2.54)	8-16	19.75 (5.88)	12-31	-5.09*	1.61
ART	9.70 (7.51)	0-30	7.30 (3.95)	1-15	1.27	-0.40
PPVT	101.45 (8.99)	79-117	103.75 (2.33)	82-120	-.75	0.35

Note. Reported scores for RAN tasks and ART are raw scores. Standard scores are reported for PPVT.

Abbreviations: RAN, Rapid Automatized Naming; ART, Author Knowledge Test; PPVT, Peabody Picture Vocabulary Test

* $p < .001$.

Materials

Rapid Automatized Naming Test (RAN) (Denckla & Rudel, 1976; Norton & Wolf, 2012).

A letter and a number RAN test were used from the Comprehensive Test of Phonological Processing (CTOPP-2). This test is a strong predictor of reading skills related to processing speed. Participants must respectively name a series of letters or numbers sequentially as quickly as possible. In each task, there are four rows of nine items. Time was recorded with a stopwatch. The score for each task was the total time to complete the task. Mean internal reliability of the CTOPP-2 subtests exceeds .80 (Wagner et al., 2013).



Author Recognition Test (ART) (Acheson et al., 2008).

All participants completed individually the ART, which contained 65 literary author names from the Acheson et al. (2008) version of the test, along with 65 additional names, which did not refer to known authors. Participants had to identify the names of authors. All names were listed in alphabetical order of surname. The test is an indicator of reading experience, which is strongly related to reading skill. ART scores have been shown to predict the speed with which university students decode words during reading (Moore & Gordon, 2015). The test was administered on paper, and participants were asked to mark with a cross the names they recognized as authors. They were informed that to mark non-authors was penalized with one point for each error. The administration of the task typically took around 5 minutes. Different studies report internal reliability for the ART ranging from .75 to .89 (Mol & Bus, 2011).

Peabody Picture Vocabulary Test - 4 (PPVT-4) (Dunn & Dunn, 2007).

The PPVT-4 was administered to assess receptive vocabulary. It has two forms, of which we used Form A. Participant were asked to select one of four images best illustrating a target word verbally presented by the researcher. The administration of the task typically took around 15 min. The standardization manual reports a reliability range from .89 to .97 in Form A.

Sentence comprehension task.

The experimental trials included 60 short sentences with a target word. Each sentence was accompanied by an orally presented (true-or-false) inferential comprehension statement. Half the sentences contained a low-frequency target word, while in the other half the target word was replaced with a high-frequency target word of similar meaning. The low- and high-frequency target words were also similar in length



($n \pm 1$). To check the frequency of the word, we used the Word Frequencies in Written and Spoken English, based on the British National Corpus (Leech et al., 2001). Half of the sentences contained an image related to their content. The pictures in the two conditions were below the sentence and centered on the screen (see Appendix 8).

The combination of picture presence (two versions per sentence) and target-word frequency (two versions per sentence) resulted in four different conditions (with 15 sentences/trials in each condition).

Apparatus

Eye movements were recorded with an EyeLink 1000 eye tracker, sampling at 1000 Hz (SR Research, Ontario, Canada). Viewing distance was 70 cm from eyes to a 45-cm computer monitor, and at this distance, 1.0° of visual angle subtended 1.22 cm. This apparatus allowed recording eye movements through a camera with an infrared tracking system, while the participant was carrying out the experimental task. Head movements were minimised with a chin rest, and eye movements were recorded from the right eye. The sentences were presented in 20-pt. Arial font on a white background, and pictures were in colour.

Design and Procedure

The Design and Procedure were the same as for Study 2. For the sentence comprehension task, the design was a $2 \times 2 \times 2$ (Picture, Frequency, Group) mixed model, in which Picture and Frequency were within-subject factors, and Group was a between-subjects factor. Participants completed two practice trials, followed by the 60 experimental trials with their true-or-false statement respectively, which were individually presented on a computer screen in random order within each block. Trials were presented in random-ordered blocks of 15 items in the same condition. Each



participant was assigned one of four lists, so each participant only read each sentence in one condition, and across participants sentences were presented in all conditions.

First, the participant read a set of instructions with the details of procedure. After the instructions, two example trials were completed and nine-point calibration and validation procedure was carried out before starting with the first set of critical items. This was repeated before each block so it allowed the participant to rest.

The sentence was presented on the top on the screen. When presented, the visual scene was below the sentence and centered in the screen. When the participant finished reading, s/he pressed the spacebar to switch screen and a true or false statement was presented auditorily. S/he was presented with a fixation cross in the center of the screen while hearing the statement. The participant responded true-or-false by pressing the corresponding key on the keyboard. After each block, the participant was asked to rate the difficulty of comprehending the sentences in the condition, from 1 to 5, with 5 being the hardest.

The testing session for each participant lasted around 45 minutes in total, of which 20 minutes corresponded to the experimental task. The tests were delivered in the following order for each participant before the experimental task: ART, RAN digits, RAN letters and PPVT.

Data screening and Analysis

Fixations less than 80 ms and longer than 1200 ms were excluded from the dataset. Data from each sentence were revised. Those not recorded or with excessive blinks were excluded from the analyses, resulting in data loss of 1.21%.

Data for each eye-movement measure greater than 3 SDs from the mean of the respective block of each variable were defined as outliers. Outliers were replaced with



the mean of that variable (McCartney et al., 2006), which were obtained via standardised values. We found 4.22% of outliers, and this resulted in the exclusion of a total of 5.43% of the data.

We reported global and local measures, which respectively related to reading behaviour during the reading of the text or of the target word. We included three text-level measures (text reading time, text gaze duration, and probability of regressions out) and four target-word-level measures (target reading time, target gaze duration, probability of regressions out, and regression path duration). To calculate the probability of text regressions out, we first summed all probabilities of regressions out in the text. Then, we divided the total probability of regressions out of each text by the number of words. Finally, we calculated the mean of the probability of target regressions out in each block.

We analysed text/target reading time, text/target gaze duration, probability of text regressions out, and regression path duration data using mixed ANOVAs (Picture \times Frequency \times Group) across subjects (F_1) and items (F_2). Text gaze duration and probability of text regression out data met the normality, homoscedasticity, and sphericity assumptions. Text/target reading time, target gaze duration, and regression path duration were log-transformed to meet these assumptions.

Nonparametric analyses across subjects and items were performed on accuracy and target regressions out. We used Wilcoxon Signed-Rank Test for paired samples and Mann-Whitney U Test for independent samples. For these variables, main effects of Picture and Frequency by subjects were assessed using Wilcoxon Signed-Rank Test (Z_1) and of Group with the Mann-Whitney U Test (U_1). Main effects of Picture, Frequency, and Group by items were assessed using the Wilcoxon Signed-Rank Test (Z_2).



Following the analyses of the effects of Picture, Frequency, and Group, we analysed the possible influence of ART and VOC as follows: first, we conducted analyses of covariance (ANCOVAs) in which each control factor was covaried separately in all variables. Second, we chose the variables that covaried with ART and/or VOC (Target Reading Time, Target Gaze Duration and Text Reading Time). And third, due to the non-compliance with the assumption of equality of regression slope in the ANCOVAs analyses, we conducted data analysis using mixed ANOVAs (Group X Frequency X Picture X ART/VOC) across subjects (F_1) and items (F_2). We used paired and independent samples t tests to compare the means of frequency x ART/VOC interactions. To convert the ART and VOC covariables into categorical variables, we calculated median splits within each group.

We report η^2_p , r , and *Cohen's d* for the effect sizes (Field, 2009).

Results

Accuracy

There were no significant main effects of Picture $Z_1 = -0.55$, $p = .582$, $r = .03$ ($M = 84$, $SD = 8$ for No Picture; $M = 83$, $SD = 9$ for Picture), Frequency $Z_1 = -1.52$, $p = .128$ ($M = 82$, $SD = 9$ for Low frequency; $M = 85$, $SD = 8$ for High frequency), $r = -0.18$, or Group $U_1 = -1.57$, $p = .117$, $r = .19$ ($M = 84$, $SD = 8$ for Controls; $M = 82$, $SD = 5$ for Dyslexics) on accuracy, although Z_2 analyses showed significant main effects of Picture $Z_2 = -2.06$, $p < .05$, $r = .26$ and Frequency $Z_2 = -2.09$, $p < .05$, $r = -.51$.

Text measures

Text reading time. Initial ANOVAs on text reading time (without ART or Vocabulary) showed significant main effects of Frequency $F_1(1,38) = 10.42$, $p < .01$, $\eta^2_p = .22$; $F_2(1,59) = 431.55$, $p < .001$, $\eta^2_p = .88$ ($M = 4678$, $SD = 1540$ for Low frequency;



$M = 4422, SD = 1386$ for High frequency) and Group $F_1(1,38) = 13.47, p < .01, \eta^2_p = .26$; $F_2(1,59) = 40.58, p < .001, \eta^2_p = .41$ ($M = 3820, SD = 885$ for Controls; $M = 5279, SD = 1542$ for Dyslexics). Participants spent more time reading sentences with a low-frequency word, and participants with dyslexia spent more time reading than controls. The main effect of Picture was non-conclusive (significant F_1 and non-significant F_2), and no interaction effects were significant (see supplementary Table s1.1 for all means and standard deviations, and Table s1.2 for the full ANOVA).

We then performed two ANCOVAs including ART and Vocabulary as covariates. There were no significant main or interaction effects involving ART. In the ANCOVA including Vocabulary, there was an interesting interaction of Frequency and Vocabulary, $F(1,37) = 7.61, p < .01, \eta^2_p = .17$. Unfortunately, this interaction effect is indicative of unequal regression slopes between groups (see Table s1.3).

To further explore the effects of Vocabulary and the other factors, a subsequent ANOVA with median-split group membership respectively (high vs low Vocabulary) was carried out. This ANOVA confirmed main effects of Frequency and Group, but not the interaction of Frequency x Vocabulary (see Table s1.4).

Text gaze duration. An initial ANOVA (without ART or VOC) showed significant main effects of Picture $F_1(1,38) = 28.44, p < .001, \eta^2_p = .43$; $F_2(1,59) = 39.03, p < .001, \eta^2_p = .40$ ($M = 3097, SD = 730$, for No Picture; $M = 2820, SD = 596$ for Picture), and Group $F_1(1,38) = 10.95, p < .01, \eta^2_p = .23$; $F_2(1,59) = 587.79, p < .001, \eta^2_p = .91$ ($M = 2657, SD = 472$ for Controls; $M = 3261, SD = 666$ for Dyslexics). Sentences without a picture had longer reading times than sentences with a picture, and participants with dyslexia spent more time reading sentences compared to controls (see Table s1.1). No other main effects or interactions were significant (see Table s2.1). ANCOVAs including



ART or Vocabulary respectively showed no significant main or interaction effects involving these variables, and no further analyses were therefore pursued (see Table s2.2).

Text regressions out. There was a significant main effect of Frequency $F_1(1,38) = 7.59, p < .01, \eta^2_p = .17; F_2(1,59) = 6.20, p < .05, \eta^2_p = .10$ ($M = 0.10, SD = 0.05$ for Low frequency; $M = 0.09, SD = 0.04$ for High frequency), in the ANOVA without ART or Vocabulary. Sentences with a low-frequency word had more regressions than sentences with a high-frequency word (see Table s1.1). No other effects were significant in this analysis (see Table s3.1), nor were the main or interaction effects of ART or Vocabulary in the subsequent ANCOVAs (see Table s3.2).

Target-word measures

Target reading time. ANOVAs without ART or Vocabulary showed that main effects of Picture, Frequency, and Group were all significant. Sentences without a picture presented longer reading time than sentences with one, $F_1(1,38) = 8.33, p < .01, \eta^2_p = .18; F_2(1,59) = 14.04, p < .001, \eta^2_p = .19$ ($M = 502, SD = 189$ for No Picture; $M = 454, SD = 175$ for Picture). The low-frequency words had higher reading times than high-frequency words, $F_1(1,38) = 53.44, p < .001, \eta^2_p = .58; F_2(1,59) = 90.51, p < .001, \eta^2_p = .61$ ($M = 556, SD = 241$ for Low frequency; $M = 400, SD = 128$ for High frequency). Dyslexic participants had longer reading time compared to controls, $F_1(1,38) = 9.90, p < .01, \eta^2_p = .21; F_2(1,59) = 127.45, p < .001, \eta^2_p = .68$ ($M = 403, SD = 117$ for Controls; $M = 553, SD = 192$ for Dyslexics; see Tables s4.1 and s4.2).

In the ANCOVA including ART, there were a main effect of ART $F(1,37) = 14.47, p < .01, \eta^2_p = .28$, and significant interactions of Picture x ART $F(1,37) = 4.52, p < .05, \eta^2_p = .11$, and Frequency x ART $F(1,37) = 7.97, p < .01, \eta^2_p = .18$ (Table s4.3). In the other ANCOVA including Vocabulary, there was a main effect of Vocabulary, $F(1,37) = 5.59, p < .05, \eta^2_p = .13$, and a significant interaction Frequency x Vocabulary



$F(1,37) = 7.77, p < .01, \eta^2_p = .17$. (see Table s4.3). As with text measures, these interactions were indicative of unequal slopes, but of interest and were further explored in ANOVAs with median-split groups of ART and Vocabulary, respectively.

In the ANOVA including ART, the main effects of Picture, Frequency and Group remained significant, as did the main effect of ART and the Frequency \times ART interaction, but Picture \times ART did not (see Table 2). Only the paired comparison of low vs. high frequency word in low ART was significant $t_1(18) = 2.31, p < .05, d = 0.22$.; $t_2(43) = -6.60, p < .001, d = 1.40$ (see Figure 1). And when Vocabulary was included in another ANOVA, the main effects of Frequency and Group, and the interaction Frequency \times Vocabulary remained significant, but the main effect of Vocabulary did not (see Table 2). Only the paired comparison of low vs. high frequency word in low Vocabulary was significant $t_1(21) = 3.91, p < .01, d = 0.24$; $t_2(56) = 9.69, p < .001, d = 1.71$ (see Figure 2).

Figure 1

Interaction between Frequency and ART

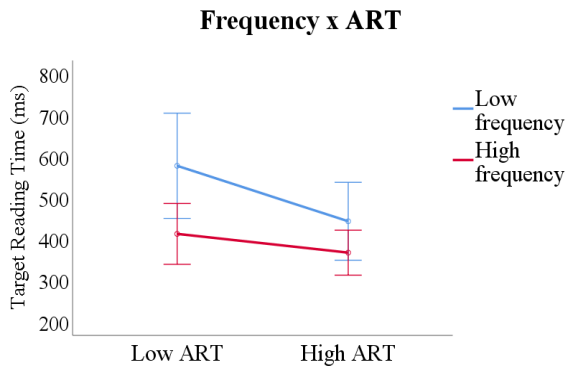


Table 2

Effects of ART and Vocabulary in Target reading time and Target gaze duration

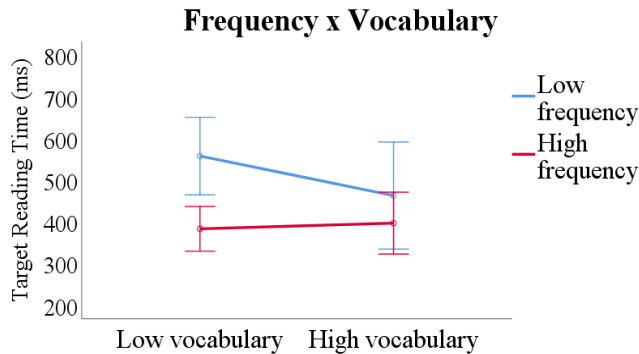
Target reading time	
ART	
Picture	$F_1(1,36) = 9.53, p < .01, \eta^2_p = .21; F_2(1,27) = 7.14, p < .05, \eta^2_p = .21$
Frequency	$F_1(1,36) = 64.67, p < .001, \eta^2_p = .64; F_2(1,27) = 46.17, p < .001, \eta^2_p = .63$
Group	$F_1(1,36) = 10.57, p < .01, \eta^2_p = .23; F_2(1,27) = 71.75, p < .001, \eta^2_p = .73$
ART	$F_1(1,36) = 6.23, p < .05, \eta^2_p = .15; F_2(1,27) = 27.52, p < .001, \eta^2_p = .51$
Picture x ART	$F_1(1,36) = 4.97, p < .05, \eta^2_p = .12; F_2(1,27) = 1.06, p = .313, \eta^2_p = .04$
Frequency x ART	$F_1(1,36) = 8.61, p < .01, \eta^2_p = .19; F_2(1,27) = 12.48, p < .01, \eta^2_p = .32$
Vocabulary	
Picture	$F_1(1,36) = 8.32, p < .01, \eta^2_p = .19; F_2(1,27) = 8.05, p < .01, \eta^2_p = .23$
Frequency	$F_1(1,36) = 55.56, p < .001, \eta^2_p = .61; F_2(1,27) = 50.46, p < .001, \eta^2_p = .65$
Group	$F_1(1,36) = 9.28, p < .01, \eta^2_p = .21; F_2(1,27) = 98.31, p < .001, \eta^2_p = .79$
Vocabulary	$F_1(1,36) = 0.94, p = .338, \eta^2_p = .03; F_2(1,27) = 9.66, p < .01, \eta^2_p = .26$
Frequency x Vocabulary	$F_1(1,36) = 6.51, p < .05, \eta^2_p = .15; F_2(1,27) = 12.24, p < .01, \eta^2_p = .31$
Target gaze duration	
ART	
Picture	$F_1(1,36) = 5.46, p < .05, \eta^2_p = .13; F_2(1,21) = 1.57, p = .224, \eta^2_p = .07$
Frequency	$F_1(1,36) = 27.41, p < .001, \eta^2_p = .43; F_2(1,21) = 15.99, p < .05, \eta^2_p = .43$
Group	$F_1(1,36) = 5.12, p < .05, \eta^2_p = .13; F_2(1,21) = 15.17, p < .05, \eta^2_p = .42$
ART	$F_1(1,36) = 3.03, p = .09, \eta^2_p = .08; F_2(1,21) = 16.48, p < .05, \eta^2_p = .44$
Frequency x ART	$F_1(1,36) = 4.13, p = .05, \eta^2_p = .10; F_2(1,21) = 0.68, p = .42, \eta^2_p = .03$

Note. Abbreviation: ART, Author Knowledge Test; Vocabulary, Peabody Picture Vocabulary Test (PPVT).



Figure 2

Interaction between Frequency and Vocabulary



Target gaze duration. The ANOVA without ART or Vocabulary showed significant main effects of Picture, Frequency, and Group (see Table s5.1). Sentences without a picture had longer target gaze duration times than sentences with a picture, $F_1(1,38) = 4.91, p < .05, \eta^2_p = .11$; $F_2(1,58) = 10.91, p < .01, \eta^2_p = .16$ ($M = 285, SD = 71$ for No Picture; $M = 267, SD = 60$ for Picture). The low-frequency words had longer target gaze duration than high-frequency words, $F_1(1,38) = 23.67, p < .001, \eta^2_p = .38$; $F_2(1,58) = 39.20, p < .001, \eta^2_p = .40$ ($M = 296, SD = 79$ for Low frequency; $M = 255, SD = 50$ for High frequency). Participants with dyslexia had longer target gaze duration compared to controls, $F_1(1,38) = 5.42, p < .05, \eta^2_p = .13$; $F_2(1,58) = 44.72, p < .001, \eta^2_p = .44$ ($M = 258, SD = 57$ for Controls; $M = 294, SD = 57$ for Dyslexics; see Table s4.1).

When ART was included as a covariate in the ANCOVA, there was a main effect of ART $F(1,37) = 6.92, p < .05, \eta^2_p = .16$, and a significant interaction between Frequency \times ART $F(1,37) = 5.75, p < .05, \eta^2_p = .14$ (see Table s5.2). The ANCOVA with Vocabulary as covariate did not show any significant main effects or interactions involving Vocabulary (see Table s5.3).



When ART was included in the $2 \times 2 \times 2 \times 2$ (Picture \times Frequency \times Group \times median-split ART group) ANOVA, the mains effects of Frequency and Group remained significant, but the main effects of Picture and ART, and interaction Frequency \times ART did not (see Table 2).

Target regressions out and Regression path duration. Regression out showed only a significant main effect of Frequency $Z_1 = -2.84, p < .01, r = .22, Z_2 = -3.62, p < .001, r = .33$ ($M = 0.22, SD = 0.12$ for Low frequency; $M = 0.17, SD = 0.09$ for High frequency). Low-frequency words had higher probability of regression than high-frequency words (see Table s4.1 and s6.1).

Regression path durations showed significant main effects of Picture and Frequency. Sentences without a Picture had longer duration of regressions than sentences with it, $F_1(1,38) = 12.70, p < .01, \eta^2_p = .25; F_2(1,58) = 11.24, p < .01, \eta^2_p = .16$ ($M = 571, SD = 181$ for No Picture; $M = 496, SD = 177$ for Picture). The low-frequency words had longer regression paths than high frequency words, $F_1(1,38) = 16.19, p < .001, \eta^2_p = .30; F_2(1,58) = 12.18, p < .01, \eta^2_p = .17$ ($M = 586, SD = 213$ for Low frequency; $M = 481, SD = 155$ for High frequency; see Tables s4.1 and s7.1).

ANCOVAs with ART and Vocabulary on regression path durations showed not significant interaction effects involving any of these variables (see Table s7.2)

Perceptions of text difficulty

Participants' perceptions of text difficulty, assessed by the final question in each block, showed that participants evaluated sentences as relatively easy to understand (overall mean: $M = 2.43, SD = 0.79$). There were no main effects or interactions of Picture, Frequency, or Group (all p 's $> .05$; see supplementary Table s4 for the full ANOVA).

In general, participants evaluated sentences as easy to understand ($M = 2.38, SD = 0.88$), although control participants found them easier than dyslexics, $M = 2.04, SD =$



0.88 for Controls; $M = 2.71$, $SD = 0.74$ for Dyslexics; $t(38) = -2.62$, $p < .05$, $d = -0.82$. Furthermore, all participants scored sentences with an image easier to understand than those without image, $M = 2.24$, $SD = 0.95$ and $M = 2.51$, $SD = 0.94$ respectively, $t(39) = 2.43$, $p < .05$, $d = 0.78$. No differences were observed between sentences with low- and high-frequency words, $M = 2.31$, $SD = 0.90$ and $M = 2.44$, $SD = 0.96$, respectively, $t(39) = -1.30$, $p = .20$, $d = -0.42$.

Discussion

In this study, we investigated sentence processing in readers with dyslexia, and specifically, adaptations, which follow *easy-to-read* guidelines, including both visual support and lexical simplification. Our findings suggest that visual support with text-related images aides the initial processing of words in the sentence, allowing readers to predict or anticipate upcoming sentence content. Lexical simplification facilitated processing at the both the text- and word-levels. We also explored the impact of two key control variables (vocabulary and print exposure). Our findings showed that participants with lower vocabulary and lower print exposure benefited the most from lexical simplification. Lower vocabulary and lower print exposure are common characteristics of individuals with dyslexia. In this study, we used eye tracking, and we included three text-level measures (text reading time, text gaze duration and probability of regression) and four target-word measures (target reading time, target gaze duration, probability of regression, and regression path duration). Reading time and gaze duration are indicators of lexical access and integration (Inhoff & Rayner, 1986; Morton, 1969; Whaley, 1978), while regressions and regression path durations are indicative of more global comprehension difficulty (Schotter et al., 2014).



The first aim of the study (RQ1) was to examine the influence of visual support on text- and word-level processing. Many previous studies did not observe a positive effect of visual support on comprehension, despite using a variety of formats and in a range of different disorders. Recall that Poncelas and Murphy (2007) evaluated understanding with symbols, Dye et al. (2007) used photographs, and Yaneva (2016) used images. We did not find consistent effects of a visual image on reading accuracy either, although participants did judge these texts as easier to read. As for eye-tracking, we hypothesized that visual support and high-frequency words would facilitate both text- and word-level processing. At the text level, we expected to observe shorter text gaze duration and shorter text reading time, and lower probability of regression. At the word level, trials with an image would show shorter target gaze duration and shorter target reading time, lower probability of regression, and shorter regression path durations. Our results indicated that the presence of an image facilitated recognition of words in the text (lexical access/integration), as indicated by shorter text and target gaze durations. The role of visual support in facilitating global or overall comprehension was less clear. There was no reduction in the probability of regression at the text level or in probability of regression (out) of the target word, although visual support did result in shorter target regression path durations. Therefore, our hypotheses were partially supported.

These results indicate that visual support assists more in the initial processing of words in the sentence, likely by allowing readers to predict either actual lexical items or through activation of semantic content, which then facilitates lexical access. Since our visual support provides a broad depiction of the meaning of the sentence, we assumed that our images would support overall comprehension, which did not happen. Thus, the eye-tracking data suggest that images assist in the creation of a mental representation, which then when combined together with the linguist content of the sentence, serve as



top-down constraints for the processing of the target word (Huettig et al., 2011; Pickering & Gambi, 2018).

The second aim of the study (RQ2) was to examine the influence of word frequency on text- and word-level processing. Data from many previous studies support the idea that higher frequency words are processed more quickly and efficiently (e.g. Ashby et al., 2005; Hyönä & Olson, 1995; Rayner & Duffy, 1986). We hypothesized that high-frequency words would result in facilitation at both the text- and word-level, as compared to low-frequency words. At the text level, results showed shorter text reading time and lower probability of regression in sentences with a high-frequency target word. In contrast, we did not find shorter text gaze duration. Therefore, our hypotheses were again only partially supported. Thus, these results indicate that lexical adaptation (of a single word) facilitated comprehension overall, and therefore, reduced the difficulty of sentence processing, again overall. At the word level, trials with a high-frequency target word were expected to show shorter target gaze duration, shorter target reading time, lower probability of regression, and shorter regression path duration. We did find shorter target gaze duration, shorter target reading time, lower probability of regression, and shorter regression path duration with high-frequency target words. Therefore, our hypotheses were supported at the word level. These results are in line with previous studies that focused on processing of high- and low-frequency words, and in contrast to visual support, text adaptation via high-frequency words is a bottom-up process. That is, it facilitates lexical access to particular words (as indicated by the target eye-tracking measures), but it also has important effects on facilitating overall sentence comprehension (as shown by text-level eye-tracking measures).

The third aim (RQ3) was to evaluate the influence of visual support and lexical simplification on individuals with dyslexia, and to compare them to typically-developing



controls. We hypothesized that there would be a main effect of group, with longer reading times and higher probability of regression in the dyslexic group, and that visual support and lexical simplification would benefit dyslexic readers to a greater extent (i.e. reducing the difference between groups). With respect to eye tracking measures at the text-level, we expected longer text gaze duration, longer text reading time, and a greater probability of regressions in dyslexics compared to controls. At the word-level, we expected longer target reading time, longer target gaze duration, higher probability of regression, and longer regression path durations in dyslexics. These predictions were partially supported. Our results showed longer reading time and gaze durations at both the text and word levels, suggesting that readers with dyslexia had slower lexical access, consistent with previous research (e.g. Hyönä & Olson 1995; Jones et al., 2007; Rello et al., 2013). However, we did not find group differences in the probability of regression. It seems that once word meaning is accessed, comprehension within the context of the sentence is not impaired in dyslexia. It is important to keep in mind that our dyslexic participants were all university students, and therefore, have achieved a good level of reading comprehension, some even possibly achieving what is referred to as “compensated” dyslexics.³ It is also important to note that we found no interactions in any of the eye-tracking measures between visual support, lexical simplification, and group. This strongly indicates that these adaptations do not facilitate reading for dyslexic participants more-or-less than they help the control participants.

The fourth aim (RQ4) was to determine whether the influence of visual support and lexical simplification was modulated by vocabulary and print exposure, two

³ The effect sizes of the main effect of group on the text-level reading time measures were approximately .25 (i.e. diagnostic status accounted for about one-quarter of the variance in reading times). The mean group difference in text (total) reading time was approximately one and a half seconds, which translates to about 25% longer. Thus, it took dyslexic participants 25% more processing time to achieve equal comprehension accuracy. Increased re-reading is commonly regarded as the most frequent reading strategy employed by individuals with dyslexia (Simmons & Singelton, 2000).



alternative variables linked with dyslexia. Thus, we expected greater effects of the adaptations on participants with lower vocabulary and less print exposure. This expectation turned out to be partially correct for word frequency, but not for visual support. We found a differential effect on target-word processing modulated by vocabulary and print exposure: differences between target reading times of high- and low-frequency target words were significant only for participants with lower vocabulary and less print exposure. In contrast, there was no differential effects at the text-level or in the absence or presence of visual support at both levels.

In summary, we have found (1) that visual support and lexical simplification (i.e. easy-to-read adaptations) have a positive impact on processing difficulty in reading, and (2) that they do not have substantial impact on reading accuracy. Most researchers would likely assume that visual scenes and the increased use of high-frequency words would impact sentence processing by facilitating overall comprehension and lexical access, respectively. Our data support these general assertions, but also, that both visual support and higher frequency words facilitate semantic access to word meaning itself. The visual support (i.e. a scene) seems to provide a visual context, which provides a mental representation (a situation schema), which directly relates to the linguistic (sentence) content. This, in turn, can constrain and facilitate lexical access and word meaning via top-down semantic activation(s). Lexical simplification, on the other hand, directly facilitates lexical access for individual words as they are encountered in sentential context. These more-or-less direct bottom-up effects were especially pronounced in individuals with lower vocabulary and less print exposure, for whom lower frequency words may be less familiar. To our surprise, our results did not show the adaptations to be of greater help to individuals with dyslexia. It is possible that this result is because of some aspect of our particular sample of dyslexics. However, given the mixed results in



the literature, a positive effect of adaptations on online processing is an important result, even if the take home message is that the adaptations also benefit typically developing adults as well.

Our study also provides some practical implications for future research in the field and for validation procedures of easy-to-read texts. Traditionally, readers perceptions of text difficulty are used as indicators of the impact of text simplification (Asociación Española de Normalización, 2018; Cerga-Pashoja et al, 2019; Karreman et al., 2007). Although our participants did appear to notice the effect of providing visual support, they were not aware of the potential impact of word frequency. Our data suggest that subjective self-report measures are of use in the field, but also that they should be included together with other objective indicators of cognitive and linguistic processing cost when feasible.

The current study had several limitations, which should be kept in mind when interpreting the results. The first and most important concerns the sample of dyslexics. Our participants were all university students, and thus, were high achieving dyslexics. Many individuals with dyslexia do not go on to higher education, and therefore, our findings may not generalize to the full population of dyslexics. However, the differences should be even larger in non-university recruited dyslexic adults. We recommend that this study be extended using both a larger sample of participants, and individuals from different educational levels, ideally recruited from the community rather than the university. A second limitation of the study concerns the role of vocabulary and print exposure. We assessed print exposure using the author recognition task, which admitted even by the creators of that task, is a very rough proxy for overall levels of reading experience. In addition, the ANCOVAs, which included these alternative variables, were likely to be underpowered given the numbers of participants we tested. Therefore, results relating to vocabulary and print exposure should be interpreted with caution.



A third limitation of the study has to do with the type of image. There are various types of pictorial illustrations that influence text processing in different ways. Representational pictorial illustrations, which we use in our study, tend to have moderate benefits, while transformational illustrations tend to have substantial benefits in word processing (Carney & Levin, 2002). It would be interesting to analyse the effects of different types of images to find out whether the same occurs in sentence processing. Another aspect to take into account is that our study presented short and simple sentences to read, except for the target words, which varied in frequency, because we wanted to observe the impact of target words on sentence processing at the text- and word-level. Future lines of research should be aimed at observing whether these same results would be found with longer or more complex sentences, or even in paragraph-type texts. The effects of visual support and lexical simplification in word processing may be more pronounced. It will also be important to evaluate the effects that more complex tasks have on other cognitive factors, such as working memory or executive function (Smith-Spark, 2018; Smith-Spark & Gordon, 2019). Finally, within group variability was not considered in this study: differences in reading skill, working memory, or executive function across individuals with dyslexia could result in different levels of facilitation.

Summary of Study 3

This is the first study to explore the effect of the two main adaptations for *easy-to-read* guidelines in individuals with dyslexia. Our results indicated that visual support and lexical simplification reduces processing difficulty in reading. They also provide empirical support for multiple avenues in which to modify written materials to facilitate processing for all readers, including those with dyslexia and, especially, those with lower vocabulary and less reading experience. These findings open up a large range of



possibilities in which to assist individuals with dyslexia from navigating everyday life (e.g. in job applications or driving tests) to achieving their academic potential (e.g. by creating dyslexia-friendly exams and assessments). At present, there is not sufficient evidence to demonstrate that the easy-to-read adaptations benefit individuals with dyslexia more than non-dyslexic individuals. However, future studies, employing more representative samples of dyslexics may in fact show a greater benefit the easy-to-read suggestions, a possibility that is further supported by our vocabulary and print exposure findings.

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE22e00033603598

CSV

GEISER-fd74-bb39-3e41-4b10-bfa4-795c-04a0-6b45

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

02/08/2022 13:03:18 Horario peninsular



ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE22e00033603598

CSV

GEISER-fd74-bb39-3e41-4b10-bfa4-795c-04a0-6b45

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

02/08/2022 13:03:18 Horario peninsular



GEISER-fd74-bb39-3e41-4b10-bfa4-795c-04a0-6b45

2.4 Lugar del apoyo visual en adultos normotípicos

Study 4. Does the timing of visual support affect sentence comprehension?

An eye-tracking study

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE22e00033603598

CSV

GEISER-fd74-bb39-3e41-4b10-bfa4-795c-04a0-6b45

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

02/08/2022 13:03:18 Horario peninsular



This study is based on:

- Article:
Rivero-Contreras, M., Engelhardt, P. E., & Saldaña, D. (2022). *Does the timing of visual support affect sentence comprehension? An eye-tracking study* [Manuscript under review]. Department of Developmental and Educational Psychology, University of Seville.
- Oral communication in conference:
Rivero-Contreras, M., Engelhardt, P. E., y Saldaña, D. (2020). *¿La imagen es un recurso útil en lectura fácil? Un estudio experimental de movimientos oculares*. [Oral communication]. VI Jornadas de Investigación y Doctorado: ODS con ciencia Murcia, Spain.



Introduction

As we have observed in Studies 1.b, 2 and 3, the effect of visual support on reading comprehension is present, to a greater or lesser extent, in these three populations with different reading levels and with and without a neurodevelopmental disorder that can explain their deficits. Therefore, with the present study, we want to answer whether this effect can also be found in highly skilled adults, and at the same time, whether the positioning of visual support plays an important role in facilitating reading comprehension. The stimuli of the experimental task were the same as in Study 3, except that half of the participants were shown the picture before the sentence. This study was carried out during the second research secondment at the University of East Anglia in the UK (in 2019). The following is a summary of the visual support and its position in relation to the text.

Visual support

It should be recalled that it is generally believed that visual support is not necessary for understanding written information in adults (outside learning materials specifically designed in a multimedia format), because they are (in most cases) experienced readers. However, some recent research suggests that images do facilitate lexical access even in adults (Qu et al., 2016). As we have already indicated, a recently conducted meta-analysis examined 39 experimental studies (21 with college students or older adults) published between 1985 and 2018 and found that the inclusion of graphs had a moderate overall positive effect (Hedges' $g = 0.39$) on students' reading comprehension, regardless of grade level (elementary, secondary and adults), suggesting that visual elements improve reading comprehension for all students (Guo et al., 2020).



Likewise, they found no significant differences between pictures, pictorial diagrams, and flow diagrams. In addition, in our two previous studies (Studies 2 and 3), we found that visual support facilitated sentence processing in groups of adult readers with reading difficulties (dyslexia and a low level of education) and without them, even at university level.

Many studies carried out within the framework of the cognitive theory of multimedia learning support the view that people learn better from words and images than from words alone (Mayer, 2009). However, cognitive limitations must be carefully considered (Mayer & Moreno, 2003). Multiple information sources, such as linguistic text and an image, being processed in the same (visual) modality must be carefully designed so as to not lead to cognitive overloading, split attention, and unnecessary incidental processing. But most studies under this model have focused on materials with substantial and converging overlap in content between different visual and auditory content. In our case, we explore the role of pictures as used in many narrative texts, in which the visual information rather provides a context for comprehension of written information. We hypothesized that, for this kind of pictures, one important manipulation might be to present the visual information before the written text (phrases in our case), thus creating a mental model prior to text comprehension, versus presenting images at the same time as the text.

Eitel et al. (2013) have specifically explored this issue in a related study. They presented information in six different conditions. One condition contained only text. Four conditions varied the length of picture presentation before the text: 150 milliseconds, 600 milliseconds, 2 seconds, or participant determined (i.e. self-paced). Finally, there was a self-paced concurrent presentation of text and picture. Eitel et al. found that the self-paced before and self-paced concurrent conditions led to better memory performance, better



comprehension, and faster processing compared to the text alone condition. In addition, they found that presenting the image for 600 milliseconds or 2 seconds improved comprehension and resulted in faster reading of subsequent text. Therefore, images which are presented before the text for even a short period of time can facilitate processing of verbal information, and thus, promote better comprehension. But their study used offline measures, which do not provide an accurate measure of text processing itself.

The current study

In the current study, we aimed to build on two prior lines of research and to add to the literature concerning the impact of visual support on reading. The first is the one just mentioned, by Eitel et al. (2013). The second is our two previous studies (Studies 2 and 3). In our studies, we examined the impact of lexical frequency (high vs. low) and visual support (image vs. no image) on sentence processing, specifically in individuals with low educational levels and with dyslexia. Word frequency is a lexical variable that has been extensively studied using eye tracking (e.g. Ashby et al., 2005; Hyönä & Olson, 1995; Inhoff & Rayner, 1986; Rayner & Duffy, 1986; Rayner & Fischer, 1996; Rayner et al., 1996; Staub et al., 2010). In short, more frequent words (high frequency) are read/processed faster than low frequency words. Consistent with this, the Studies 2 and 3 showed a large effect of word frequency, particularly between less-skilled readers (low education and dyslexics) and typically developing controls. We also showed some effects related to visual support. In our prior studies, the visual image was presented simultaneously with the sentence. However, the effect of visual support was non-specific (i.e. visual support benefited all participants equally). In addition, in virtually none of the eye-movement measures were there any interactions between word frequency and visual support.



In the current study, we again manipulated word frequency (high vs. low) and visual support (image vs. no image) in a sentence-reading task, which involved eye tracking. We also manipulated a third between-subjects variable related to the timing of the images. Half of the participants viewed the image (for 1 second) prior to the sentence (consecutive condition), and half of the participants viewed the image simultaneously with the sentence (concurrent condition). The manipulation of the timing of visual support was based on the idea that previewing a scene may impact differently on text comprehension than having it present at the same time as written content. Eitel et al. (2013) showed that even a brief presentation of an image prior to a text facilitated processing and comprehension (however, note again that study assessed offline measures). In a different context, Ferreira et al. (2013) established that a preview of objects is critical to the observance of garden-path effects in the Visual World Paradigm. Participants are often misled by Put the apple on the towel in the box, into initially thinking that they must move the apple onto a towel (as evidenced by frequent looks to the towel in the object array). However, this pattern of eye movements was only observed when objects were previewed before the sentence was heard. It was not observed in a concurrent (or simultaneous) viewing condition.

Ferreira et al. argued that the preview of visual information (consecutive presentation) allowed comprehenders to generate certain expectations or predictions concerning upcoming linguistic information (i.e. an effect of one information source on another). In contrast, when both information sources have to be processed simultaneously there is competition for attention, and the incremental processing that would normally occur for either visual or linguistic information is disrupted. Incremental processing for linguistic input (visual or auditory) typically occurs one word at a time and after each word the reader/listener derives an interpretation of the input to that point (Altmann &



Kamide, 1999). If linguistic and contextual visual information must be processed simultaneously, then incremental processing could be disrupted, leading to a more superficial and piecemeal processing strategy. It is important to understand that in our case pictures provide a context for interpretation, rather than specific converging content. If linguistic and visual information are processed consecutively, then there is much less risk of unnecessary incidental processing during reading the text, and performance might be enhanced. In short, we hypothesized that the timing of the presentation of visual support (the between-subjects variable) would lead to significantly shorter sentence reading times in consecutive compared to concurrent visual support and compared to no visual support (i.e. no picture conditions).

In the current study, we recorded eye movements of typically developing university students while they read four blocks of 15 sentences (60 in total). Three variables were manipulated in a $2 \times 2 \times 2$ design. To examine visual support, half the sentences contained an image related to the sentence, while the other half did not contain an image. To examine word frequency (lexical simplification), half the sentences contained a high-frequency target word and half a low-frequency target word. (We expected faster reading times on high-frequency words). Visual support (image vs. no image) and lexical frequency (high vs. low) were manipulated within subjects. To examine the impact of the timing of visual support, half the participants viewed the image simultaneously with sentence (concurrent presentation), while the other half were presented with the image before the sentence (consecutive presentation).

The timing of the image (between subject manipulation) was not expected to influence processing of no image trials. It should affect the processing of image (present) trials, and specifically, we expected faster reading times for consecutive presentation as compared to concurrent presentation. We also expected the timing variable to more



strongly facilitate processing in the more difficult reading conditions (i.e. the sentences containing the low-frequency words). Putting these expectations together, we hypothesized that there would be a three-way interaction between variables, or at least, two-way interactions between the timing variable and the two within-subject manipulations (image and word frequency, respectively).

Two final points need to be addressed. The first concerns the dependent measures. We examined the reading times and regressions for the entire sentence, which we refer to as the global text processing measures, and we also examined reading times and regressions for the manipulated (high vs. low) target word within each sentence, which we refer to as local text processing measures. The second is to further explicate the mechanism by which we expected the timing of visual support to facilitate processing. Given a 1-second preview of the visual scene, participants can determine the objects in the scene and their relations. Moreover, they very likely access the names of at least some of the objects in the scene, which is accomplished in part by the activation of semantic knowledge. There is also the possibility of constructing a partial situation model or event representation based on proposition-level knowledge (Kintsch, 1998; McRae et al., 2021). The extent of this processing will naturally vary by item and individual. However, the more representations that are activated/constructed upon viewing the picture will naturally lead to more predictions/expectations about the content of the upcoming sentence (i.e. there should be a facilitation effect of visual information on sentence processing).



Method

Participants

Forty typically developing university students took part in this study. Participants were assigned to two equal sized groups, which related to which visual support timing condition they were in (concurrent or consecutive). We assessed vocabulary for all participants to ensure that there were no vocabulary differences between groups (see Table 1). All participants were native speakers of British English with normal or corrected-to-normal vision. They were recruited through a Research Participation System at the University and compensated with psychology research-pool participation credits for taking part in the study.

Table 1

Summary of chronological age, vocabulary scores, and comprehension by group

	Concurrent Condition (N = 20)		Consecutive Condition (N = 20)		t value	Cohen's d
	M (SD)	Min-Max	M (SD)	Min-Max		
Age (years)	19.90 (1.25)	18-22	19.05 (1.05)	18-21	2.36*	0.74
PPVT	101.45 (8.99)	79-117	99.05 (9.91)	79-120	0.80	0.25
ICS (%)	84.49 (7.94)	64.82-94.57	84.25 (5.52)	72.75-94.39	0.11	0.04

Note. Standard scores are reported for PPVT.

Abbreviations: PPVT, Peabody Picture Vocabulary Test; ICS, Inferential Comprehension true-or-false Statement from Experimental Task.

Materials

Peabody Picture Vocabulary Test - 4 (PPVT-4) (Dunn & Dunn, 2007).

The PPVT-4, which assesses receptive vocabulary, was administered individually and took around 15 minutes to complete as in the Study 3. The manual reports a reliability range from .89 to .97 for Form A.



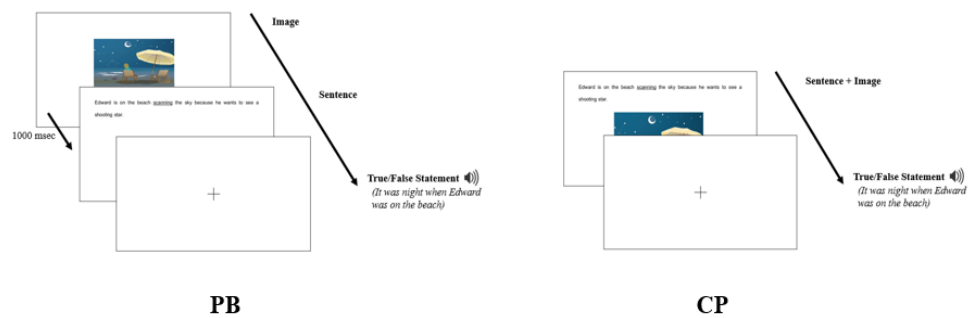
Sentence comprehension task.

Within-Subject Variables: The conditions and specific stimuli in English were the same as in Study 3.

Between-Subject Variable: The between-subjects manipulation varied the timing of the image. In the concurrent condition, participants were presented with the sentence and image at the same time (simultaneously), and in the consecutive condition, participants were presented with the image before the sentence. In the concurrent condition (Concurrent Picture or CP), the image was positioned below the sentence. In the consecutive condition (Picture Before or PB), the image was shown for 1 second, and then it disappeared. The sentence then appeared on the top of the screen (see Figure 1). Note that in the concurrent condition, there was no time limit on viewing the sentence or the image (i.e. it was self-paced). However, in the consecutive condition the viewing time of the image was limited to 1 second, but the viewing time of the sentence was self-paced.

Figure 1

Examples of the presentation orders in both versions of the experiment. Abbreviations: PB, Picture Before; CP, Concurrent Picture



Apparatus

Eye movements were recorded with an EyeLink 1000 eye tracker, sampling at 1000 Hz (SR Research, Ontario, Canada). Viewing distance was 70 cm from eyes to a 45-cm computer monitor, and at this distance, 1.0° of visual angle subtended 1.22 cm. This apparatus allows recording of eye movements through a camera with an infrared tracking system while the person is carrying out the experimental task. Head movements were minimised with a chin rest, and eye movements were recorded from the right eye. The sentences were presented in 20-pt. arial font on a white background, and pictures were in colour.

Design and Procedure

Participants completed two practice trials, followed by the 60 experimental trials. Trials were presented in random-ordered blocks of 15 items of the same condition. Within each block, trials were randomised. Each participant was assigned one of four lists, so each participant only read each sentence in one condition, and across participants, sentences were presented in all conditions. Half the participants were assigned to the concurrent condition and half were assigned to the consecutive condition.

First, the participant read a set of instructions with the details of procedure. The participant was instructed to read a series of sentences and told that they could be accompanied by a picture, either before or with the sentence. In addition, the participant was instructed to press the space bar after reading the sentence to hear the true/false statement, and to answer it with a key on the keyboard ("green key" for true; "red key" for false). After the instructions, two practice trials were completed, and nine-point calibration and validation procedures were carried out before starting with the first set of critical items. Calibration and validation procedures were repeated before each block,



allowing the participant to rest. The testing session for each participant lasted around 35 minutes in total, of which 20 minutes corresponded to the sentence comprehension task. The Ethics Committee of the University of East Anglia approved the study. Before the study, informed written consent was obtained from all participants, and all were debriefed at the end of the study.

Data screening

Fixations less than 80 ms and longer than 1200 ms were excluded from the dataset. Data from each sentence were reviewed. Those not recorded or with excessive blinks were excluded from the analyses, resulting in data loss of 1.13 %. Data points for each eye-movement measure greater than 3 SDs from the mean were defined as outliers. Outliers (2.11 % of data) were replaced with the mean of that variable (McCartney et al., 2006), which were obtained via standardised values.

Target-word measures

Four target-word measures were analysed. Their definitions (and those of the text-level measures) are common to our previous studies and are included here for ease of recall. Reading time is the sum of the duration of all fixations on the word, including regressions back to the word. Gaze duration is the sum of duration of all fixations on a word from first entry to exit. These fixation duration measures are indicators of lexical access of word recognition (Inhoff & Rayner, 1986; Morton, 1969; Whaley, 1978) and are related to processing and integration of lexical meaning of words. Regressions are backward eye movements to previous parts of the text and are considered an indicator of difficulties of reading (Reichle et al., 2003). Regression path duration is the sum of all fixations from first entering a region until moving to the right of that region and is another indicator of processing difficulty (Hyönä et al., 2003).



Text measures

There were three text-level measures (text reading time, text gaze duration, and probability of regressions out). Text reading time and text gaze duration were calculated the mean of the sum of reading times and word gaze durations of all words in the text divided by the number of words, respectively. To calculate the probability of text regressions out, we first summed all probabilities of regressions out of each word in the text. Then, we divided the total probability of regressions out of each text by the number of words. Finally, we calculated the mean of the probability of target regressions out in each block.

Analyses

We analysed Text/Target reading time, Text/Target gaze duration, and Regression path duration data using mixed ANOVAs across subjects (F1) and items (F2). Nonparametric analyses across subjects and items were performed on Text/Target regressions out because normality assumptions were not met. For these variables, main effects of Picture and Frequency by subjects were assessed using Wilcoxon Signed-Rank Test (Z1) and of Timing with the Mann-Whitney U Test (U1). Main effects of Picture, Frequency and Timing by items were assessed using the Wilcoxon Signed-Rank Test (Z2). We used independent-samples t-test to compare the means of Timing x Frequency interaction by subjects (t1) and paired-samples t-test to compare the means of Timing x Frequency interaction by items (t2) in target reading time. We reported η^2_p , r and Cohen's d effect sizes (Field, 2009).



Results

Text measures

Text reading time showed significant main effects of Picture $F(1,38) = 22.03, p < .001, \eta^2p = .37$; $F(1,59) = 27.55, p < .001, \eta^2p = .32$, and Frequency $F(1,38) = 14.81, p < .001, \eta^2p = .28$; $F(1,59) = 13.44, p < .01, \eta^2p = .19$. Participants spent less time reading sentences with an image (220 ms vs. 247 ms) and with high-frequency words (224 ms vs. 245 ms). Table 2 shows a summary of means for all global reading time measures. No significant main effect of Timing was found ($p > .05$), and all of the interactions were non-significant (p 's $> .05$).

Text gaze duration showed significant main effects of Picture $F(1,38) = 28.24, p < .001, \eta^2p = .43$; $F(1,59) = 47.89, p < .001, \eta^2p = .45$, and Frequency $F(1,38) = 10.36, p < .01, \eta^2p = .21$; $F(1,59) = 8.67, p < .01, \eta^2p = .13$. Sentences with image (158 ms vs. 173 ms.) and with high-frequency words (163 ms vs. 168 ms) showed shorter gaze duration. No significant main effect of Timing was found ($p > .05$), and there were no interactions (p 's $> .05$).

Text regressions out showed significant main effects of Picture $Z1 = -4.07, p < .001, r = .32, Z2 = -5.57, p < .001, r = .53$, and Frequency $Z1 = -2.35, p < .05, r = .02, Z2 = -2.20, p < .05, r = .30$. Sentences with an image (0.08 vs. 0.10) and with high-frequency words (0.09 vs. 0.09) showed less probability of regressions. No significant main effect of Timing was observed ($p > .05$), and none of the interactions were significant (p 's $> .05$).



Table 2

Means and standard deviations of text eye-tracking measures

	No Image	Image
<u>Concurrent Condition</u>		
Low Frequency		
Text reading time (ms)	263 (76)	223 (46)
Text gaze duration (ms)	173 (35)	155 (25)
Text regressions out (p)	0.10 (0.04)	0.09 (0.05)
High Frequency		
Text reading time (ms)	230 (53)	206 (50)
Text gaze duration (ms)	164 (35)	151 (27)
Text regressions out (p)	.09 (0.03)	0.08 (0.04)
<u>Consecutive Condition</u>		
Low Frequency		
Text reading time (ms)	255 (67)	234 (58)
Text gaze duration (ms)	179 (40)	167 (35)
Text regressions out (p)	0.11 (0.03)	0.07 (0.01)
High Frequency		
Text reading time (ms)	241 (64)	218 (48)
Text gaze duration (ms)	175 (40)	161 (29)
Text regressions out (p)	0.10 (0.03)	0.07 (0.01)

Note. p = probability.

Target-word measures

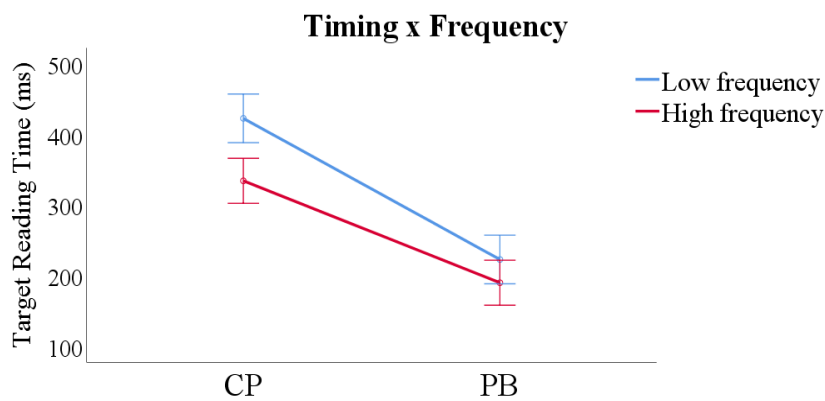
Target reading time showed significant main effects of Frequency and Timing. The high-frequency words showed shorter reading times than low-frequency words (262 ms vs. 323 ms), $F(1,38) = 24.47, p < .001, \eta^2p = .39$; $F(1,59) = 62.19, p < .001, \eta^2p = .51$, and consecutive presentation showed shorter reading times than concurrent presentation (207 ms vs. 378 ms), $F(1,38) = 76.69, p < .001, \eta^2p = .67$; $F(1,59) = 275.56, p < .001, \eta^2p = .82$. Table 3 shows summary of means for all local eye movement measures. No significant main effect of Picture was found ($p > .05$). There was also a significant Timing \times Frequency interaction $F(1,38) = 5.13, p < .05, \eta^2p = .12$; $F(1,59) = 9.67, p < .01, \eta^2p = .14$ (see Figure 2). All paired comparisons were significant, both



low- and high-frequency words with consecutive presentation of image vs. concurrent presentation $t_1(38) = 8.31, p < .001, d = 2.70$; $t_2(59) = 11.63, p < .001, d = 2.29$, $t_1(31.01) = 6.49, p < .001, d = 2.33$; $t_2(59) = -9.81, p < .001, d = -1.85$, as low-frequency words vs. high-frequency words of both consecutive and concurrent presentation of image $t_1(19) = 2.37, p < .05, d = 0.57$; $t_2(59) = 2.18, p < .05, d = 0.40$, $t_1(19) = 4.38, p < .001, d = 1.03$; $t_2(59) = 6.63, p < .001, d = 1.18$. None of the other interactions were significant (p 's $> .05$).

Figure 2

Interaction between Timing and Frequency. Abbreviations: CP, Concurrent Picture; PB, Picture Before



Target gaze duration showed significant main effects of Picture and Frequency. Sentences with image present had shorter gaze durations than sentences with absent image (231 ms vs. 249 ms), $F_1(1,38) = 6.66, p < .05, \eta^2p = .15$; $F_2(1,55) = 4.26, p < .05, \eta^2p = .07$. High-frequency words had shorter gaze durations than low-frequency words (230 ms vs. 251 ms), $F_1(1,38) = 10.24, p < .01, \eta^2p = .21$; $F_2(1,55) = 14.31, p < .001,$



$\eta^2p = .21$. No main effect of Timing was found ($p > .05$), and there were no significant interactions (p 's $> .05$).

Target regressions out showed two significant main effects: Frequency $Z1 = -3.25$, $p < .01$, $r = .27$, $Z2 = -3.50$, $p < .001$, $r = .30$, and Timing $Z1 = -3.56$, $p < .001$, $r = .58$, $Z2 = -5.62$, $p < .001$, $r = .56$. The high-frequency words had less probability of regression than did low-frequency words (0.09 vs. 0.14), and consecutive presentation had lower probability of regressions than concurrent presentation (0.07 vs. 0.16). No significant main effect of Picture, nor interactions were observed (p 's $> .05$).

Regression path durations showed significant main effects of Picture and Frequency. Sentences with an image had shorter regression path durations than sentences without an image (407 ms vs. 479 ms), $F(1,38) = 8.00$, $p < .01$, $\eta^2p = .17$; $F(1,54) = 611.92$, $p < .001$, $\eta^2p = .92$. Also, high-frequency words had shorter regression path durations than low-frequency words (408 ms vs. 478 ms), $F(1,38) = 8.00$, $p < .01$, $\eta^2p = .17$; $F(1,54) = 933.29$, $p < .001$, $\eta^2p = .95$. No significant main effect of Timing was found ($p > .05$), and none of the interactions were significant (p 's $> .05$).

Table 3

Means and standard deviations of target-word eye-tracking measures

	No Image	Image
<u>Concurrent Condition</u>		
Low Frequency		
Target reading time (ms)	423 (104)	423 (124)
Target gaze duration (ms)	280 (78)	257 (60)
Target regressions out (p)	0.15 (0.11)	0.23 (0.16)
Regression path duration (ms)	581 (272)	463 (109)
High Frequency		
Target reading time (ms)	359 (108)	309 (98)
Target gaze duration (ms)	247 (57)	219 (43)
Target regressions out (p)	0.12 (0.11)	0.15 (0.14)
Regression path duration (ms)	490 (172)	372 (120)



	No Image	Image
<u>Consecutive Condition</u>		
Low Frequency		
Target reading time (ms)	231 (76)	215 (80)
Target gaze duration (ms)	236 (62)	231 (53)
Target regressions out (p)	0.16 (0.13)	0.04 (0.07)
Regression path duration (ms)	429 (190)	439 (189)
High Frequency		
Target reading time (ms)	194 (61)	186 (71)
Target gaze duration (ms)	235 (45)	217 (40)
Target regressions out (p)	0.07 (0.10)	0.02 (0.04)
Regression path duration (ms)	416 (164)	352 (122)

Note. p = probability.

Discussion

The primary aim of the study was to examine the effect of visual support and how varying the timing of visual support affected sentence processing. We used eye tracking to investigate online sentence processing, that is, reading comprehension as it occurs in real time through fixation durations and regressions. We had expected that presenting visual support prior to the sentence would have a facilitating effect on reading and comprehension. We observed some results that were consistent with expectations and some results that were inconsistent with expectations. In the remainder of the Discussion, we first go through the results of the global sentence measures, and then, the local target-word measures.

The text measures (i.e. the reading times and regressions associated with the entire sentence) showed strong main effects of the two within-subjects variables (i.e. picture and frequency). When sentences were accompanied by an image and when words were high frequency, reading times and gaze durations were shorter and there were fewer regressions. The main effect of the picture was larger than that of the frequency, as we



found in Study 2, but different from Study 3, where the effect of the picture was slightly smaller than that of the frequency for the text measures (the fact that the effect of the frequency was larger in Study 3 could be because half of our participants were dyslexic). Specifically, the main effect of the picture translates into about 25 ms (per word) faster total reading time and 15 ms (per word) gaze duration. We did not find any interaction of the timing of the visual support with these variables. This is inconsistent with our hypotheses.

The local target-word measures did show intriguing effects of the timing of visual support. Specifically, we first found a main effect of timing on target reading time. The most surprising fact about this main effect was that it was approximately twice as strong as the main effect of frequency. Moreover, there was an interaction between timing and frequency, such that the difference between high- and low-frequency words was much less when the picture was presented before the sentence (i.e. in the consecutive presentation condition). This interaction comes with the caveat that it is collapsed across the effect of picture, which is obviously counter-intuitive, given that the timing variable should not affect processing in no picture trials. However, that is exactly what the results suggested. Mean target reading time for the concurrent presentation with low-frequency words was 423 ms (no image) and 423 ms (image), and mean target reading time for the consecutive presentation with low-frequency words was 231 ms (no image) and 215 ms (image). Essentially, there is approximately 200 ms difference and clearly no effect of Picture.

Our first thought about this seemingly anomalous result was that it might be due to sample differences. Recall that timing was manipulated between subjects. However, a sample difference is inconsistent with (1) null effects of Timing for the global measures (if anything the global measures would suggest superior reading ability in the concurrent



group), (2) the lack of differences between groups with respect to vocabulary knowledge, one of the most robust predictors of reading comprehension, and (3) no differences on the comprehension performance on the current task either. An alternative explanation is that there is a positive carry-over effect of timing onto reading times for trials that do not have a picture. What might that carry-over effect be? A possible explanation is that getting the picture before leads participants to read more quickly (i.e. a reading-speed booster effect), particularly associated with difficult sections of text. Importantly, that “booster” effect remains even in cases in which the trials no longer contain pictures. (This is also consistent with the main effect of timing on regressions out, indicating that the booster not only affects reading time, but particularly, re-reading time since regressions out of the target word are lower as well.)

The obvious way to statistically support this reading-speed booster speculation was to go back to the data, and to examine means of no-picture trials before participants had received a block of picture trials (in the consecutive presentation group) and to compare them to no-picture trials after participants had received a block of picture trials (again, in the consecutive presentation group). Results showed that when participants received a no-picture block of trials first, their reading time means were approximately 320 ms, and for no-picture blocks following a block of picture trials means were approximately 280 ms. This is exactly type of result that would be expected by a reading-speed “booster” effect. We understand that caution must be exercised for all ex-post explanations, particularly ones that are substantially different from initial hypotheses. However, we find this effect quite surprising and one that has lots of potential with respect to practical applications. This also works against potential three-way interactions in the data. We return to this point below. Before turning to the limitations of the current study, we should point out that, in general, most of the significant effects on the local measures



exactly replicated the previous studies in this thesis. For the local measures, there is a clear and robust effect of word frequency, and picture has positive effects on gaze duration and regression path durations. However, we again, find little evidence of interactions between variables.

Limitations

This study has yielded some interesting and novel findings, but it has several limitations that need to be kept in mind. The first concerns the sample. Our participants represented a fairly highly skilled and homogenous reading group (i.e. university students). We would definitely encourage future studies with a larger sample and, perhaps more importantly, a sample with more variability in reading skills.

A second limitation concerns the images. There are many types of illustrations, visual scenes, or symbols that could influence reading, and at present, there is not a lot of work systematically examining different types of visual support. In the current study, we used coloured illustrations that provided many contextual elements and mirrored the content of the sentence more-or-less accurately. This kind of visual support has been shown to have the most robust benefits to reading. It remains to be seen how other types of visual support and the timing of that visual support benefits language comprehension.

The final limitation is that we did not analyse participants' eye-gaze on the images. This was due to several reasons (e.g. image presentation was time limited in one condition and self-paced in the other). Also, it is extremely difficult to make strong conclusions about “where” in the images participants might look for maximal benefit. Obviously, in the consecutive condition, participants are highly likely to inspect the image when it was presented before the text. In contrast, in the concurrent condition, participants were free



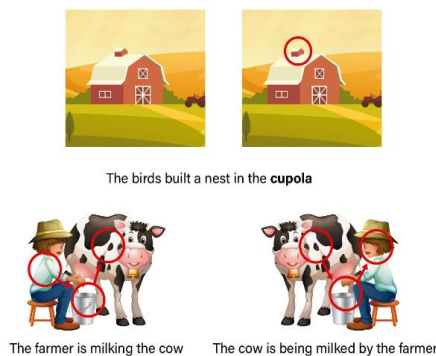
to view (or not), and there were no constraints on when they viewed the image versus when they read the sentence.

Applied implications and Future directions

Regarding practical implications of this work, we have shown that visual support can positively impact adult skilled readers (even first- and second-year university students). In fact, the current study has shown the strongest effects we have observed to date for visual support. One clear extension of this work is how readers deal with unfamiliar words and how visual support might help access or direct readers to the meaning of an unknown word. One example is “cupola”, which is an example of a “difficult” low-frequency word in some vocabulary texts. In Figure 3, it will be important to test what readers actually look at (if given the upper left picture) after reading the word “cupola” in the sentence (shown below the sentence). Second, for word learning, if participants read “cupola” and then the indicated object is subsequently highlighted in an image (e.g. right upper picture), are participants then more likely to retain that knowledge (i.e. to what extent does visual support enhance word learning).

Figure 3

Examples images and texts



Another very important future direction concerns the images that are used as visual support. Two possible research questions stand out as particularly critical to us. The first is to better understand how images are incrementally processed (i.e. the most common scan paths associated with an image), and whether images can be manipulated to encourage particular scan paths, which would then map onto the text in a meaningful way (see Figure 3, bottom panels). The expectation would be that “good” visual support is processed in accordance with the grammatical roles and thematic relations contained in the sentence (e.g. farmer is first fixated and is the subject/topic/agent of the sentence). Perhaps an experiment with the mirror reversed image may facilitate processing of the same sentence in passive voice (e.g. the image shown in lower right panel). Given that algebraic equations can prime syntax (Scheepers et al., 2011), it only makes sense that images would too. The second future direction is saliency (Henderson, 2017; Itti & Koch, 2000). Here the key issue is how visual attention can be directed/capture in order to direct the viewer to particular regions of an image, which should then link up with particular regions of text.

Summary of Study 4

The current study focuses mainly on visual support to facilitate reading, and particularly whether timing of visual support impacts reading. Our results suggested two main findings. The first was that visual support improved the overall reading of sentences. What we did not find for the overall reading of sentences was an effect of timing or any interactions between the variables. Based on this, we conclude that visual support is generally beneficial and is so even for highly skilled readers. The second main finding concerns the results of target word reading. Here we found a virtually identical pattern of results as our prior studies, but also found that the timing of visual support could make a



difference to reading times and regressions. Viewing the picture before the sentence might result in faster reading of the more difficult low-frequency words. In addition, this effect persisted astonishingly even in subsequent trials that did not contain visual support, which we interpreted as a type of “reading speed booster” effect. How long the “boost” lasts and whether it is a potential avenue for struggling readers (e.g. dyslexics) remain open questions. Finally, we argued that a great deal more research is needed with respect to visual support, and we have highlighted how it can benefit by drawing upon different strands of psychological research. There is an old saying “a picture is worth a thousand words”, what this research shows is that a picture (as visual support) is worth a good handful of words.

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE22e00033603598

CSV

GEISER-fd74-bb39-3e41-4b10-bfa4-795c-04a0-6b45

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

02/08/2022 13:03:18 Horario peninsular



ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE22e00033603598

CSV

GEISER-fd74-bb39-3e41-4b10-bfa4-795c-04a0-6b45

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

02/08/2022 13:03:18 Horario peninsular



GEISER-fd74-bb39-3e41-4b10-bfa4-795c-04a0-6b45

3. DISCUSIÓN GENERAL

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE22e00033603598

CSV

GEISER-fd74-bb39-3e41-4b10-bfa4-795c-04a0-6b45

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

02/08/2022 13:03:18 Horario peninsular



La presente tesis doctoral pretendía conocer si los textos simplificados facilitarían la comprensión lectora de diferentes poblaciones con dificultades lectoras. Así, el Estudio 1.a de este trabajo científico consistió en averiguar si los textos escolares adaptados en lectura fácil eran útiles para facilitar la comprensión lectora de estudiantes de secundaria con diferentes niveles lectores. Los Estudios 1.b, 2 y 3 de la presente tesis se centraron en evaluar el efecto de dos pautas pertenecientes a los apartados de diseño y redacción de documentos en lectura fácil de la Norma Española Experimental sobre la comprensión lectora. En el caso del diseño, se evaluó el uso de imágenes que acompañan a la información escrita; y en el caso de la redacción, se estudió el uso de palabras conocidas, es decir, la simplificación léxica. Estas dos adaptaciones fueron examinadas en tres poblaciones específicas con dificultades lectoras: adolescentes con diferentes niveles lectores, adultos con bajo nivel educativo y adultos con dislexia. Asimismo, con el Estudio 4 de la presente tesis doctoral se exploró la influencia del lugar del apoyo visual en la comprensión lectora. Para ello, este estudio se llevó a cabo con adultos normotípicos.

Así, con estos cuatro estudios se pretendió dar respuesta a las siguientes seis preguntas de investigación: (1) ¿Los textos escolares en lectura fácil facilitan la comprensión lectora de adolescentes con diferentes niveles lectores?; (2) ¿El uso del apoyo visual y la simplificación léxica facilitan la comprensión lectora de estudiantes de secundaria con diferentes niveles lectores?; (3) ¿El uso del apoyo visual y la simplificación léxica facilitan la comprensión lectora de adultos con bajo nivel educativo?; (4) ¿El uso del apoyo visual y la simplificación léxica facilitan la comprensión lectora de adultos con dislexia?; (5) ¿El uso del apoyo visual y la simplificación léxica impacta de forma diferente en la comprensión lectora de las tres poblaciones estudiadas?; (6) ¿El lugar del apoyo visual influye en la comprensión lectora de adultos normotípicos?



3.1 ¿Los textos escolares en lectura fácil facilitan la comprensión lectora de adolescentes con diferentes niveles lectores?

Los resultados encontrados en el Estudio 1.a muestran que los textos escolares en lectura fácil no facilitan la comprensión lectora en los adolescentes. De igual manera, ningún grupo de estudiantes adolescentes con diferente nivel de rendimiento académico y eficiencia lectora se beneficia de la lectura fácil.

Recordemos que la evidencia empírica en el campo de la lectura fácil apunta en la misma dirección: son muy pocos los estudios de investigación los que hallan que los textos en lectura fácil o simplificados facilitan la comprensión lectora de los participantes (Rivero-Contreras y Saldaña, 2020); en concreto, tres de un total de ocho estudios.

En relación con las poblaciones objeto de estudio, observamos que la mayoría de los estudios fueron realizados con participantes adultos con algún trastorno o dificultad (autismo, discapacidad intelectual, dificultades del aprendizaje, entre otros). El único estudio que evaluó la comprensión lectora de versiones simplificadas en adultos normotípicos tampoco encontró diferencias significativas entre ellas (Friedman y Hoffman-Goetz, 2007). En el contexto educativo, los estudios de investigación que se realizan con estudiantes de primaria y secundaria tampoco encuentran el efecto facilitador de las versiones fáciles sobre la comprensión (Arya et al., 2011; Lupo et al., 2019). Arya et al. (2011) examinaron los efectos de la complejidad sintáctica y léxica en la comprensión de 16 textos científicos sobre cuatro temas en estudiantes de tercer grado, obteniendo solo un impacto significativo de la complejidad léxica en solo dos de los cuatro temas, y ningún impacto de la complejidad sintáctica. Y, Lupo et al. (2019) no encontraron el efecto de la facilitación de versiones fáciles sobre la comprensión cuando iban acompañadas de diferentes tipos de apoyo educativo.



Estos resultados nos llevan a pensar que la simple reducción de la complejidad de los textos expositivos en la educación secundaria podría no ser suficiente. Otra posible razón de la falta de diferencias en la comprensión lectora entre los textos podría ser por la falta de familiaridad de los estudiantes adolescentes con el formato de lectura fácil, ya que este se presentaba con un tamaño de fuente y un espacio entre líneas más grandes, y esto no siempre tiene un impacto positivo en la comprensión lectora (Katzir et al., 2013).

Asimismo, nuestros resultados sugieren que los textos de lectura fácil tampoco parecen beneficiar a algún grupo de estudiantes de secundaria. Teniendo en cuenta los resultados de estudios previos y el presente estudio, no parece que la razón de esa falta de eficacia de la lectura fácil sobre la comprensión se deba al perfil lector de los usuarios destinatarios (con o sin algún diagnóstico). Los estudios que se han llevado a cabo han utilizado diferente material escrito adaptado (artículos, noticias, folletos de información, textos expositivos, entre otros). Es posible que cada uno de estos materiales requiera de un tipo de adaptación distinta. Por otro lado, podría ser que las diferentes adaptaciones que se proponen para la lectura fácil tengan un impacto distinto: mayor, menor o ninguno en función de los materiales y los destinatarios. Por lo que parece necesario, en primer lugar, evaluar qué pautas son esenciales y útiles para mejorar la comprensión lectora con el objetivo de concretar una guía basada en la evidencia empírica y cuáles son accesorias o simplemente dificultan la lectura. A ello se dedicaron los demás experimentos de la tesis.

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE22e00033603598

CSV

GEISER-fd74-bb39-3e41-4b10-bfa4-795c-04a0-6b45

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

02/08/2022 13:03:18 Horario peninsular



3.2 ¿El uso del apoyo visual y la simplificación léxica facilitan la comprensión lectora de estudiantes de secundaria con diferentes niveles lectores?

Los hallazgos del Estudio 1.b muestran que el apoyo visual disminuye los tiempos de lectura y aumenta la comprensión lectora de los estudiantes adolescentes con diferentes niveles lectores. Esto se ajusta a lo esperado si tenemos en cuenta la teoría de la codificación dual (DCT; Paivio, 1971; Sadoski y Paivio, 2004, 2012) y la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia (CTML; Mayer, 2005), que apoyan el uso de la imagen junto con información escrita para mejorar su aprendizaje y retención. Recordemos que, según esta teoría, hay dos sistemas separados para codificar nuestra experiencia: un código o sistema verbal, y un código no verbal o sistema de imágenes. En la lectura con apoyo visual, el canal o modalidad por la cual se procesa la información es el visual; y en esta puede haber tanto codificaciones verbales como no verbales. El hecho de proporcionar una imagen hace que facilite esa creación/activación de representaciones mentales, que pueden combinarse (e integrarse) junto con el contexto lingüístico y así facilitar el procesamiento y la comprensión. En cuanto a la segunda teoría, nuestros resultados demuestran que es más acertado presentar palabras e imágenes juntas que palabras solas (Principio Multimedia).

Asimismo, estudios previos observan este mismo efecto facilitador del apoyo visual en la comprensión lectora en adolescentes (Cook, 2017; Guo, 2020; Jalilehvand, 2012). Sin embargo, es importante remarcar que nuestros datos apuntan a una facilitación de la comprensión lectora al mostrar una imagen de aproximadamente un 10%, en lo que se podría estimar como un tamaño del efecto pequeño a moderado. El hecho de que sean lectores menos expertos (en contraposición con lectores adultos), o carezcan de las



habilidades necesarias para extraer información de las imágenes, podría haber limitado los beneficios potenciales del apoyo visual. A pesar de ello, el meta-análisis realizado con participantes de diferentes edades encuentra un tamaño de efecto medio similar ($g = 0.39$) (Guo et al., 2020).

En cuanto a la simplificación léxica, esta no tuvo ningún efecto facilitador en la comprensión lectora de los adolescentes. Estos resultados van en la misma línea con los resultados encontrados en estudios previos con niños sobre movimientos oculares donde no está claro el impacto de la frecuencia de palabra sobre el procesamiento textual (Blythe et al., 2006; Blythe et al., 2009; Joseph et al., 2013). Sin embargo, no podemos hacer una comparación exacta, puesto que nuestros tiempos de lectura eran medidos a nivel de oración, incluyendo los tiempos dedicados a mirar la imagen, mientras que los tiempos de lectura de los estudios previos eran medidos a través del registro de movimientos oculares a nivel de palabra.

En relación con los datos encontrados entre los grupos con diferentes niveles lectores, encontramos que los estudiantes con bajo rendimiento académico son los que disminuyeron sus tiempos de lectura y aumentaron su comprensión lectora con el apoyo visual, y los estudiantes con alta eficiencia lectora también aumentaron su comprensión lectora con este apoyo. Aunque estos datos parezcan contradictorios a priori, existen estudios en los que observan un impacto positivo de las imágenes en lectores eficientes (Hannus y Hyönä, 1999; Reid y Beveridge, 1990). Asimismo, hay que dejar claro que el rendimiento académico y la eficiencia lectora, aunque sean variables lectoras que están relacionadas, no son equivalentes. Mientras que la eficiencia lectora hace referencia a una combinación de fluidez y comprensión lectoras (Carrillo y Marín, 1999), el rendimiento académico, el cual se obtuvo de la nota en la asignatura de Lengua Castellana y Literatura, implica más aspectos evaluados que se relacionan con recursos adicionales necesarios,



como conocimientos previos o vocabulario; por lo que, estos estudiantes no necesariamente tienen que presentar dificultades de decodificación. Así, las imágenes podrían proporcionar un contexto general que facilitara el acceso al significado, pero no la decodificación en la misma medida. Aunque, al no presentar medidas para la decodificación o la fluidez lectora independientes de la comprensión lectora, la interpretación de estos resultados es solo una conjetura, y se necesitaría de más investigación para corroborarlo.

3.3 ¿El uso del apoyo visual y la simplificación léxica facilitan la comprensión lectora de adultos con bajo nivel educativo?

Los resultados encontrados en el Estudio 2 muestran que el apoyo visual y la simplificación léxica mejoraron la comprensión lectora de adultos con diferente nivel educativo. En cuanto al apoyo visual, encontramos una mayor comprensión de oraciones y un procesamiento textual más rápido a nivel de oración y a nivel de palabra objetivo (baja y alta frecuencia). Asimismo, no observamos diferencias en los tiempos dedicados a mirar la imagen entre los grupos de adultos con diferente nivel educativo. Estos resultados indican que el apoyo visual ayuda en el procesamiento de las palabras tanto a nivel general de la oración como a nivel de las palabras individuales contenidas en la oración, por lo que, al igual que en el punto anterior, la imagen ayuda en la creación/activación de representaciones mentales, y también en la predicción de palabras específicas o en la activación de regiones específicas en la red semántica, facilitando el procesamiento y su comprensión. Por tanto, podríamos decir que la imagen ayuda en ese proceso donde el sistema visual toma la información visual entrante y activa la representación conceptual apropiada a través de la extracción del *gist* de la escena



(información esencial de la escena) (Castelhano y Henderson, 2008). Asimismo, una vez más, estos datos corroboran la teoría de la codificación dual (DCT; Paivio, 1971; Sadoski y Paivio, 2004, 2012) y la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia (CTML; Mayer, 2005).

En relación el efecto de la simplificación léxica en la comprensión lectora de los adultos con diferente nivel educativo, encontramos un claro efecto facilitador de esta a nivel de palabra. Estos resultados van en línea con muchos de los estudios previos de investigación que han evaluado este fenómeno (Ashby et al., 2005; Hyönä y Olson, 1995; Inhoff y Rayner, 1986; Rayner et al., 1996; Rayner y Duffy, 1986; Rayner y Fischer, 1996). A nivel de oración, no observamos este efecto facilitador en el procesamiento, ni en la comprensión de las oraciones. Esto sugiere que la frecuencia de palabras objetivo no obstaculizó la comprensión general de las oraciones. Recordemos que estas oraciones estaban compuestas por un número de palabras entre 15 y 22, por lo que, al ser oraciones cortas, podría haberse compensado el efecto de la simplificación léxica con el resto de las palabras.

Con respecto al nivel educativo, se encontró que la simplificación léxica resultó en tiempos de lectura total y tiempos de primera lectura de palabras objetivo (Target Reading Time y Target Gaze Duration respectivamente) mucho más similares entre los dos grupos de adultos. Esto se observa en los efectos de interacción Frecuencia x Grupo reportados, en los que se muestra un efecto de la frecuencia de palabra en ambos grupos cuando las palabras objetivo son de baja frecuencia, mientras que no se existe tal efecto en las palabras de alta frecuencia. Esto nos lleva a pensar que la simplificación léxica produce un fuerte efecto positivo en el procesamiento en lectores con un bajo nivel educativo. Los estudios previos de investigación en adultos con diferente nivel lector pusieron de manifiesto la importancia de la capacidad lectora en los tiempos de



procesamiento de palabras y los patrones de relectura, de modo que los lectores con una baja capacidad lectora tienen una mayor duración de la fijación y un mayor número de regresiones (Ashby et al., 2005; Barnes et al., 2017; Everatt y Underwood, 1994; Rayner, 1998; Underwood et al., 1990). Nuestros hallazgos, a la vez de confirmar este efecto del nivel educativo sobre el procesamiento, muestran este efecto mayor en aquellos con un bajo nivel.

3.4 ¿El uso del apoyo visual y la simplificación léxica facilitan la comprensión lectora de adultos con dislexia?

Los hallazgos del Estudio 3 muestran que el apoyo visual y la simplificación léxica mejoraron la comprensión lectora de adultos con y sin dislexia. En cuanto al apoyo visual, observamos que disminuyó los tiempos de primera lectura a nivel de oración y los tiempos de lectura y tiempos de primera lectura a nivel de palabras objetivo (Target Gaze Duration y Target Reading Time respectivamente). Estos datos apoyan la idea de que la presencia de una imagen facilita el reconocimiento de palabras en el texto (acceso/integración léxica) y ayudan en la creación de una representación mental de la información escrita (Huettig et al., 2011; Pickering y Gambi, 2018). De forma contraria a lo esperado, no encontramos una facilitación de la comprensión de oraciones. Sin embargo, hay que tener en cuenta que todos los participantes de este estudio eran adultos universitarios, por lo que cabría esperar que no necesitaran el apoyo visual para comprender oraciones cortas.

Con respecto a la simplificación léxica, los datos obtenidos mostraron que ayudó en el procesamiento de las palabras tanto a nivel de oración como a nivel de palabras objetivo, lo que se ajusta a lo esperado teniendo en cuenta la literatura científica previa



(Ashby et al., 2005; Hyönä y Olson, 1995; Inhoff y Rayner, 1986; Rayner et al., 1996; Rayner y Duffy, 1986; Rayner y Fischer, 1996). Sin embargo, tampoco observamos un efecto de facilitación en la comprensión de oraciones. Al igual que en el estudio con adultos con diferente nivel educativo, estos resultados nos hacen plantearnos que la frecuencia de palabras objetivo no obstaculizó la comprensión general de las oraciones.

En cuanto a la dislexia, no encontramos interacciones en ninguna de las medidas de movimientos oculares, lo que significa que tanto el apoyo visual como la simplificación léxica ayudan por igual a ambos grupos de adultos. Por el contrario, sí encontramos que aquellos universitarios con bajos niveles de exposición a textos escritos y vocabulario se beneficiaron más de la simplificación léxica. Estos resultados se mostraron en los efectos de interacción Frecuencia x Grupo reportados, en los que se muestran diferencias significativas entre palabras de baja y alta frecuencia en estos grupos con bajos niveles en los tiempos de lectura total (Target Reading Time). Así, pensamos que esta adaptación resultaría beneficiosa para el resto de las personas con dislexia no universitaria, ya que suelen presentar estos niveles bajos de vocabulario y experiencia lectora (Reis et al., 2020).

3.5 ¿El uso del apoyo visual y la simplificación léxica impacta de forma diferente en la comprensión lectora de las tres poblaciones estudiadas?

Los Estudios 1.b, 2 y 3 ponen de manifiesto que el apoyo visual y la simplificación léxica facilitan la comprensión lectora de las diferentes poblaciones objeto de estudio: adolescentes con diferente nivel educativo, adultos con bajo nivel educativo, y adultos con dislexia. Sin embargo, esta facilitación no siempre es la misma en las tres poblaciones.



Primero, en relación con el procesamiento de oraciones, observamos que el apoyo visual tiene un impacto general en ambos grupos de adultos (Estudios 2 y 3) y un impacto específico en los adolescentes con bajo rendimiento académico (Estudio 1.b). Si prestamos atención a los tamaños de efecto, encontramos un impacto del apoyo visual ligeramente diferente entre las poblaciones. En los adultos, parece que existe un impacto mayor del apoyo visual a nivel de oración en adultos universitarios con y sin dislexia, pero solo en el tiempo de primera lectura (Text Gaze Duration), mientras que se da un impacto moderado en adultos con diferente nivel educativo en las diferentes medidas de lectura registradas (Text Reading Time, Text Gaze Duration, y Text Regression Out). En el caso de los adolescentes con un bajo rendimiento académico, se observa un impacto moderado del apoyo visual en el tiempo de lectura total de la oración. A nivel de palabra (solo ambos estudios con adultos), encontramos resultados similares, con un impacto mayor del apoyo visual sobre los tiempos de lectura total (Target Reading Time), y un impacto moderado en los tiempos de primera lectura y en las regresiones (Target Gaze Duration y Target Regression Out).

Antes de explicar estos resultados, recordemos qué representa cada medida de movimientos oculares: la Gaze Duration y la Reading Time son indicadores de acceso léxico del reconocimiento de palabras (Inhoff y Rayner, 1986; Morton, 1969; Whaley, 1978) y están relacionados con el procesamiento y la integración inicial de la información, es decir, con el proceso lingüístico temprano. En cambio, la Regression Out y la Regression Path Duration son indicadores de la dificultad de procesamiento (Hyönä et al., 2003) y están más relacionados con el proceso lingüístico posterior o tardío.

Así, nuestros resultados muestran que el apoyo visual ayuda en mayor medida a los adultos universitarios con y sin dislexia solo en el acceso al reconocimiento de palabras (procesamiento lingüístico temprano), mientras que el apoyo visual ayuda tanto



al procesamiento lingüístico temprano como tardío en los adultos con diferente nivel educativo, aunque de forma moderada. Como la mitad de nuestros adultos universitarios presentaban dislexia, tiene sentido encontrar una mayor facilitación en esta medida en concreto, puesto que estas personas continúan presentando dificultades en la decodificación (Cavalli et al., 2017; Miller-Shaul, 2005; Reis et al., 2020); mientras que la mitad de los adultos con bajo nivel educativo presentaban niveles bajos en las habilidades lingüísticas evaluadas (vocabulario y comprensión lectora) (Hall et al., 2014; N. A. Taylor et al., 2012; Fracasso et al., 2016; Tighe y Schatschneider, 2016b; Tighe y Schatschneider, 2016a), por lo que es de esperar que facilite ambos tipos de procesamiento lingüístico. A nivel de palabra, ambos estudios de adultos muestran que el apoyo visual ayuda bastante más en el procesamiento lingüístico temprano, y en menor medida en el procesamiento lingüístico tardío. Respecto al grupo de adolescentes, desconocemos el impacto del apoyo visual en los distintos tipos de procesamiento debido a la diferente aplicación de este estudio respecto a los anteriores (estudio online vs. estudio de movimientos oculares).

En cuanto a la simplificación léxica, encontramos un impacto diferente en las tres poblaciones estudiadas a nivel de oración. Mientras que no existe ningún impacto en los adolescentes con diferentes niveles lectores, ni en los adultos con diferente nivel educativo, sí observamos un gran impacto en los adultos universitarios con y sin dislexia en los tiempos de lectura total y en la probabilidad de realizar regresiones. En cambio, a nivel de palabra (solo ambos estudios con adultos), encontramos resultados similares, con un impacto mayor de la simplificación léxica sobre los tiempos de primera lectura y lectura total, y un impacto moderado y pequeño en las regresiones, y un impacto grande y moderado en la duración de la ruta de regresión. En relación con los efectos específicos en cada estudio, encontramos que la simplificación léxica impacta enormemente en los



tiempos de lectura total en los adultos no universitarios, mientras que impacta moderadamente en los adultos universitarios con baja exposición a textos escritos (ART) y bajo vocabulario.

Así, nuestros hallazgos indican que la simplificación léxica ayuda, y en gran medida, solo a los estudiantes universitarios con y sin dislexia tanto en el procesamiento lingüístico temprano como tardío de las oraciones en general. Y, a nivel de palabra, al igual que el apoyo visual, ambos estudios de adultos muestran que la simplificación léxica ayuda en mayor medida en el procesamiento lingüístico temprano, y en menor medida en el procesamiento lingüístico tardío. En cuanto a los efectos específicos diferentes observados, tiene sentido encontrar un impacto mayor de la simplificación léxica en adultos no universitarios, puesto que estos son los que presentan un nivel de procesamiento de palabras más lento que los adultos universitarios. Estudios previos con adultos indican que la capacidad lectora y/o experiencia lectora influye en el tiempo de procesamiento de textos y en los patrones de relectura, de modo que los lectores menos expertos (o los lectores con problemas de lenguaje/aprendizaje) presentan duraciones de fijación más largas y un mayor número de regresiones (Ashby et al., 2005; Barnes et al., 2017; Everatt y Underwood, 1994; Rayner, 1998; Underwood et al., 1990).

Segundo, en relación con la comprensión de oraciones, observamos un impacto diferente del apoyo visual en los adultos universitarios con y sin dislexia. Mientras que el apoyo visual impacta moderadamente tanto en los adultos con diferente nivel educativo y los adolescentes con diferentes niveles lectores, no encontramos ningún impacto en los adultos universitarios. Recordemos que esta medida medía el porcentaje de aciertos a la pregunta de tipo inferencial relacionada con la oración a leer. Estas oraciones tenían una longitud entre 15 y 22 palabras, por lo que eran oraciones cortas que no presentaban un alto grado de dificultad. De hecho, los porcentajes de acierto oscilaban entre 79% y 85%



en el Estudio 2, entre 84% y 87% en el Estudio 3, y entre 83% y 84% en el Estudio 4. Sin embargo, el nivel de comprensión lectora de lectores experimentados, como son los adultos universitarios, hiciera que el apoyo visual no fuera necesario para comprender las preguntas. En cambio, aquellos individuos con diferente nivel lector sí parecen haberse beneficiado de este apoyo para su comprensión. Estos resultados respaldan estudios previos que resaltan la utilidad del apoyo visual para mejorar la comprensión lectora de textos de adolescentes con diferentes niveles lectores y de adultos con diferente nivel educativo (Cook, 2017; Guo et al., 2020; Jalilehvand, 2012; Qu et al., 2016).

Y tercero, solo encontramos un impacto grande del apoyo visual sobre la percepción de dificultad del texto en los adultos universitarios con y sin dislexia. A pesar de observarse que el apoyo visual impacta de forma positiva en el procesamiento y la comprensión de oraciones en los adolescentes con diferentes niveles lectores y en los adultos con diferente nivel educativo, no evaluaron las oraciones con imagen como más fáciles de comprender. Sin embargo, los adultos universitarios con y sin dislexia sí se percataron de este efecto positivo, pero no del impacto de la simplificación léxica. Probablemente esta falta de identificación del impacto de la simplificación léxica en todas las poblaciones se debiera a que era una adaptación de una sola palabra en toda la oración. Por ello, era complicado percatarse. Sin embargo, la identificación del efecto del apoyo visual en los adultos universitarios con y sin dislexia se debería a que los disléxicos, desde bien jóvenes, reciben diversas intervenciones sobre los sonidos de las letras, el conocimiento de los fonemas, y la vinculación de letras y fonemas a través de la escritura y la lectura (Snowling, 2013), y todo esto se trabaja usando el apoyo visual en las primeras etapas educativas.

En resumen, los resultados encontrados en los Estudios 1.b, 2 y 3 ponen de manifiesto que existe un impacto ligeramente diferente del apoyo visual y la



simplificación léxica en el procesamiento a nivel general de oraciones en las tres poblaciones estudiadas, y un impacto similar de estas dos adaptaciones a nivel de palabra en las dos poblaciones de adultos. Asimismo, se observa un impacto diferente del apoyo visual en la comprensión de oraciones y en la percepción de la dificultad del texto en los adultos universitarios con y sin dislexia, en comparación con los adolescentes con diferentes niveles lectores y los adultos con diferente nivel educativo.

3.6 ¿El lugar del apoyo visual influye en la comprensión lectora de adultos normotípicos?

Los resultados encontrados en el Estudio 4 muestran que la posición del apoyo visual impacta fuertemente en los tiempos de lectura total y la probabilidad de realizar regresiones a nivel de palabra en adultos universitarios normotípicos. Si prestamos atención a los datos, observamos que la presencia de la imagen antes del texto reduce prácticamente a la mitad tanto el tiempo empleado en procesar las palabras objetivo (379 ms vs. 207 ms) como la probabilidad de movimientos que se realizan hacia atrás de las palabras objetivo (0.16 vs 0.07).

Por lo que, mostrar una imagen antes que el texto parece que ayuda a acelerar tanto el procesamiento lingüístico temprano como el procesamiento lingüístico tardío, y confirma la idea de que la vista previa de la información visual permite a los lectores generar ciertas expectativas o predicciones sobre la próxima información lingüística que aparecerá (Ferreira et al., 2013). De igual forma, es muy probable que la presentación previa de la información visual permita que accedan a los nombres de, al menos, algunos de los objetos de la imagen, lo que se logra en parte mediante la activación del



conocimiento semántico; o, incluso, existe la posibilidad de que facilite la realización de inferencias que deben hacer los lectores para construir los modelos de situación (Kintsch, 2018). Sin embargo, esto último no queda del todo claro si ocurre, puesto que no se observa ningún impacto a nivel de oración o en las otras medidas a nivel de palabra evaluadas.

De todas formas, debemos remarcar que todos nuestros participantes representan a una población con un nivel lector bastante bueno y homogéneo (todos son estudiantes universitarios). Recordemos que no se encuentran diferencias ni en la comprensión de oraciones de la tarea experimental, ni en la prueba estandarizada de vocabulario administrada entre los dos grupos creados de adultos universitarios normotípicos. Por tanto, este alto nivel educativo puede que no permita apreciar los verdaderos efectos de la posición del apoyo visual sobre el procesamiento textual en general; o, que, al ser una tarea experimental compuesta de oraciones cortas y relativamente fáciles de leer (solo la mitad contenía una palabra objetivo de alta frecuencia), no se permita esa apreciación. De hecho, estudios previos apuntan a ese efecto facilitador de la posición previa del apoyo visual tanto en el procesamiento como en la comprensión lectora (Eitel et al., 2013; Ferreira et al., 2013).

En definitiva, parece que la posición de la imagen sí que esté influyendo de alguna forma en el procesamiento textual, pero con nuestros hallazgos resulta difícil saberlo con exactitud. Lo que sí está claro es el efecto que ejerce el apoyo visual sobre la comprensión lectora de diferentes poblaciones con y sin dificultades lectoras.



3.7 Evaluación de la comprensión lectora en la lectura fácil

En la Introducción de la presente tesis doctoral vimos que son pocos los estudios de investigación que se llevan a cabo en el campo de la lectura fácil, y que los resultados encontrados son diversos (Rivero-Contreras y Saldaña, 2020). Recordemos que en el estudio de revisión que realizamos, solo encontramos 13 investigaciones, de las cuales solo cuatro encontraban que las versiones simplificadas facilitaban la comprensión de los participantes.

Si prestamos atención a la metodología de evaluación de la comprensión lectora en estos estudios, también encontramos diversas formas de hacerlo. Todos utilizan preguntas escritas u orales para evaluar la comprensión, pero varían en su tipo: abiertas, opción múltiple, de recuerdo libre; literal y/o inferencial. Además, dos de estas 13 investigaciones preguntan a sus participantes si las versiones adaptadas son más fáciles de leer como una medida más a valorar (Cerga-Pashoja et al., 2019; Karreman et al., 2007). Mientras que Cerga-Pashoja et al. (2019) observan diferencias entre las versiones, identificando las adaptadas como más fáciles de leer, Karreman et al. (2007) no lo hacen.

Nuestros Estudios 1.b, 2 y 3 ponen de manifiesto también esta disparidad de resultados en la medida objetiva de comprensión de oraciones y en la medida subjetiva sobre el grado de percepción de la dificultad del texto. Al igual que en nuestros Estudios 1.b y 2 sobre el apoyo visual, los participantes de Karreman et al. (2019) responden más preguntas correctamente con la versión adaptada, pero no identifican esta versión como más fácil de leer. Sin embargo, en el Estudio 3 ocurre exactamente lo contrario; esto es, los participantes de nuestro estudio evalúan las oraciones con apoyo visual como más fáciles de leer, pero no responden a más preguntas correctamente en esta condición. Sin embargo, como hemos visto en el apartado 3.5, encontramos un patrón similar del



impacto del apoyo visual y la simplificación léxica sobre el procesamiento de las palabras en las distintas poblaciones estudiadas. Por tanto, la medida objetiva de movimientos oculares parece ser una medida más fiable y, por tanto, útil para evaluar la comprensión lectora en este campo científico.

Por otro lado, recordemos que uno de los pasos finales de la creación o adaptación de materiales escritos en lectura fácil, según la Norma Española Experimental (Asociación Española de Normalización, 2018), es la fase de validación de textos. En esta fase solo se utilizan medidas de autoinforme. Por lo que los textos en lectura fácil que se encuentran en nuestro día a día solo cuentan con la evaluación subjetiva de los validadores sobre su grado de facilitación de la lectura. Pero nuestros datos indicarían que parece que las medidas subjetivas de autoinforme pueden ser útiles en el campo, pero no son suficientes. Quizá otros indicadores objetivos de procesamiento psicolingüístico, como las medidas de movimientos oculares, debieran incluirse para evaluar el grado de comprensión de los materiales escritos en lectura fácil.

Asimismo, observando el escaso número de estudios de investigación que se han realizado hasta el momento, se requiere una mayor investigación en este campo para validar las pautas y recomendaciones de las guías internacionales y nacional (es decir, la Norma Española Experimental), tanto en su conjunto como de forma individual. De esta manera, se crearían o adaptarían textos siguiendo unas directrices basadas en la evidencia empírica, y con la seguridad de que va a facilitar la lectura de los destinatarios de este material.



3.8 Limitaciones y futuras líneas de investigación

Esta tesis doctoral presenta diversas limitaciones que deben tenerse en cuenta a la hora de interpretar los resultados. En cada estudio se han descrito las limitaciones específicas de cada uno, por lo que las limitaciones que son comunes a todos ellos se discuten a continuación.

La primera limitación hace referencia a la tipología de la muestra. Como se mostró en la Introducción, la lectura fácil tiene como objetivo asegurar el derecho de todas las personas al acceso a la información eliminando las barreras en la comprensión, garantizando así la accesibilidad universal, el diseño para todos y la igualdad de oportunidades en la participación. Aunque todos los lectores se pueden beneficiar de ella, se dirige específicamente a personas con grandes dificultades de comprensión lectora como, por ejemplo, personas con discapacidad intelectual, trastornos específicos del lenguaje, trastornos del espectro del autismo, entre otros (Asociación Española de Normalización, 2018). Nuestros participantes en todos los estudios han sido lectores sin ningún tipo de trastorno diagnosticado (aunque con dificultades de comprensión), excepto en el caso del estudio con estudiantes con dislexia; sin embargo, estos estudiantes eran universitarios, por lo que presentaban un alto rendimiento. Se sabe que muchas personas con dislexia no continúan con la educación superior y, por lo tanto, es posible que nuestros hallazgos no se generalicen a toda la población de disléxicos. Por ejemplo, solo un 5% de los adultos con dislexia acceden a la universidad en Reino Unido (Richardson, 2015). Futuras líneas de investigación deben ir encaminadas a validar los dos aspectos evaluados de la lectura fácil, estos son, el apoyo visual y la simplificación léxica, en poblaciones que presenten mayores dificultades lectoras asociadas a sus diagnósticos.



La segunda limitación que presenta esta tesis está relacionada con la metodología, y en concreto, con las medidas de movimientos oculares. Para evaluar la comprensión de las palabras escritas a nivel de texto y a nivel de palabra objetivo, elegimos dos medidas que indican el acceso léxico del reconocimiento de palabras (Inhoff y Rayner, 1986; Morton, 1969; Whaley, 1978) y están relacionados con el procesamiento y la integración inicial de la información, es decir, con el proceso lingüístico temprano (reading time y gaze duration); y dos medidas que indican la dificultad de procesamiento (Hyönä et al., 2003) y están más relacionados con el proceso lingüístico posterior o tardío (regression out y regression path duration). Sin embargo, se podría haber registrado alguna medida en el área de interés de la imagen, o los movimientos entre el texto y la imagen. Al no haberla incluido no tenemos información sobre los patrones de procesamiento de la información entre ambos. Incorporar esta información en futuros estudios de investigación ayudará a consolidar los efectos encontrados del apoyo visual sobre el procesamiento de la información escrita. Asimismo, permitirá conocer el procesamiento de la información pictórica, y en qué medida ayuda más o menos cuando se utilizan en oraciones o frases con diferentes niveles de dificultad lectora.

Otro hándicap relacionado con la metodología que presenta esta tesis tiene que ver con los estudios realizados con los adolescentes con diferentes niveles lectores (debido a la pandemia mundial por la enfermedad COVID-19). Como comentamos en sus respectivos estudios, el uso de una metodología online no permitió registrar los movimientos oculares con el objetivo de realizar un análisis exhaustivo de los patrones lectores de los participantes. Como vimos en el apartado 3.5, los tamaños de efecto de las medidas registradas (tiempo de lectura total y comprensión lectora) fueron menores que los encontrados en el resto de estudios, en los que sí se utilizó la técnica del eye-tracking.



Futuros estudios de investigación deberán confirmar los hallazgos encontrados mediante esta técnica.

La cuarta limitación de la presente tesis hace referencia al tipo de oraciones utilizado en los Estudios 1.b, 2, 3 y 4. Estas fueron relativamente simples: oraciones cortas subordinadas (una o dos). La única diferencia entre los pares de oraciones fue la frecuencia de la palabra objetivo, ya que la manipulación solo cambió esta palabra, y queríamos observar el impacto de estas palabras objetivo en el procesamiento de oraciones a nivel de texto y palabra. Futuras líneas de investigación deberían ir encaminadas a observar si estos mismos resultados se encontrarían con oraciones más largas o complejas, o incluso en textos tipo párrafo. Los efectos del apoyo visual y la simplificación léxica en el procesamiento de textos podrían ser más pronunciados.

La quinta limitación tiene que ver con el tipo de apoyo visual utilizado en los estudios anteriormente mencionados. Los elementos principales de las oraciones se representaron visualmente en la escena (es decir, se contextualizaron), incluso en la palabra objetivo. Las palabras que expresaban emociones se representaban visualmente con el lenguaje no verbal/gestual del protagonista. Estas imágenes fueron ilustraciones pictóricas de representación a color (tipo caricatura), las cuales tienden a tener beneficios moderados, mientras que las ilustraciones transformacionales tienden a tener beneficios sustanciales en el procesamiento de textos (Carney y Levin, 2002). Estas últimas hacen referencia a ilustraciones que incluyen componentes mnemotécnicos sistemáticos (que mejoran la memoria), y que están diseñados para mejorar el recuerdo de la información del texto por parte del lector (Levin, 1981). Sería interesante analizar los efectos de diferentes tipos de ilustraciones para saber si ocurre lo mismo en el procesamiento textual,



así como otros tipos de apoyo visual como los símbolos y las fotografías, puesto que existen pocos estudios de investigación que incluyan estos elementos pictóricos.

Por último, otras líneas futuras de investigación podrían ser el análisis de otras pautas y recomendaciones de la Norma Española Experimental relacionadas con la morfosintaxis, como la evitación de la elipsis (supresión de una o más palabras dentro de una oración que deberían estar gramaticalmente, pero aun así se comprende su sentido), o las aposiciones (aclaración sobre el sintagma nominal) para evitar la realización de inferencias y/o el uso del conocimiento previo. Asimismo, se podría analizar qué aspecto del contenido del texto adaptado tiene un impacto mayor sobre la comprensión lectora de diferentes poblaciones con dificultades lectoras: simplificación léxica vs. simplificación morfosintáctica. Y, de igual manera, se podría prestar atención en la evaluación de los aspectos de formato o diseño que sugiere la Norma para facilitar la comprensión lectora, como el tipo y número de letra, el interlineado, e incluso el uso de glosas de forma aislada para verificar su impacto.

3.9 Implicaciones prácticas de la presente tesis doctoral

Recordemos que el fin último de la accesibilidad cognitiva es facilitar la comprensión de toda la información que nos rodea, para cualquier individuo pueda participar y disfrutar de forma autónoma en el medio, independientemente de sus necesidades o capacidades (Larraz Istúriz, 2015); en el caso de la lectura fácil, esa adaptación se realiza en todo aquel material que se presenta de forma escrita, creando o adaptando no solo el contenido sino su formato, como pudimos ver en la Introducción.



La presente tesis doctoral muestra diferentes implicaciones prácticas que tienen que ver, sobre todo, con el uso del apoyo visual y la simplificación léxica en diferentes contextos y con distintos colectivos con y sin dificultades de la comprensión lectora. En primer lugar, nuestros resultados han mostrado que agregar una imagen al texto ayuda a los estudiantes adolescentes a reducir el tiempo de procesamiento asociado con el acceso al léxico y la integración de palabras y aumentar la comprensión lectora; aunque con posibles limitaciones de este tipo de apoyo para algunos grupos de adolescentes. Asimismo, en el caso de adultos, tanto universitarios como con un bajo nivel educativo, parece haber un claro apoyo en la comprensión lectora. Por tanto, la idea de utilizar el apoyo visual en el contexto educativo secundario (aunque con algunas limitaciones) y universitario es algo que nuestros datos permiten corroborar. De igual manera, el apoyo visual en cualquier documento utilizado en nuestro día a día puede contribuir a facilitar la comprensión lectora de aquellos adultos con un bajo nivel educativo (documentos administrativos, facturas, contratos legales, entre otros).

En segundo lugar, en relación con la simplificación léxica, en concreto, sustituir palabras de alta frecuencia por palabras de baja frecuencia parece ayudar a los adultos con bajo nivel educativo y adultos universitarios con bajo vocabulario y exposición a textos escritos. En una reciente revisión sistemática, se muestra que solo el 33% de los estudiantes universitarios presentan una buena comprensión lectora inferencial (de la Peña y Luque-Rojas, 2021). Por tanto, nuestros datos apoyan la idea de utilizar un lenguaje sencillo en el contexto educativo universitario. Es cierto que, como futuros profesionales, deben aprender los tecnicismos propios de su futura profesión. Sin embargo, teniendo en cuenta los diversos perfiles lectores que existen en los estudiantes universitarios, el uso del lenguaje sencillo podría ser una opción a tener en cuenta para facilitar la comprensión lectora. Asimismo, consideramos relevante que estos mismos



futuros profesionales puedan comunicar la información y/o conocimiento a sus pacientes/clientes/usuarios/alumnos con un lenguaje fácil de comprender por todos. Les vendrá bien manejar este lenguaje sencillo de cara a saber comunicarse con cualquier persona, así como saber crear textos escritos con este lenguaje sencillo en esos diversos contextos profesionales (administrativo, judicial, sanitario, ocio, etc.). De hecho, un reciente estudio sobre la evaluación del lenguaje jurídico ha puesto de manifiesto la gran dificultad a la que se enfrentan las personas en su día a día para comprender textos legales (Martínez et al., 2022).

Una tercera implicación práctica tiene que ver con el colectivo de personas con dislexia. Como se expuso en el Estudio 3, lo habitual que se ha recomendado y evaluado para facilitar la lectura y la comprensión han sido modificaciones de tipo gráficas: cambios en el tipo de letra, tamaño de letra, espaciado entre caracteres, color del texto o color del fondo, pero sorprendentemente se ha prestado menos atención a la adaptación y el acceso al contenido del texto en sí. Los efectos encontrados de este tipo de adaptación fueron similares al grupo control. Así, podemos decir que usar un lenguaje sencillo facilita también la comprensión lectora de personas con dislexia. Recordemos que este estudio se llevó a cabo con universitarios con dislexia. Si tal adaptación tuvo este impacto en la comprensión lectora de universitarios, cabría esperar que beneficiara en mayor medida a aquellas personas con dislexia que no acceden al sistema universitario y que, en la realidad, es la mayoría de este colectivo.

Por última, la cuarta implicación práctica, no menos relevante, tiene que ver con la evaluación de la eficacia de la lectura fácil sobre la comprensión lectora. Nosotros tomamos dos medidas objetivas (tasa de acierto a preguntas de comprensión lectora y medidas de movimientos oculares) y una medida subjetiva de autoinforme (percepción de la dificultad del texto). Los resultados encontrados en la presente tesis (discutidos en



el punto 3.7 de este mismo apartado) apuntan a que las tasas de acierto de preguntas y los autoinformes no siempre parecen resultar suficientes; y que el registro de movimientos oculares es una técnica objetiva útil para evaluar datos sobre lectura y comprensión que pasan desapercibidos con estas dos medidas. Por tanto, la fase de validación de la Norma Española Experimental (Asociación Española de Normalización, 2018) debería ampliarse para complementar los informes subjetivos con medidas objetivas.

3.10 Conclusiones

Esta tesis realiza importantes aportaciones en el campo científico de la lectura fácil. En primer lugar, los hallazgos encontrados en el Estudio 1.a muestran que, cuando se aplican todas las pautas y recomendaciones mencionadas en la Norma Española Experimental, los textos en lectura fácil no facilitan la comprensión lectora de los adolescentes con diferentes niveles lectores. Esto se debe a que la reducción de la complejidad de los textos expositivos en educación secundaria puede no ser suficiente para mejorar la comprensión lectora. Además, parece necesario evaluar qué pautas son esenciales y útiles para mejorar la comprensión lectora y cuáles son accesorias o simplemente dificultan la lectura con el objetivo de concretar una guía basada en la evidencia empírica. Así, encontramos que el uso del apoyo visual (una pauta de diseño de la lectura fácil) aumenta la comprensión lectora de aquellos estudiantes adolescentes con bajo rendimiento académico y alta eficiencia lectora, como se observa en el Estudio 1.b, y de los adultos con diferente nivel educativo, como se muestra en los Estudios 2, 3 y 4. Aunque, según este último Estudio 4, el momento del apoyo visual podría marcar una diferencia en los tiempos de lectura y las regresiones a nivel de palabra: ver la imagen antes de la oración puede resultar en una lectura más rápida de palabras difíciles. En



cuanto a la simplificación léxica (una pauta de redacción de la lectura fácil) los resultados mostrados en los Estudios 2 y 3 indican que los adultos con bajo nivel educativo, y los universitarios con bajo vocabulario y exposición a textos escritos se benefician en mayor medida de esta adaptación para aumentar su comprensión lectora.

En segundo lugar, un aspecto novedoso que proporciona la presente tesis está relacionado con los tipos de poblaciones objeto de estudio. Mientras que la mayoría de los estudios previos en este campo científico se han llevado a cabo con participantes que presentan algún diagnóstico (discapacidad intelectual, trastorno del espectro del autismo, dificultades del aprendizaje, sordera), este trabajo de investigación se ha centrado en poblaciones con dificultades lectoras sin ningún diagnóstico que explicara su nivel de comprensión lectora, a excepción del estudio con adultos con dislexia (pero todos ellos eran universitarios). Los resultados mostrados en estos indican que tanto el apoyo visual como la simplificación léxica presentan efectos moderados y fuertes sobre la comprensión lectora de estos colectivos. En concreto, el apoyo visual ayuda en mayor medida a los adultos universitarios con y sin dislexia solo en el acceso al reconocimiento de palabras (procesamiento lingüístico temprano), mientras que el apoyo visual ayuda tanto al procesamiento lingüístico temprano como tardío en los adultos con diferente nivel educativo, aunque de forma moderada (Estudios 2 y 3). De igual forma, el apoyo visual ayuda de forma moderada en el procesamiento de oraciones a los adolescentes con bajo rendimiento académico (Estudio 1.b); aunque no conocemos su impacto en cada tipo de procesamiento por no ser un estudio de movimientos oculares. A nivel de palabra, ambos estudios de adultos (Estudios 2 y 3) muestran que el apoyo visual ayuda bastante más en el procesamiento lingüístico temprano, y en menor medida en el procesamiento lingüístico tardío. En cuanto a la simplificación léxica, esta ayuda, y en gran medida, solo a los estudiantes universitarios con y sin dislexia tanto en el procesamiento lingüístico



temprano como tardío de las oraciones en general. Y, a nivel de palabra, al igual que el apoyo visual, ambos estudios de adultos muestran que la simplificación léxica ayuda en mayor medida en el procesamiento lingüístico temprano, y en menor medida en el procesamiento lingüístico tardío.

Finalmente, en tercer lugar, el uso de la técnica de seguimiento ocular en el campo científico de la lectura fácil nos ha permitido conocer los patrones lectores de nuestros participantes, para así validar los efectos de las dos adaptaciones estudiadas sobre la comprensión lectora. Hemos observado más similitudes en estas medidas de movimientos oculares que en las medidas subjetivas de autoinforme y las medidas objetivas de tasa de acierto a preguntas de comprensión. Estos hallazgos nos llevan a concluir que, tanto las medidas subjetivas de autoinforme, las cuales se utilizan según la Norma Española Experimental, como las medidas objetivas de tasa de acierto a preguntas de comprensión lectora, resultan insuficientes. Por tanto, se confirma que otros indicadores objetivos de procesamiento psicolingüístico, como las medidas de movimientos oculares, deberían incluirse para evaluar el grado de comprensión de los materiales escritos en lectura fácil.

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE22e00033603598

CSV

GEISER-fd74-bb39-3e41-4b10-bfa4-795c-04a0-6b45

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

02/08/2022 13:03:18 Horario peninsular



ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE22e00033603598

CSV

GEISER-fd74-bb39-3e41-4b10-bfa4-795c-04a0-6b45

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

02/08/2022 13:03:18 Horario peninsular



GEISER-fd74-bb39-3e41-4b10-bfa4-795c-04a0-6b45

4. SUMMARY AND CONCLUSIONS

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE22e00033603598

CSV

GEISER-fd74-bb39-3e41-4b10-bfa4-795c-04a0-6b45

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

02/08/2022 13:03:18 Horario peninsular



There is increasing interest in using easy-to-read texts with the aim of ensuring the right of all people to access information, thus guaranteeing universal accessibility, design for all, and equal opportunities. According to the latest PIAAC report, 27,7% of the Spanish adult population has a low level of reading comprehension (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2013), and according to the PISA report, 23% of adolescents also have poor reading comprehension (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2020). However, there are few empirical studies in the field of textual accessibility. In a recent review study, we found only 13 research papers, with different results on the use of easy-to-read style to facilitate reading comprehension, and with varying levels of evidence (Rivero-Contreras & Saldaña, 2020).

The *easy-to-read* style is a type of adaptation of texts to make them easier to read, and this involves making adaptations at the lexical level, such as the use of familiar or well-known words, at the morphosyntactic level (for example, avoiding subordinate and passive sentences), adaptations of organisation and structure, of graphic support (with the use of images, photographs, or illustrations), and of format (with a specific font type and size). These are some examples that you could find in international guidelines and recommendations, such as The International Federation of Library Associations and Institutions (IFLA) and Inclusion Europe (Freyhoff et al., 1998; Tronbacke, 1997), but also in the Spanish Experimental Standard, where all these adaptations to create or adapt written materials in easy-to-read style have been included (Asociación Española de Normalización, 2018).

In this doctoral thesis, we will focus not only on the easy-to-read style in general, but also on two adaptations. One at the level of content and the other at the level of document presentation. These are: the use of images (visual support) in the text; and



lexical simplification, or the substitution of low-frequency words for high-frequency words.

Visual support is known to be essential in the early stages of learning to read (Strasser & Seplocha, 2007), but this support commonly disappears in texts as children grow up. However, visual support can serve as a resource for older learners, especially when presenting content that they are unfamiliar with (Nielsen Hibbing & Rankin-Erickson, 2003). This is what is predicted by the *dual coding* (DCT; Paivio, 1971; Sadoski & Paivio, 2004, 2012) and the *cognitive multimedia learning* theories (CTML; Mayer, 2005). The first indicates that verbal and visual information are processed differently and through different channels in the human mind, creating separate representations for the information processed in each one. In the case of visually supported reading, the fact that these different encodings exist makes information processing faster and deeper, as well as more likely to be recalled. As for the cognitive theory of multimedia learning, it presents a series of principles, one of which is the multimedia principle, which states that people learn better from words and images together than from words alone and which has been demonstrated in various studies, especially with university students. There are also studies that demonstrate the facilitative effect of visual support on reading comprehension in typical adolescents and adults (Cook, 2017; Guo et al., 2020; Jalilehvand, 2012). However, this effect is less clear in adults with disabilities (Dye et al., 2007; Jones et al., 2007; Poncelas & Murphy, 2007; Yaneva, 2016).

Lexical simplification is the replacement of low-frequency words, which may be unfamiliar to many people, with high-frequency words, which are better known and are used more frequently in spoken language. The *simple view of reading* (Gough & Tunmer, 1986) indicates that successful reading comprehension is the result of good decoding and good linguistic comprehension. Within linguistic comprehension, we find vocabulary as



one of its predictors; and quite a few research studies have corroborated the importance of vocabulary in reading comprehension across different developmental stages: childhood (Lervåg et al., 2018; Nation et al., 2004), adolescence (Brasseur-Hock et al., 2011; Clemens et al., 2017; Lesaux & Kieffer, 2010), and adulthood (Reis et al., 2020; Tighe & Schatschneider, 2016). Therefore, the level of lexical familiarity in a text could be key to making reading materials more accessible.

One of the most widely used techniques to assess word frequency is eye tracking. Eye movements are known to be closely related to the cognitive processes involved in reading. Previous research studies show that high-frequency words have fewer and shorter fixations than low-frequency words, which translates into facilitation of lexical access to lexical words (Inhoff & Rayner, 1986; Just & Carpenter, 1980; Kliegl et al., 1982; Rayner, 1977; Rayner & Raney, 1996). Although this is corroborated by quite a few research studies with adults with different reading levels (Everatt & Underwood, 1994; Rayner, 1998; Rüsseler et al., 2003; Suárez-Coalla & Cuetos, 2015; Underwood et al., 1990), it is not clear in studies with children (Blythe et al., 2006, 2009; Joseph et al., 2013).

In this thesis, three populations were studied: adolescents with different levels of reading skills, adults with a low level of education, and adults with dyslexia. These three populations share a common vocabulary deficit, either due to lower levels of schooling (Clemens et al., 2017; James et al., 2021; Oslund et al., 2018), low reading experience (Binder & Borecki, 2008; Chace et al., 2005; Tighe & Schatschneider, 2016), or decoding deficits (Cavalli et al., 2017; Miller-Shaul, 2005; Reis et al., 2020). For adolescents, the use of easy-to-read texts or texts with adaptations (visual support and lexical simplification) could improve reading comprehension in an educational context. For adults with low educational achievement, the two adaptations could compensate for their



deficits due to a low reading experience. And for adults with dyslexia, although graphic adaptations have always been proposed to improve decoding (font size, spacing; Rello & Baeza-Yates, 2017, 2013; Schneps et al., 2013), visual support and lexical simplification could also be useful adaptations to facilitate reading processing and comprehension.

The **general objectives** of the present doctoral thesis were four: the first was to assess the effect of easy-to-read adaptations on reading comprehension in a normotypical population; the second was to examine the influence of visual support on reading comprehension; the third was to examine the influence of lexical simplification on reading comprehension; and the fourth was to compare the impact of visual support and lexical simplification on reading comprehension in the different populations studied: adolescents with different reading levels, adults with a low level of education, and adults with dyslexia. Four different studies were carried out to achieve these objectives.

For Aim 1, in **Study 1.a**, 51 participants aged 12-17 years read two original texts and two easy-to-read texts online. After reading the text, eight comprehension questions were presented for each text. The texts were selected from compulsory secondary school material (specifically from the subjects of Biology and History) and adapted into an easy-to-read style following the Spanish Experimental Standard for creating or adapting easy-to-read texts (Rivero-Contreras & Saldaña, 2019). Two external evaluators verified the correct application of the standards. In addition, we applied an evaluation of the readability of the text to verify that the new texts were more readable. For the development of the multiple-choice reading comprehension questions, two trained judges first assessed the centrality of sentences in each text. The sentences were scored by judges from four to one, with 4 and 3 for central information, and 2 and 1 for peripheral information. Second, we selected 12 text fragments: six with central information and six with peripheral information (per text). Then we created one reading comprehension



questions from each of the types of text fragments. In addition, we created half of them as literal questions and half of them as inferential questions. Finally, we validated the reading comprehension questions with 69 university students. Only questions with 75% or more correct answers were included. There were eight questions per text (two literal central information questions, two inferential central information questions, two literal peripheral information questions, and two inferential peripheral information questions). The order of the texts and questions was randomised, and the four response options were counterbalanced.

For Aims 2 and 3, we conducted a series of other studies. In **Study 1.b** we tested 55 adolescents aged 12-17 years; in **Study 2** we evaluated 60 adults aged 16-58 years divided into two groups according to their educational level (30 non-university students and 30 university students); and in **Study 3** we studied 40 university adults aged 18-33 years divided according to the presence or absence of dyslexia (20 typical and 20 dyslexic). In these three studies, participants read 60 sentences in total. Half of the sentences contained a picture related to their content, and half did not; in turn, half of the sentences contained a low-frequency word, and half contained a high-frequency word. Target word frequency was established using the Spanish word database LEXESP for Studies 1.b and 2 (Sebastián, 2000), and the Word Frequencies in Written and Spoken English, based on the British National Corpus for Study 3 (Leech et al., 2001). Low- and high-frequency target words were of similar length ($n \pm 1$) and nouns, adjectives, and verbs were used equally. These sentences were validated by 100 students at the University of Seville. Two versions of each original sentence (low-frequency words) and with lexical simplification (high-frequency words) were presented. The students rated each pair in terms of difficulty (1 = easy, 2 = difficult). Thus, the experimental task was made up of four blocks of 15 sentences each of the same condition. After reading each sentence, they



were presented with a true-or-false inferential comprehension question. Additionally, after each block of sentences, they were asked about the difficulty of comprehension of that set of sentences. In **Study 4** we further explored the role of visual support. We tested 40 typically developing university students. Half of them saw a picture and a sentence simultaneously, while the other half saw the picture before the sentence. All other parts of the experimental task remained the same as in Studies 1.b to 4.

The Study 1 was carried out on the Pavlovia on-line behavior platform (<https://pavlovia.org>), which allowed only to record the total reading time and the reading comprehension accuracy. In Studies 2, 3, and 4, participants' eye movements were recorded with an Eyelink 1000 plus eye-tracking device (SR Research), which allowed us to record their reading patterns using three global measures (text gaze duration, text reading time, and text regression out) and four local measures of eye movements (target gaze duration, target reading time, target regression out, and regression path duration), in addition to the percentages of correct answers.

The **results** of **Study 1.a** showed that easy-to-read adaptation did not in general facilitate reading time or reading comprehension accuracy in adolescents. Other previous studies with primary and secondary school students had not found the facilitating effect of easy versions on comprehension either (Aria et al., 2011; Lupo et al., 2019), which leads us to think that simply reducing the complexity of expository texts in secondary education might not be enough to improve their comprehension. Furthermore, the lack of differences in reading comprehension between texts could be due to the unfamiliarity of adolescent students with the easy-to-read style, as it was presented with larger font size and line spacing, and this does not always have a positive impact on reading comprehension (Katzir et al., 2013). Additional analyses on groups with differing levels of academic outcome in Language and Literature or reading efficiency, showed that this



lack of benefits extended to all pupils, irrespective of the reading or academic competence. Therefore, easy-to-read texts do not seem to benefit any particular group of secondary school students either. However, the lack of differences between the reading levels could be due to low statistical power and the fact that this study was conducted online.

Although the general application of easy-to-read standards did not appear to improve reading, in **Study 1.b** visual support did result in decreased reading time and increased reading comprehension in adolescents. This is in line with predictions from the dual coding (DCT; Paivio, 1971; Sadoski & Paivio, 2004, 2012) and cognitive theories of learning (CTML; Mayer, 2005), which support the use of the image together with written information to improve learning and retention (Cook, 2017; Guo et al., 2020; Jalilehvand, 2012). Images could be playing an important role in the creation/activation of mental representations, which can be combined (and integrated) together with the linguistic context, and thus facilitate processing and comprehension. Lexical simplification did not have a facilitating effect. This is in line with results from studies with children on eye movements, where the impact of word frequency on textual processing is unclear (Blythe et al., 2006; Blythe et al., 2009; Joseph et al., 2013). We also found that students with the lowest Language and Literature scores decreased their reading time and increased their reading comprehension with visual support, together students with high reading efficiency, whose reading comprehension increased with visual support. Although these data may seem contradictory at first, there are studies in which a positive impact of visuals on efficient readers is observed (Hannus & Hyönä, 1999; Reid & Beveridge, 1990). It should also be noted that reading efficiency and academic performance, although related, are not equivalent. Although the first refers to a combination of reading fluency and reading comprehension, the academic outcome



involves other skills and knowledge, such as background knowledge or vocabulary, and poor academic performers are not necessarily students who have decoding difficulties. Thus, the pictures could provide a general context that facilitates access to meaning, but not decoding to the same extent.

In **Study 2**, we observed that visual support helped sentence comprehension and word processing at both text- and target-word levels for adults with different levels of education. As in the previous study, it seems that visual support is playing an important role in the creation/activation of mental representations, which can be combined (and integrated) together with the linguistic context, and thus facilitates processing and comprehension. Furthermore, the effect of word frequency has been extensively demonstrated in many psycholinguistic studies with adults (e.g., Ashby et al., 2005; Hyönä & Olson, 1995). We also found that lexical simplification resulted in much more similar total reading times and gaze durations between the two groups of adults, leading us to believe that lexical simplification produces a strong positive effect on processing, specifically in individuals with a low educational level. Finally, we observed that university adults significantly decreased the probability of regressions from target words when lexical simplification was applied, compared to nonuniversity adults who did not show such a reduction.

In **Study 3**, the results showed that visual support decreased text gaze durations and target reading times and gaze durations in university students with and without dyslexia. These data support the idea that the presence of a picture facilitates word recognition in text (lexical access/integration) at text and target-word levels, and that they aid in the creation of a mental representation of written information (Huettig et al., 2011; Pickering & Gambi, 2018). Likewise, we observed that lexical simplification aided word processing at both the text and target-word levels, in line with previous facilitative



scientific literature (e.g., Ashby et al., 2005; Hyönä & Olson, 1995; Rayner & Duffy, 1986). Similarly, we found that undergraduates with low exposure to written texts and low vocabulary benefited more from lexical simplification, so we believe that this adaptation would be beneficial for the remaining non-university students with dyslexia, as they share these reading characteristics.

The comparison of Studies 1.b, 2 and 3 shows that there is a slightly different impact of visual support and lexical simplification on text-level processing in the three populations, and a similar impact of these two adaptations at target-word level in the two adult populations. Similarly, a different impact of visual support on sentence comprehension and perceived text difficulty is observed in university adults with and without dyslexia, compared to adolescents with different reading levels and adults with different educational levels.

Finally, in **Study 4** we explored the position of the visual support. It appears to strongly impact reading times and regressions at the target word level in typical university students. Thus, showing a picture before text appears to help speed up both early and late linguistic processing, and confirms the idea that previewing visual information allows readers to generate certain expectations or predictions about the next linguistic information to appear (Ferreira et al., 2013). Similarly, it is very likely that the preview of visual information enables them to access the names of at least some of the objects in the image, which is partly achieved through the activation of semantic knowledge. There is also the possibility that it facilitates the production of inferences that the reader must make in order to construct situation models (Kintsch, 2018). However, it is not entirely clear whether the latter occurs since no impact is observed at the sentence-level or on the other word-level measures.



As we have observed so far, the present doctoral thesis has provided some interesting and novel results, but it has **several limitations** that must be considered. The first limitation refers to the type of participants. Easy-to-read texts aim to ensure the right of all people to access information by eliminating barriers to comprehension, thus guaranteeing universal accessibility, design for all, and equal opportunities for participation. Although all readers can benefit from them, the adaptation specifically targets people with significant reading comprehension difficulties, such as readers with intellectual disabilities, specific language disorders, autism spectrum disorders, among others (Asociación Española de Normalización, 2018). Our participants in all of the studies have been readers without any diagnosed disorder (although with comprehension difficulties), except for the students with dyslexia (however, these students were university students, so they were high achievers). It is known that many people with dyslexia do not go on to higher education, and therefore our findings may not generalise to the entire population of dyslexics. For example, only 5% of adults with dyslexia go on to university in the UK (Richardson, 2015). Future lines of research should aim to validate the two evaluated aspects of easy reading, namely visual support and lexical simplification, in populations with greater reading difficulties associated with their diagnoses.

The second limitation of this thesis is related to the methodology and, specifically, to the eye movement measures. To assess comprehension of written words at text and target-word levels, we chose two measures that indicate lexical access to word recognition (Inhoff & Rayner, 1986; Morton, 1969; Whaley, 1978) and are related to the initial processing and integration of information, that is, to the early linguistic process (reading time and gaze duration); and two measures that indicate processing difficulty (Hyönä et al., 2003) and are more related to the later linguistic processing (regression out and



regression path duration). However, we could have recorded some measure of the area of interest in the image or the movements between the text and the image. As this was not included, we do not have information on the information processing patterns between the two. Incorporating this information into future research studies will help consolidate the effects of visual support on the processing of written information. It will also provide insight into the processing of pictorial information and the extent to which it helps when used in sentences or phrases with different levels of reading difficulty.

Another handicap related to the methodology presented in this thesis has to do with the studies with adolescents, conducted online due to the worldwide COVID-19 pandemic. As we commented on in their respective studies, the use of an online methodology did not allow recording of eye movements to perform an exhaustive analysis of the participants' reading patterns. The effect sizes of the recorded measures (total reading time and reading comprehension accuracy) were smaller than those found in the other studies in which eye tracking was used. Future research studies should confirm the findings of the Study 1 with eye tracking measures.

The fourth limitation of the present thesis refers to the type of sentences used in Studies 1.b, 2, 3 and 4. These were relatively simple: short subordinate sentences (one or two). The only difference between the pairs of sentences was the frequency of the target word, as the manipulation only changed this word, and we wanted to observe the impact of these target words on sentence processing at text and target-word levels. Future lines of research should aim to see if these same results would be found with longer or more complex sentences, or even in paragraph-like texts. The effects of visual support and lexical simplification on text processing could be more pronounced.



The fifth limitation has to do with the type of visual support. The main elements of the sentences were visually represented in the scene (i.e. contextualised), including the target word. Words expressing emotions were visually represented with the nonverbal/gestural language of the protagonist. These images were pictorial illustrations of colour representation (cartoon-like), which tend to have moderate benefits, whereas transformational illustrations tend to have substantial benefits in word processing (Carney & Levin, 2002). The latter refer to illustrations that include systematic (memory-enhancing) mnemonic components, which are designed to enhance the reader's recall of text information (Levin, 1981). It would be interesting to analyse the effects of different types of illustration to see if the same is true for textual processing, as well as other types of visual support such as symbols and photographs, as there are few research studies that include these pictorial elements.

Finally, other **future lines of research** which are not the aims of the present thesis could be the analysis of other guidelines and recommendations of the Spanish Experimental Standard related to morphosyntax, such as the avoidance of ellipsis (deletion of one or more words within a sentence which should be grammatically correct, but even so their meaning is understood), or appositions (clarification of the nominal syntagm) to avoid making inferences and/or the use of prior knowledge. It would also be interesting to analyse which aspect of the content of the adapted text has a greater impact on the reading comprehension of different populations with reading difficulties: lexical simplification vs. morphosyntactic simplification. Similarly, attention would be paid to the evaluation of the aspects of format or design suggested by the Spanish guideline to facilitate reading comprehension, such as the type and number of letters, line spacing, and even the use of glosses in isolation to verify their impact.



Furthermore, this doctoral thesis has different **practical implications** mostly related to the use of visual support and lexical simplification in different contexts and with different groups with and without reading comprehension difficulties. First, our results have shown that adding a picture to the text helps adolescents reduce the processing time associated with lexical access and word integration and increase reading comprehension, although with possible limitations of this type of support for some groups of adolescents. Similarly, in the case of adults, both university students and those with a low level of education, there seems to be clear support for reading comprehension. Therefore, the idea of using visual support at secondary (albeit with some limitations) and university educational levels is supported by our data. Similarly, visual support in any document used in our daily lives (administrative documents, invoices, legal contracts, among others) could contribute to facilitate the reading comprehension of adults with a low level of education.

Second, in relation to lexical simplification, substituting high-frequency words for low-frequency words seems to help adults with low educational attainment and university adults with low vocabulary and exposure to written texts. A recent systematic review shows that only 33% of university students have good inferential reading comprehension (de la Peña & Luque-Rojas, 2021). Therefore, our data support the idea of using a simple language in the educational context of university. It is true that, as future professionals, they must learn the technicalities of their future profession. However, since there are different reading profiles among university students, the use of simple language could be an option to consider to facilitate reading comprehension. We also think it might be useful for these same future practitioners to learn to communicate information and/or knowledge to their patients/clients/users/students in a language that is easily understood by all of them. It will be useful for them to handle this simple language in order to be able to



communicate with anyone, as well as to know how to create written texts with this simple language in different professional contexts (administrative, judicial, health, leisure, etc.). In fact, a recent study on the assessment of legal language has highlighted the great difficulty people have in understanding legal texts on a daily basis (Martínez et al., 2022).

A third practical implication concerns people with dyslexia. As discussed in Study 3, the usual recommendations for this group are graphic (changes in font, font size, character spacing, text colour, or background colour), but surprisingly less attention has been paid to adaptation and access to the content of the text itself. The effects found for this type of adaptation were similar to those of the control group. Therefore, we can say that the use of simple language also facilitates the comprehension of the text of people with dyslexia. Recall that this study was carried out with university students with dyslexia. If such an adaptation had this impact on reading comprehension for university students, one would expect it to benefit to a greater extent those people with dyslexia who do not enter the university system and who make up most of this group.

Finally, the fourth practical implication, which is not less relevant, concerns the evaluation of the effectiveness of the easy-to-read style on reading comprehension. We took two objective measures (accuracy in reading comprehension questions and eye movement measures) and a subjective self-report measure (perception of the difficulty of the text). The results found in the present thesis suggest that question accuracy rates and self-reports do not always seem to be sufficient; and that eye movement recording is a useful objective technique for assessing reading data that are missed by these two measures. Whereas the effects of adaptations on reading processing as measured through eye-tracking variables were robust in many cases, self-reports on the ease of reading of the texts and sentences were not. The Spanish Experimental Standard (Asociación Española de Normalización, 2018) only recommends the validation of easy-to-read



documents by validators through subjective evaluation measures (self-reports). This doctoral thesis suggests that validation should include other objective measures.

In **conclusion**, this doctoral thesis makes important contributions to the scientific field of easy reading. First, the findings of Study 1.a show that, when all the guidelines and recommendations mentioned in the Spanish Experimental Standard are applied, easy-to-read texts do not facilitate the comprehension of the text of adolescents with different reading levels. This is because reducing the complexity of expository texts in secondary education may not be sufficient to improve reading comprehension. Furthermore, it seems necessary to evaluate which guidelines are essential and useful in improving reading comprehension and which are an accessory or simply hinder reading to specify a guideline based on empirical evidence. Therefore, we find that the use of visual support (an easy-to-read style design guideline) increases the reading comprehension of adolescents with low academic performance and high reading efficiency, as observed in Study 1.b, and of adults with different educational levels, as shown in Studies 2, 3 and 4. However, according to the latter Study 4, the timing of visual support could make a difference in reading times and regressions out at target-word level: seeing the image before the sentence may result in faster reading of difficult words. As for lexical simplification (a pattern of easy reading writing) the results shown in Studies 2 and 3 indicate that adults with low educational achievement and university students with low vocabulary and exposure to written texts benefit most from this adaptation to increase their reading comprehension.

Second, a novel aspect provided by the present thesis is related to the types of populations studied. Although most of the previous studies in this scientific field have been carried out with participants with some diagnosis (intellectual disability, autism spectrum disorder, learning difficulties, deafness), this research work has focused on



populations with reading difficulties without any diagnosis to explain their level of reading comprehension, except for the study with adults with dyslexia. The results shown in these studies indicate that both visual support and lexical simplification have moderate and strong effects on the reading comprehension of these groups.

Third, the use of the eye tracking technique in the scientific field of easy-to-read style has allowed us to gain insight into the reading patterns of our participants, in order to validate the effects of the two adaptations studied on reading comprehension. We observed more similarities in these measures of eye movements than in the subjective measures of self-report and objective measures of success percentage on comprehension questions. These findings lead us to conclude that both subjective self-report measures, which are used according to the Spanish Experimental Standard, and objective measures of accuracy in reading comprehension questions are not sufficient. Therefore, it is confirmed that other objective indicators of psycholinguistic processing, such as eye movement measures, should be included to assess the level of comprehension of written materials in an easy-to-read style.

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE22e00033603598

CSV

GEISER-fd74-bb39-3e41-4b10-bfa4-795c-04a0-6b45

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

02/08/2022 13:03:18 Horario peninsular



ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE22e00033603598

CSV

GEISER-fd74-bb39-3e41-4b10-bfa4-795c-04a0-6b45

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

02/08/2022 13:03:18 Horario peninsular



GEISER-fd74-bb39-3e41-4b10-bfa4-795c-04a0-6b45

5. REFERENCIAS

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE22e00033603598

CSV

GEISER-fd74-bb39-3e41-4b10-bfa4-795c-04a0-6b45

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

02/08/2022 13:03:18 Horario peninsular



- Acheson, D.J., Wells, J.B., & MacDonald, M.C. (2008). *Behavior Research Methods*, 40(1), 278-289. <https://doi.org/10.3758/BRM.40.1.278>
- Adams, M. J. (1982). Models of reading. *Advances in Psychology*, 9(C), 193–206. [https://doi.org/10.1016/S0166-4115\(09\)60052-2](https://doi.org/10.1016/S0166-4115(09)60052-2)
- Altmann, G. T. M., & Kamide, Y. (1999). Incremental interpretation at verbs: restricting the domain of subsequent reference. *Cognition*, 73(3), 247-264. [https://doi.org/10.1016/S0010-0277\(99\)00059-1](https://doi.org/10.1016/S0010-0277(99)00059-1)
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-5)* (5th ed.). American Psychiatric Association. <https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425596.744053>
- Arya, D. J., Hiebert, E. H., & Pearson, P. D. (2011). The effects of syntactic and lexical complexity on the comprehension of elementary science texts. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 4(1), 107–125.
- Ashby, J., Rayner, K., & Clifton, C. (2005). Eye movements of highly skilled and average readers: Differential effects of frequency and predictability. *Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A: Human Experimental Psychology*, 58(6), 1065–1086. <https://doi.org/10.1080/02724980443000476>
- Asociación Española de Normalización. (2018). *Norma Española Experimental UNE 153101 EX. Lectura Fácil: Pautas y recomendaciones para la elaboración de documentos*. AENOR INTERNACIONAL S.A.U.
- Barnes, A. E., Kim, Y.-S., Tighe, E. L., & Vorstius, C. (2017). Readers in Adult Basic Education. *Journal of Learning Disabilities*, 50(2), 180–194. <https://doi.org/10.1177/0022219415609187>



- Belinchón, M., Casas, S., Díez, C., & Tamarit, J. (2014). *Accesibilidad cognitiva en los centros educativos*. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
- Binder, K., & Borecki, C. (2008). The use of phonological, orthographic, and contextual information during reading: a comparison of adults who are learning to read and skilled adult readers. *Reading and Writing*, 21(8), 843–858. <https://doi.org/10.1007/s11145-007-9099-1>
- Blythe, H. I., Liversedge, S. P., Joseph, H. S. S. L., White, S. J., Findlay, J. M., & Rayner, K. (2006). The binocular coordination of eye movements during reading in children and adults. *Vision Research*, 46(22), 3898–3908. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2006.06.006>
- Blythe, H. I., Liversedge, S. P., Joseph, H. S. S. L., White, S. J., & Rayner, K. (2009). Visual information capture during fixations in reading for children and adults. *Vision Research*, 49(12), 1583–1591. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2009.03.015>
- Bobrow, D. G., & Norman, D. A. (1975). Some principles of memory schemata. In D. G. Bobrow & A. Collins (Eds.), *Representation and Understanding* (pp. 131–149). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-108550-6.50010-0>
- Brasseur-Hock, I. F., Hock, M. F., Kieffer, M. J., Biancarosa, G., & Deshler, D. D. (2011). Adolescent struggling readers in urban schools: Results of a Latent Class Analysis. *Learning and Individual Differences*, 21(4), 438–452. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2011.01.008>
- Brookshire, J., Scharff, L. F. V., & Moses, L. E. (2002). The Influence of Illustrations on Children’s Book Preferences and Comprehension. *Reading Psychology*, 23(4), 323–339. <https://doi.org/10.1080/713775287>



- Brysbaert, M., Buchmeier, M., Conrad, M., Jacobs, A. M., Bölte, J., & Böhl, A. (2011). The word frequency effect. *Experimental Psychology*, 58(5), 412–424. <https://doi.org/10.1027/1618-3169/a000123>
- Buly, M. R., & Valencia, S. (2003). *Meeting the needs of failing readers: by ctp Center for the Study of Teaching and Policy Center for the Study of Teaching and Policy*. Center for the Study of Teaching and Policy.
- Caplan, D., & Waters, G. S. (1999). Verbal working memory and sentence comprehension. *Behavioral and Brain Sciences*, 22(01), S0140525X99291789. <https://doi.org/10.1017/S0140525X99001788>
- Carney, R.N., & Levin, J.R. (2002). Pictorial Illustrations Still Improve Students' Learning from Text. *Educational Psychology Review* 14, 5–26. <https://doi.org/10.1023/A:1013176309260>
- Carrillo, M. S., y Marín, J. (1997). Prueba de Eficiencia Lectora (PEL). En A. Cuadro, D. Costa, D. Trias, & P. Ponce de León (2009). *Evaluación del nivel lector. Manual técnico del test de eficacia lectora (TECLE)* (pp 20-38). Prensa Médica Latinoamericana.
- Castelhano, M. S., & Henderson, J. M. (2008). The influence of color on the perception of scene gist. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 34(3), 660–675. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.34.3.660>
- Catts, H. W., Adlof, S. M., & Weismer, S. E. (2006). Language deficits in poor comprehenders: a case for the simple view of reading. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 49(2), 278–293. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2006/023\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2006/023))



- Catts, H. W., Fey, M. E., Zhang, X., & Tomblin, J. B. (1999). Language basis of reading and reading disabilities: Evidence from a longitudinal investigation. *Scientific Studies of Reading*, 3(4), 331–361. https://doi.org/10.1207/s1532799xssr0304_2
- Catts, H. W., Hogan, T. P., & Adlof, S. M. (2005). Developmental changes in reading and reading disabilities. In H. W. Catts & A. G. Kamhi (Eds.), *The connections between language and reading disabilities* (pp. 25–40). Erlbaum.
- Catts, H. W., Hogan, T. P., & Fey, M. E. (2003). Subgrouping Poor Readers on the Basis of Individual Differences in Reading-Related Abilities. *Journal of Learning Disabilities*, 36(2), 151–164. <https://doi.org/10.1177/002221940303600208>
- Cavalli, E., Duncan, L. G., Elbro, C., El Ahmadi, A., & Colé, P. (2017). Phonemic—Morphemic dissociation in university students with dyslexia: an index of reading compensation? *Annals of Dyslexia*, 67(1), 63–84. <https://doi.org/10.1007/s11881-016-0138-y>
- Cerga-Pashoja, A., Gaete, J., Shishkova, A., & Jordanova, V. (2019). Improving reading in adolescents and adults with high-functioning autism through an assistive technology tool: A cross-over multinational study. *Frontiers in Psychiatry*, 10. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2019.00546>
- Chace, K. H., Rayner, K., & Well, A. D. (2005). Eye movements and phonological parafoveal preview: Effects of reading skill. *Canadian Journal of Experimental Psychology/Revue Canadienne de Psychologie Expérimentale*, 59(3), 209–217. <https://doi.org/10.1037/h0087476>
- Cirino, P. T., Romain, M. A., Barth, A. E., Tolar, T. D., Fletcher, J. M., & Vaughn, S. (2013). Reading skill components and impairments in middle school struggling readers. *Reading and Writing*, 26(7), 1059–1086. <https://doi.org/10.1007/s11145->



012-9406-3

- Clark, H. H., & Chase, W. G. (1972). On the process of comparing sentences against pictures. *Cognitive Psychology*, 3(3), 472–517. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(72\)90019-9](https://doi.org/10.1016/0010-0285(72)90019-9)
- Clarke, P. J., Snowling, M. J., Truelove, E., & Hulme, C. (2010). Ameliorating children's reading-comprehension difficulties. *Psychological Science*, 21(8), 1106–1116. <https://doi.org/10.1177/0956797610375449>
- Clemens, N. H., Simmons, D., Simmons, L. E., Wang, H., & Kwok, O. M. (2017). The prevalence of reading fluency and vocabulary difficulties among adolescents struggling with reading comprehension. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 35(8), 785–798. <https://doi.org/10.1177/0734282916662120>
- Colenbrander, D., Kohnen, S., Smith-Lock, K., & Nickels, L. (2016). Individual differences in the vocabulary skills of children with poor reading comprehension. *Learning and Individual Differences*, 50, 210–220. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2016.07.021>
- Connor, C. M., Radach, R., Vorstius, C., Day, S. L., McLean, L., & Morrison, F. J. (2015). Individual differences in fifth graders' Literacy and Academic Language. *Scientific Studies of Reading*, 19, 114–134. <https://doi.org/10.1080/10888438.2014.943905>
- Cook, M. P. (2017). Now I “See”: The impact of graphic novels on reading comprehension in high school english classrooms. *Literacy Research and Instruction*, 56(1), 21–53. <https://doi.org/10.1080/19388071.2016.1244869>
- Cuadro, A., Costa, D., Trías, D., & Ponce de León, P. (2009). *Evaluación del nivel lector*.



Manual técnico del Test de eficiencia lectora (TECLE) [Assessment of reading level. Technical handbook of Reading efficacy test (TECLE)]. Prensa Médica Latinoamericana.

Cunningham, J.W. (2001). The National Reading Panel Report. *Reading Research Quarterly*, 36(3), 326–335. <https://doi.org/10.1598/RRQ.36.3.5>

de la Peña, C., & Luque-Rojas, M. J. (2021). Levels of reading comprehension in higher education: Systematic review and meta-Analysis. *Frontiers in Psychology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.712901>

de Jong, P. F., & van der Leij, A. (2002). Effects of phonological abilities and linguistic comprehension on the development of reading. *Scientific Studies of Reading*, 6(1), 51–77. https://doi.org/10.1207/S1532799XSSR0601_03

Deacon, S. H., & Kirby, J. R. (2004). Morphological awareness: Just “more phonological”? The roles of morphological and phonological awareness in reading development. *Applied Psycholinguistics*, 25(2), 223–238. <https://doi.org/10.1017/S0142716404001110>

Denckla, M. B., & Rudel, R. G. (1976). Rapid “automatized” naming (R.A.N): Dyslexia differentiated from other learning disabilities. *Neuropsychologia*, 14(4), 471–479. [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(76\)90075-0](https://doi.org/10.1016/0028-3932(76)90075-0)

Dowdall, N., Melendez-Torres, G.J., Murray, L., Gardner, F., Hartford, L., & Cooper, P.J. (2020). Shared picture book reading interventions for child language development: a systematic review and meta-analysis. *Child Development*, 91(2), e383-e399. <https://doi.org/10.1111/cdev.13225>

Dunn, L. M., & Dunn, D. M. (2007). *Peabody picture vocabulary test (4th ed.)*. Pearson.



- Dye, L., Hare, D. J., & Hendy, S. (2007). Capacity of people with intellectual disabilities to consent to take part in a research study. *Journal of Applied Research in Intellectual Disabilities*, 20(2), 168–174. <https://doi.org/10.1111/j.1468-3148.2006.00310.x>
- Eason, S. H., Sabatini, J., Goldberg, L., Bruce, K., & Cutting, L. E. (2013). Examining the relationship between word reading efficiency and oral reading rate in predicting comprehension among different types of readers. *Scientific Studies of Reading*, 17(3), 199–223. <https://doi.org/10.1080/10888438.2011.652722>
- Ebert, K. D., & Scott, C. M. (2016). Bringing the Simple View of Reading to the clinic: Relationships between oral and written language skills in a clinical sample. *Journal of Communication Disorders*, 62, 147–160. <https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2016.07.002>
- Eitel, A., Scheiter, K., & Schüler, A. (2013). How Inspecting a Picture Affects Processing of Text in Multimedia Learning. *Applied Cognitive Psychology*, 27(4), 451–461. <https://doi.org/10.1002/acp.2922>
- European Commission (2019). *PISA 2018 and the EU. Striving for social fairness through education*. Publications Office of the European Union. https://ec.europa.eu/education/resources-and-tools/document-library/pisa-2018-%0Aand-the-eu-striving-for-social-fairness-through-education_en
- Everatt, J., & Underwood, G. (1994). Individual differences in reading subprocesses: Relationships between reading ability, lexical access, and eye movement control. *Language and Speech*, 37(3), 283–297. <https://doi.org/10.1177/002383099403700305>
- Fajardo, I., Ávila, V., Delgado, P., Gómez-Merino, N., & Salmerón, L. (2022). Video-



blogs and linguistic simplification for students with intellectual disability. *Journal of Applied Research in Intellectual Disabilities*, 1–14. <https://doi.org/10.1111/jar.13016>

Fajardo, I., Ávila, V., Ferrer, A., Tavares, G., Gómez, M., & Hernández, A. (2014). Easy-to-read texts for students with intellectual disability: Linguistic factors affecting comprehension. *Journal of Applied Research in Intellectual Disabilities*, 27(3), 212–225. <https://doi.org/10.1111/jar.12065>

Faul, F., Erdfelder, E., Lang, AG., & Buchner, A. (2007). G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, 39, 175–191. <https://doi.org/10.3758/BF03193146>

Ferreira, F., Foucart, A., & Engelhardt, P. E. (2013). Language processing in the visual world: Effects of preview, visual complexity, and prediction. *Journal of Memory and Language*, 69(3), 165–182. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2013.06.001>

Field, A. (2009). *Discovering statistics using SPSS: (and sex, drugs and rock'n'roll)* (3rd ed.). SAGE.

Fletcher, K., & Reese, E. (2005). Picture book reading with young children: a conceptual framework. *Developmental Review*, 25(1), 64–103. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2004.08.009>

Foorman, B. R., & Petscher, Y. (2018). Decomposing the variance in reading comprehension to reveal the unique and common effects of language and decoding. *Journal of Visualized Experiments*, 140, 6–11. <https://doi.org/10.3791/58557>

Foorman, B. R., Wu, Y.-C., Quinn, J. M., & Petscher, Y. (2020). How do latent decoding



and language predict latent reading comprehension: across two years in grades 5, 7, and 9? *Reading and Writing*, 33(9), 2281–2309. <https://doi.org/10.1007/s11145-020-10043-3>

Fracasso, L. E., Bangs, K., & Binder, K. S. (2016). The contributions of phonological and morphological awareness to literacy skills in the Adult Basic Education population. *Journal of Learning Disabilities*, 49(2), 140–151. <https://doi.org/10.1177/0022219414538513>

Freyhoff, G., Hess, G., Kerr, L., Menzel, E., Tronbacke, B., & Van der Veken, K. (1998). *Make It Simple. European Guidelines for the Production of Easy-to-Read Information for People with Learning Disability*. ILSMH European Association.

Friedman, D. B., & Hoffman-Goetz, L. (2007). An exploratory study of older adults' comprehension of printed cancer information: Is readability a key factor? *Journal of Health Communication*, 12(5), 423–437. <https://doi.org/10.1080/10810730701438658>

García, J. R., & Cain, K. (2014). Decoding and reading comprehension. *Review of Educational Research*, 84(1), 74–111. <https://doi.org/10.3102/0034654313499616>

Georgiou, G. K., Martinez, D., Vieira, A. P. A., Antoniuik, A., Romero, S., & Guo, K. (2021). A meta-analytic review of comprehension deficits in students with dyslexia. *Annals of Dyslexia*, 0123456789. <https://doi.org/10.1007/s11881-021-00244-y>

Goodman, K. S. (1967). Reading: A psycholinguistic guessing game. *Journal of the Reading Specialist*, 6(4), 126–135. <https://doi.org/10.1080/19388076709556976>

Gough, P. B., & Tunmer, W. E. (1986). Decoding, reading, and reading disability. *Remedial and Special Education*, 7(1), 6–10.



<https://doi.org/10.1177/074193258600700104>

Greenberg, D., Ehri, L. C., & Perin, D. (2002). Do Adult Literacy Students Make the Same Word-Reading and Spelling Errors as Children Matched for Word-Reading Age? In R. L. Venezky & J. P. Sabatini (Eds.), *Reading Development in Adults* (pp. 221–244). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781410608796-2>

Guo, D., Zhang, S., Wright, K. L., & McTigue, E. M. (2020). Do you get the picture? A meta-analysis of the effect of graphics on reading comprehension. *AERA Open*, 6(1), 233285842090169. <https://doi.org/10.1177/2332858420901696>

Hall, R., Greenberg, D., Laures-Gore, J., & Pae, H. K. (2014). The relationship between expressive vocabulary knowledge and reading skills for adult struggling readers. *Journal of Research in Reading*, 37(SUPPL1), 87–100. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9817.2012.01537.x>

Hanley, R., Masterson, J., Spencer, L., & Evans, D. (2004). How long do the advantages of learning to read a transparent orthography last? An investigation of the reading skills and reading impairment of Welsh children at 10 years of age. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 57(8), 1393–1410. <https://doi.org/10.1080/02724980343000819>

Hannus, M., & Hyönä, J. (1999). Utilization of illustrations during learning of science textbook passages among low- and high-ability children. *Contemporary Educational Psychology*, 24(2), 95–123. <https://doi.org/10.1006/ceps.1998.0987>

Hatcher, P. J., Hulme, C., & Snowling, M. J. (2004). Explicit phoneme training combined with phonic reading instruction helps young children at risk of reading failure. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 45(2), 338–358. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2004.00225.x>



- Henderson, J. M. (2017). Gaze control as prediction. *Trends in Cognitive Sciences*, 21(1), 15-23. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1016/j.tics.2016.11.003>
- Henderson, J. M., & Ferreira, F. (2004). Scene perception for psycholinguists. In J. M. Henderson & F. Ferreira (Eds.), *The interface of language, vision, and action: Eye movements and the visual world* (pp. 1–58). Psychology Press.
- Hibbing, A. N., & Rankin-Erickson, J. L. (2003). A picture is worth a thousand words: Using visual images to improve comprehension for middle school struggling readers. *The Reading Teacher*, 56(8), 758–770. <https://www.jstor.org/stable/20205292>
- Higgins, J. P. T., Thomas, J., Chandler, J., Cumpston, M., Li, T., Page, M. J., & Welch, V. A. (2019). Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions. In J. P. T. Higgins, J. Thomas, J. Chandler, M. Cumpston, T. Li, M. J. Page, & V. A. Welch (Eds.), *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*. Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119536604>
- Hjetland, H. N., Brinchmann, E. I., Scherer, R., & Melby-Lervåg, M. (2017). Preschool predictors of later reading comprehension ability: a systematic review. *Campbell Systematic Reviews*, 13(1), 1–155. <https://doi.org/10.4073/csr.2017.14>
- Hock, M. F., Brasseur, I. F., Deshler, D. D., Catts, H. W., Marquis, J. G., Mark, C. A., & Stribling, J. W. (2009). What is the reading component skill profile of adolescent struggling readers in urban schools? *Learning Disability Quarterly*, 32(1), 21-38. <https://doi.org/10.2307/25474660>
- Hoeft, F., McCardle, P., & Pugh, K. (2015). *The myths and truths of dyslexia in different writing systems*. International Dyslexia Association. <https://dyslexiaida.org/the-myths-and-truths-of-dyslexia/>



Holmqvist, K., Nyström, M., Andersson, R., Dewhurst, R., Jarodzka, H., & Van de Weijer, J. (2011). *Eye tracking: A comprehensive guide to methods and measures*. Oxford University Press.

Hoover, W. A., & Gough, P. B. (1990). The Simple View of Reading. *Reading and Writing*, 2(2), 127–160. <https://doi.org/10.1007/BF00401799>

Hoover, W. A., & Tunmer, W. E. (2020). The cognitive foundations of reading acquisition. In *The cognitive foundations of reading and its acquisition* (pp. 41–84). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-44195-1_4

Huetig, F., Rommers, J., & Meyer, A. S. (2011). Using the visual world paradigm to study language processing: A review and critical evaluation. *Acta Psychologica*, 137(2), 151–171. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2010.11.003>

Hurtado, B., Jones, L., & Burniston, F. (2014). Is easy read information really easier to read? *Journal of Intellectual Disability Research*, 58(9), 822–829. <https://doi.org/10.1111/jir.12097>

Hyönä, J., Lorch, R. F., & Rinck, M. (2003). Eye movement measures to study global text processing. In J. Hyönä, R. Radach, & H. Deubel (Eds.), *The mind's eye: Cognitive and applied aspects of eye movement research* (pp. 313–334). North-Holland. <https://doi.org/10.1016/B978-044451020-4/50018-9>

Hyönä, J., & Olson, R. K. (1995). Eye fixation patterns among dyslexic and normal readers: Effects of word length and word frequency. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 21(6), 1430–1440. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.21.6.1430>

Inhoff, A. W., & Radach, R. (1998). Definition and computation of oculomotor measures



in the study of cognitive processes. In G. Underwood (Ed.), *Eye guidance in reading and scene perception* (pp. 29–53). Elsevier Science Ltd. <https://doi.org/10.1016/B978-008043361-5/50003-1>

Inhoff, A. W., & Rayner, K. (1986). Parafoveal word processing during eye fixations in reading: Effects of word frequency. *Perception & Psychophysics*, *40*(6), 431–439. <https://doi.org/10.3758/BF03208203>

Instituto Cervantes (2014). *Guía del examen C1*. https://exámenes.cervantes.es/sites/default/files/guia_examen_dele_c1_0.pdf

Issa, N., Schuller, M., Santacaterina, S., Shapiro, M., Wang, E., Mayer, R. E., & DaRosa, D. A. (2011). Applying multimedia design principles enhances learning in medical education. *Medical Education*, *45*(8), 818–826. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.2011.03988.x>

Itti, L., & Koch, C. (2000). A saliency-based search mechanism for overt and covert shifts of visual attention. *Vision Research*, *40*(10-12), 1489-1506. [https://doi.org/10.1016/S0042-6989\(99\)00163-7](https://doi.org/10.1016/S0042-6989(99)00163-7)

Jalilehvand, M. (2012). The effects of text length and picture on reading comprehension of iranian EFL students. *Asian Social Science*, *8*(3), 329–337. <https://doi.org/10.5539/ass.v8n3p329>

James, E., Currie, N. K., Tong, S. X., & Cain, K. (2021). The relations between morphological awareness and reading comprehension in beginner readers to young adolescents. *Journal of Research in Reading*, *44*(1), 110–130. <https://doi.org/10.1111/1467-9817.12316>

Jian, Y.-C. (2017). Eye-movement patterns and reader characteristics of students with



good and poor performance when reading scientific text with diagrams. *Reading and Writing*, 30(7), 1447–1472. <https://doi.org/10.1007/s11145-017-9732-6>

Jian, Y.-C. (2018). Reading instructions influence cognitive processes of illustrated text reading not subject perception: An eye-tracking study. *Frontiers in Psychology*, 9, 2263. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02263>

Jian, Y.-C., & Wu, C. J. (2015). Using eye tracking to investigate semantic and spatial representations of scientific diagrams during text-diagram integration. *Journal of Science Education Technology*, 24(1), 43–55. <https://doi.org/10.1007/s10956-014-9519-3>

Jones, F. W., Long, K., & Finlay, W. M. L. (2007). Symbols can improve the reading comprehension of adults with learning disabilities. *Journal of Intellectual Disability Research*, 51(7), 545–550. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2788.2006.00926.x>

Jones, M. W., Kelly, M. L., & Corley, M. (2007). Adult dyslexic readers do not demonstrate regularity effects in sentence processing: evidence from eye-movements. *Reading and Writing*, 20(9), 933–943. <https://doi.org/10.1007/s11145-007-9060-3>

Joseph, H. S. S. L., Nation, K., & Liversedge, S. P. (2013). Using eye movements to investigate word frequency effects in children's sentence reading. *School Psychology Review*, 42(2), 207–222. <https://doi.org/10.1080/02796015.2013.12087485>

Joshi, R. M., Ji, X. R., Breznitz, Z., Amiel, M., & Yulia, A. (2015). Validation of the Simple View of Reading in Hebrew—A Semitic Language. *Scientific Studies of Reading*, 19(3), 243–252. <https://doi.org/10.1080/10888438.2015.1010117>



- Juhasz, B. J., & Rayner, K. (2006). The role of age of acquisition and word frequency in reading: Evidence from eye fixation durations. *Visual Cognition*, 13(7–8), 846–863. <https://doi.org/10.1080/13506280544000075>
- Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1980). A theory of reading: From eye fixations to comprehension. *Psychological Review*, 87(4), 329–354. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.87.4.329>
- Karreman, J., van der Geest, T., & Buursink, E. (2007). Accessible website content guidelines for users with intellectual disabilities. *Journal of Applied Research in Intellectual Disabilities*, 20(6), 510–518. <https://doi.org/10.1111/j.1468-3148.2006.00353.x>
- Katzir, T., Hershko, S., & Halamish, V. (2013). The effect of font size on reading comprehension on second and fifth grade children: Bigger is not always better. *PLoS ONE*, 8(9), e74061. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0074061>
- Kaufman, A. S., Kaufman, N. L., Calonge, I., y Cordero, A. (2000). *Test breve de inteligencia de Kaufman (K. BIT)* (2ª ed.). TEA
- Kieffer, M. J. (2014). Morphological awareness and reading difficulties in adolescent Spanish-speaking language minority learners and their classmates. *Journal of Learning Disabilities*, 47(1), 44–53. <https://doi.org/10.1177/0022219413509968>
- Kieffer, M. J., Biancarosa, G., & Mancilla-Martinez, J. (2013). Roles of morphological awareness in the reading comprehension of Spanish-speaking language minority learners: Exploring partial mediation by vocabulary and reading fluency. *Applied Psycholinguistics*, 34(4), 697–725. <https://doi.org/10.1017/S0142716411000920>
- Kieffer, M. J., & Lesaux, N. K. (2008). The role of derivational morphology in the reading



comprehension of Spanish-speaking English language learners. *Reading and Writing*, 21(8), 783–804. <https://doi.org/10.1007/s11145-007-9092-8>

Kieffer, M. J., & Lesaux, N. K. (2012). Direct and indirect roles of morphological awareness in the English reading comprehension of native English, Spanish, Filipino, and Vietnamese speakers. *Language Learning*, 62(4), 1170–1204. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9922.2012.00722.x>

Kintsch, W. (1998). *Comprehension: a paradigm for cognition*. Cambridge University Press.

Kintsch, W. (2018). Revisiting the Construction—Integration Model of text comprehension and its implications for instruction. In D. E. Alvermann, N. J. Unrau, M. Sailors, & R. B. Ruddell (Eds.), *Theoretical Models and Processes of Literacy* (pp. 178–203). Routledge.

Kintsch, W., & Rawson, K. A. (2005). Comprehension. In M. J. Snowling & C. Hulme (Eds.), *The science of reading: A handbook*. (pp. 209–226). Blackwell Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1002/9780470757642.ch12>

Klem, M., Melby-Lervåg, M., Hagtvet, B., Lyster, S. H., Gustafsson, J., & Hulme, C. (2015). Sentence repetition is a measure of children’s language skills rather than working memory limitations. *Developmental Science*, 18(1), 146–154. <https://doi.org/10.1111/desc.12202>

Kliegl, R., Olson, R. K., & Davidson, B. J. (1982). Regression analyses as a tool for studying reading processes: Comment on Just and Carpenters eye fixation theory. *Memory & Cognition*, 10(3), 287–296. <https://doi.org/10.3758/BF03197640>

Ley 51/2003, de 2 de diciembre, de igualdad de oportunidades, no discriminación y



accesibilidad universal de las personas con discapacidad, Boletín Oficial del Estado, núm. 289, 3 de diciembre 43187 (2003). <https://www.boe.es/buscar/pdf/2003/BOE-A-2003-22066-consolidado.pdf>

Landerl, K., Ramus, F., Moll, K., Lyytinen, H., Leppänen, P. H. T., Lohvansuu, K., O'Donovan, M., Williams, J., Bartling, J., Bruder, J., Kunze, S., Neuhoff, N., Tóth, D., Honbolygó, F., Csépe, V., Bogliotti, C., Iannuzzi, S., Chaix, Y., Démonet, J.-F., ... Schulte-Körne, G. (2013). Predictors of developmental dyslexia in European orthographies with varying complexity. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 54(6), 686–694. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12029>

Langer, N., Benjamin, C., Becker, B. L. C., & Gaab, N. (2019). Comorbidity of reading disabilities and ADHD: Structural and functional brain characteristics. *Human Brain Mapping*, 40(9), 2677–2698. <https://doi.org/10.1002/hbm.24552>

Larraz Istúriz, C. (2015). *Accesibilidad cognitiva*. Centro de Referencia Estatal de Autonomía Personal y Ayudas Técnicas-CEAPAT.

Leech, G., Rayson, P., & Wilson, A. (2001). *Word Frequencies in Written and Spoken English: Based on the British National Corpus*. Longman.

Lervåg, A., Bråten, I., & Hulme, C. (2009). The cognitive and linguistic foundations of early reading development: A Norwegian latent variable longitudinal study. *Developmental Psychology*, 45(3), 764–781. <https://doi.org/10.1037/a0014132>

Lervåg, A., & Hulme, C. (2009). Rapid Automated Naming (RAN) taps a mechanism that places constraints on the development of early reading fluency. *Psychological Science*, 20(8), 1040–1048. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2009.02405.x>

Lervåg, A., Hulme, C., & Melby-Lervåg, M. (2018). Unpicking the developmental



relationship between oral language skills and reading comprehension: It's simple, but complex. *Child Development*, 89(5), 1821–1838. <https://doi.org/10.1111/cdev.12861>

Lesaux, N. K., & Kieffer, M. J. (2010). Exploring sources of reading comprehension difficulties among language minority learners and their classmates in early adolescence. *American Educational Research Journal*, 47(3), 596–632. <https://doi.org/10.3102/0002831209355469>

Levin, J. R. (1981). The mnemonic '80s: Keywords in the classroom. *Educational Psychologist*, 16(2), 65–82. <https://doi.org/10.1080/00461528109529231>

Liu, C. J., Kemper, S., & McDowd, J. (2009). The use of illustration to improve older adults' comprehension of health-related information: Is it helpful? *Patient Education and Counseling*, 76(2), 283–288. <https://doi.org/10.1016/j.pec.2009.01.013>

Liversedge, S. P., & Findlay, J. M. (2000). Saccadic eye movements and cognition. *Trends in Cognitive Sciences*, 4(1), 6-14. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(99\)01418-7](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(99)01418-7)

Lonigan, C. J., Burgess, S. R., & Schatschneider, C. (2018). Examining the Simple View of Reading with elementary school children: Still simple after all these years. *Remedial and Special Education*, 39(5), 260–273. <https://doi.org/10.1177/0741932518764833>

Loucas, T., Baird, G., Simonoff, E., & Slonims, V. (2016). Phonological processing in children with specific language impairment with and without reading difficulties. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 51(5), 581–588. <https://doi.org/10.1111/1460-6984.12225>



- Lupo, S. M., Tortorelli, L., Invernizzi, M., Ryoo, J. H., & Strong, J. Z. (2019). An exploration of text difficulty and knowledge support on adolescents' comprehension. *Reading Research Quarterly*, *54*(4), 457-479. <https://doi.org/10.1002/rrq.247>
- Lyon, G. R., Shaywitz, S. E., & Shaywitz, B. A. (2003). A definition of dyslexia. *Annals of Dyslexia*, *53*(1), 1-14. <https://doi.org/10.1007/s11881-003-0001-9>
- Majeres, R. L. (2005). Phonological and orthographic coding skills in adult readers. *The Journal of General Psychology*, *132*(3), 267-280. <https://doi.org/10.3200/GENP.132.3.267-280>
- Martínez, E., Mollica, F., & Gibson, E. (2022). Poor writing, not specialized concepts, drives processing difficulty in legal language. *Cognition*, *224*, 105070. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2022.105070>
- Mascaró Florit, J., López Sáez, M. T., Tusell, J., Abad, J., & Grence Ruiz, T. (1999). *Geografía e Historia. 4º Secundaria. Andalucía*. Santillana
- Mason, L., Pluchino, P., Tornatora, M. C., & Ariasi, N. (2013). An eye-tracking study of learning from science text with concrete and abstract illustrations. *The Journal of Experimental Education*, *81*(3), 356-384. <https://doi.org/10.1080/00220973.2012.727885>
- Mason, L., Tornatora, M. C., & Pluchino, P. (2013). Do fourth graders integrate text and picture in processing and learning from an illustrated science text? Evidence from eye-movement patterns. *Computers & Education*, *60*(1), 95-109. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.07.011>
- Mason, L., Tornatora, M. C., & Pluchino, P. (2015). Integrative processing of verbal and



graphical information during re-reading predicts learning from illustrated text: an eye-movement study. *Reading and Writing*, 28(6), 851–872. <https://doi.org/10.1007/s11145-015-9552-5>

Masulli, F., Galluccio, M., Gerard, C. L., Peyre, H., Rovetta, S., & Bucci, M. P. (2018). Effect of different font sizes and of spaces between words on eye movement performance: An eye tracker study in dyslexic and non-dyslexic children. *Vision research*, 153, 24-29. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2018.09.008>

Mayer, R. E. (2001). *Multimedia learning*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139164603>

Mayer, R. E. (2005). Cognitive theory of multimedia learning. In *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (pp. 43–71). Cambridge University Press.

Mayer, R. E. (2009). *Multimedia Learning*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511811678>

Mayer, R. E., & Anderson, R. B. (1992). The instructive animation: Helping students build connections between words and pictures in multimedia learning. *Journal of Educational Psychology*, 84(4), 444–452. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.84.4.444>

Mayer, R. E., Bove, W., Bryman, A., Mars, R., & Tapangco, L. (1996). When less is more: Meaningful learning from visual and verbal summaries of science textbook lessons. *Journal of Educational Psychology*, 88(1), 64–73. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.88.1.64>

Mayer, R. E., & Gallini, J. K. (1990). When is an illustration worth ten thousand words? *Journal of Educational Psychology*, 82(4), 715–



726. <https://doi.org/10.1037//0022-0663.82.4.715>

Mayer, R. E., & Moreno, R. (2003). Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. *Educational Psychologist*, 38(1), 43–52.

https://doi.org/10.1207/S15326985EP3801_6

McCartney, K., Burchinal, M., & Bub, K. L. (2006). Best practices in quantitative methods for developmentalists. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 71, 1–145. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5834.2006.07103001.x>

McClelland, J. L. (1979). On the time relations of mental processes: An examination of systems of processes in cascade. *Psychological Review*, 86(4), 287–330.

<https://doi.org/10.1037/0033-295X.86.4.287>

McClung, N. A., & Pearson, P. D. (2019). Reading comprehension across languages. *Written Language & Literacy*, 22(1), 33–66. <https://doi.org/10.1075/wll.00019.mcc>

McGrath, L. M., Pennington, B. F., Shanahan, M. A., Santerre-Lemmon, L. E., Barnard, H. D., Willcutt, E. G., DeFries, J. C., & Olson, R. K. (2011). A multiple deficit model of reading disability and attention-deficit/hyperactivity disorder: searching for shared cognitive deficits. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 52(5), 547–557. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2010.02346.x>

McRae, K., Brown, K. S., & Elman, J. L. (2021). Prediction-Based Learning and Processing of Event Knowledge. *Topics in Cognitive Science*, 13(1), 206–223.

<https://doi.org/10.1111/tops.12482>

McTigue, E. M. (2009). Does multimedia learning theory extend to middle-school students? *Contemporary Educational Psychology*, 34(2), 143–153.

<https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2008.12.003>



- Melby-Lervåg, M., & Lervåg, A. (2011). Cross-linguistic transfer of oral language, decoding, phonological awareness and reading comprehension: A meta-analysis of the correlational evidence. *Journal of Research in Reading*, 34(1), 114–135. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9817.2010.01477.x>
- Melby-Lervåg, M., & Lervåg, A. (2012). Oral language skills moderate nonword repetition skills in children with dyslexia: A meta-analysis of the role of nonword repetition skills in dyslexia. *Scientific Studies of Reading*, 16(1), 1–34. <https://doi.org/10.1080/10888438.2010.537715>
- Melby-Lervåg, M., Lyster, S.-A. H., & Hulme, C. (2012). Phonological skills and their role in learning to read: A meta-analytic review. *Psychological Bulletin*, 138(2), 322–352. <https://doi.org/10.1037/a0026744>
- Memiş, M. R. (2019). A research on reading comprehension and morphological awareness levels of middle school students and the relationship between these concepts. *Dil ve Döbilimi Çalıřmaları Dergisi*, 15(2), 649–677. <https://doi.org/10.17263/jlls.586807>
- Miller-Shaul, S. (2005). The characteristics of young and adult dyslexics readers on reading and reading related cognitive tasks as compared to normal readers. *Dyslexia*, 11(2), 132–151. <https://doi.org/10.1002/dys.290>
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. (2013). *Programa internacional para la evaluación de las competencias de la población adulta. Informe español*. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
- Ministerio de Educación y Formación Profesional. (2020). *PISA 2018. Resultados de lectura en España*. Ministerio de Educación y Formación Profesional.



- Mol, S. E., & Bus, A. G. (2011). To read or not to read: a meta-analysis of print exposure from infancy to early adulthood. *Psychological Bulletin*, 137(2), 267. <https://doi.org/10.1037/a0021890>
- Montag, J. L., Jones, M. N., & Smith, L. B. (2015). The words children hear: Picture books and the statistics for language learning. *Psychological Science*, 26(9), 1489–1496. <https://doi.org/10.1177/0956797615594361>
- Moojen, S. M. P., Gonçalves, H. A., Bassôa, A., Navas, A. L., de Jou, G., & Miguel, E. S. (2020). Adults with dyslexia: how can they achieve academic success despite impairments in basic reading and writing abilities? The role of text structure sensitivity as a compensatory skill. *Annals of Dyslexia*, 70(1), 115–140. <https://doi.org/10.1007/s11881-020-00195-w>
- Moore, M., & Gordon, P. C. (2015). Reading ability and print exposure: item response theory analysis of the author recognition test. *Behavior research methods*, 47(4), 1095–1109. <https://doi.org/10.3758/s13428-014-0534-3>
- Morris, D., Meyer, C., Trathen, W., McGee, J., Vines, N., Stewart, T., Gill, T., & Schlagal, R. (2017). The Simple View, Instructional Level, and the Plight of Struggling Fifth-/Sixth-Grade Readers. *Reading & Writing Quarterly*, 33(3), 278–289. <https://doi.org/10.1080/10573569.2016.1203272>
- Morton, J. (1969). Categories of interference: verbal mediation and conflict in card sorting. *British Journal of Psychology*, 60(3), 329–346. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8295.1969.tb01204.x>
- Murray, W. S., & Forster, K. I. (2004). Serial mechanisms in lexical access: The rank hypothesis. *Psychological Review*, 111(3), 721–756. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.111.3.721>



- Muter, V., Hulme, C., Snowling, M. J., & Stevenson, J. (2004). Phonemes, Rimes, Vocabulary, and Grammatical Skills as Foundations of Early Reading Development: Evidence From a Longitudinal Study. *Developmental Psychology*, 40(5), 665–681. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.40.5.665>
- Nagy, W. E., & Anderson, R. C. (1984). How Many Words Are There in Printed School English? *Reading Research Quarterly*, 19(3), 304-330. <https://doi.org/10.2307/747823>
- Nagy, W. E., & Scott, J. A. (2000). Vocabulary processes. In M. L. Kamil, P. Mosenthal, P. D. Pearson & R. Barr (Eds.), *Handbook of reading research, Volume 3* (pp. 269-284). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Nation, K. (2004). Connections between language and reading in children with poor reading comprehension. In H. W. Catts & A. G. Kamhi (Eds.), *The connections between language and reading disabilities* (pp. 41-54). Psychology Press. <https://doi.org/10.4324/9781410612052>
- Nation, K., Clarke, P., Marshall, C. M., & Durand, M. (2004). Hidden Language Impairments in Children. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 47(1), 199–211. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2004/017\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2004/017))
- Nation, K., Clarke, P., & Snowling, M. J. (2002). General cognitive ability in children with reading comprehension difficulties. *British Journal of Educational Psychology*, 72(4), 549–560. <https://doi.org/10.1348/00070990260377604>
- National Center for Education Statistics. (2019). *NAEP Report Card: Reading. National Achievement-Level Results*. National Center for Education Statistics. <https://www.nationsreportcard.gov/reading/nation/achievement/?grade=8>



- Nielsen Hibbing, A., & Rankin-Erickson, J. L. (2003). A picture is worth a thousand words: Using visual images to improve comprehension for middle school struggling readers. *The Reading Teacher*, 56(8), 758–770. <https://www.jstor.org/stable/20205292>
- Nielsen, K., Abbott, R., Griffin, W., Lott, J., Raskind, W., & Berninger, V. W. (2016). Evidence-based reading and writing assessment for dyslexia in adolescents and young adults. *Learning Disabilities: A Multidisciplinary Journal*, 21(1), 38–56. <https://doi.org/10.18666/LDMJ-2016-V21-I1-6971>
- Nippold, M. A. (2017). Reading comprehension deficits in adolescents: Addressing underlying language abilities. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 48(2), 125–131. https://doi.org/10.1044/2016_LSHSS-16-0048
- Norton, E. S., & Wolf, M. (2012). Rapid automatized naming (RAN) and reading fluency: Implications for understanding and treatment of reading disabilities. *Annual Review of Psychology*, 63, 427–452. <https://doi.org/10.1146/annurevpsych - 120710 - 100431>
- Oslund, E. L., Clemens, N. H., Simmons, D. C., & Simmons, L. E. (2018). The direct and indirect effects of word reading and vocabulary on adolescents’ reading comprehension: Comparing struggling and adequate comprehenders. *Reading and Writing*, 31(2), 355–379. <https://doi.org/10.1007/s11145-017-9788-3>
- Paivio, A. (1971). *Imagery and Verbal Processes*. Holt, Rinehart & Winston.
- Peirce, J., & MacAskill, M. (2018). *Building experiments in PsychoPy* Sage
- Perfetti, C. A. (1985). *Reading ability*. Oxford University Press.
- Perfetti, C. A. (2007). Reading ability: Lexical quality to comprehension. *Scientific*



Studies of Reading, 11(4), 357–383. <https://doi.org/10.1080/10888430701530730>

Perfetti, C. A. (2017). Lexical quality revisited. In E. Segers & P. van den Broek (Eds.), *Developmental Perspectives in Written Language and Literacy* (pp. 51–68). John Benjamins Publishing Company. <https://doi.org/10.1075/z.206.04per>

Perfetti, C. A., & Hart, L. (2001). Lexical bases of comprehension skill. In D. S. Gorfien (Ed.), *On the consequences of meaning selection: Perspectives on resolving lexical ambiguity* (pp. 67–86). American Psychological Association.

Perfetti, C. A., & Hart, L. (2002). The lexical quality hypothesis. In L. Verhoeven, C. Elbro, & P. Reitsma (Eds.), *Precursors of Functional Literacy* (pp. 189–213). John Benjamins Publishing Company. <https://doi.org/10.1075/swll.11.14per>

Peterson, R. L., & Pennington, B. F. (2012). Developmental dyslexia. *The Lancet*, 379(9830), 1997–2007. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)60198-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60198-6)

Pickering, M. J., & Gambi, C. (2018). Predicting while comprehending language: A theory and review. *Psychological Bulletin*, 144(10), 1002–1044. <https://doi.org/10.1037/bul0000158>

Poncelas, A., & Murphy, G. (2007). Accessible information for people with intellectual disabilities: Do symbols really help? *Journal of Applied Research in Intellectual Disabilities*, 20(5), 466–474. <https://doi.org/10.1111/j.1468-3148.2006.00334.x>

Protopapas, A., Simos, P. G., Sideridis, G. D., Mouzaki, A., Joshi, R. M., Ji, X. R., Breznitz, Z., Amiel, M., Yulia, A., Ebert, K. D., Scott, C. M., Tobia, V., Bonifacci, P., Lonigan, C. J., Burgess, S. R., Schatschneider, C., Nation, K., Clarke, P., & Snowling, M. J. (2015). The components of the Simple View of Reading: A confirmatory factor analysis. *Reading and Writing*, 39(3), 939–957.



<https://doi.org/10.1348/00070990260377604>

Qu, Q., Zhang, Q., & Damian, M. F. (2016). Tracking the time course of lexical access in orthographic production: An event-related potential study of word frequency effects in written picture naming. *Brain and Language*, 159, 118–126. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2016.06.008>

Quinn, J. M., Wagner, R. K., Petscher, Y., & Lopez, D. (2015). Developmental relations between vocabulary knowledge and reading comprehension: A latent change score modeling study. *Child Development*, 86(1), 159–175. <https://doi.org/10.1111/cdev.12292>

RAND Reading Study Group. (2002). *Reading for understanding: Toward an R&D program in reading comprehension*. RAND.

Ransby, M. J., & Lee Swanson, H. (2003). Reading comprehension skills of young adults with childhood diagnoses of dyslexia. *Journal of Learning Disabilities*, 36(6), 538–555. <https://doi.org/10.1177/00222194030360060501>

Rayner, K. (1977). Visual attention in reading: Eye movements reflect cognitive processes. *Memory & Cognition*, 5(4), 443–448. <https://doi.org/10.3758/BF03197383>

Rayner, K. (1998). Eye movements in reading and information processing: 20 Years of Research. *Psychological Bulletin*, 124(3), 372–422. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.124.3.372>

Rayner, K., & Duffy, S. A. (1986). Lexical complexity and fixation times in reading: Effects of word frequency, verb complexity, and lexical ambiguity. *Memory & Cognition*, 14(3), 191–201. <https://doi.org/10.3758/BF03197692>



- Rayner, K., & Fischer, M. H. (1996). Mindless reading revisited: Eye movements during reading and scanning are different. *Perception & Psychophysics*, 58(5), 734–747. <https://doi.org/10.3758/BF03213106>
- Rayner, K., Juhasz, B. J., & Pollatsek, A. (2005). Eye movements during reading. In M. J. Snowling, C. Hulme, & C. J. Hulme (Eds.), *The Science of Reading: A handbook* (pp. 79–97). John Wiley & Sons, Incorporated. <https://doi.org/10.1002/9780470757642.ch5>
- Rayner, K., & Raney, G. E. (1996). Eye movement control in reading and visual search: Effects of word frequency. *Psychonomic Bulletin & Review*, 3(2), 245–248. <https://doi.org/10.3758/BF03212426>
- Rayner, K., Sereno, S. C., Morris, R. K., Schmauder, A. R., & Clifton Jr, C. (1989). Eye movements and on-line language comprehension processes. *Language and Cognitive Processes*, 4(3-4), SI21-SI49. <https://doi.org/10.1080/01690968908406362>
- Rayner, K., Sereno, S. C., & Raney, G. E. (1996). Eye movement control in reading: A comparison of two types of models. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 22(5), 1188–1200. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.22.5.1188>
- Reichenberg, M. (2010). Deaf adults and comprehension of expository texts. *L1 Educational Studies in Language and Literature*, 10, Runnin(2), 19–39. <https://doi.org/10.17239/L1ESLL-2010.10.02.01>
- Reichenberg, M. (2013). Are “reader-friendly” texts always better? *IARTEM E-JOURNAL*, 5(2), 64–84. <https://doi.org/10.21344/iartem.v5i2.768>



- Reichle, E. D., Rayner, K., & Pollatsek, A. (2003). The E-Z reader model of eye-movement control in reading: comparisons to other models. *Behavioural and Brain Sciences*, 26(4), 445-526. <https://doi.org/10.1017/s0140525x03000104>
- Reid, D. J., & Beveridge, M. (1990). Reading illustrated science texts: A micro-computer based investigation of children's strategies. *British Journal of Educational Psychology*, 60(1), 76-87. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8279.1990.tb00923.x>
- Reis, A., Araújo, S., Morais, I. S., & Faísca, L. (2020). Reading and reading-related skills in adults with dyslexia from different orthographic systems: A review and meta-analysis. *Annals of Dyslexia*, 70(3), 339-368. <https://doi.org/10.1007/s11881-020-00205-x>
- Rello, L., & Baeza-Yates, R. (2017). How to present more readable text for people with dyslexia. *Universal Access in the Information Society*, 16(1), 29-49. <https://doi.org/10.1007/s10209-015-0438-8>
- Rello, L., & Baeza-Yates, R. (2013). Good fonts for dyslexia. *Proceedings of the 15th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*, 1-8. <https://doi.org/10.1145/2513383.2513447>
- Rello, L., Baeza-Yates, R., Dempere-Marco, L., & Saggion, H. (2013). Frequent words improve readability and short words improve understandability for people with dyslexia. *14th International Conference on Human-Computer Interaction (INTERACT)*, 203-219. https://doi.org/10.1007/978-3-642-40498-6_15
- Richardson, J. T. E. (2015). Academic attainment in students with dyslexia in distance education. *Dyslexia*, 21(4), 323-337. <https://doi.org/10.1002/dys.1502>
- Ricketts, J., Lervåg, A., Dawson, N., Taylor, L. A., & Hulme, C. (2020). Reading and



oral vocabulary development in early adolescence. *Scientific Studies of Reading*, 24(5), 380–396. <https://doi.org/10.1080/10888438.2019.1689244>

Ritchie, S. J., & Tucker-Drob, E.M. (2018) How much does education improve intelligence? A Meta-analysis. *Psychological Science*, 29(8), 1358-1369. <https://doi.org/10.1177/0956797618774253>.

Rivero-Contreras, M. y Saldaña, D. (2019). *Rúbrica de evaluación de textos en lectura fácil: Material para facilitar la aplicación de la Norma Española Experimental UNE 153101 EX. (versión 2.1)*. Manuscrito inédito, Laboratorio de Diversidad, Cognición y Lenguaje, Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación, Universidad de Sevilla, Sevilla.

Rivero-Contreras, M., & Saldaña, D. (2020). ¿Legibilidad es sinónimo de comprensión en Lectura Fácil? Una revisión de estudios sobre comprensión lectora en textos adaptados o simplificados y su calidad metodológica. In A. E. Díez-Mediavilla, & R. Gutiérrez-Fresneda (Eds.), *Lectura y dificultades lectoras en el siglo XXI* (pp. 714–728). Octaedro.

Rüsseler, J., Probst, S., Johannes, S., & Münte, T. F. (2003). Recognition memory for high- and low-frequency words in adult normal and dyslexic readers: An event-related brain potential study. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 25(6), 815–829. <https://doi.org/10.1076/jcen.25.6.815.16469>

Sadoski, M., & Paivio, A. (2004). A dual coding theoretical model of reading. In R. B. Ruddell & N. J. Unrau (Eds.), *Theoretical models and processes of reading* (pp. 1329–1362). International Reading Association.

Sadoski, M., & Paivio, A. (2012). Dual Coding in Literacy. In *Imagery and text: A dual coding theory of reading and writing* (pp. 28–48). Taylor & Francis Group.



- Saletta, M., Kaldenberg, E., Rivera, K., & Wood, A. (2019). Do illustrations promote reading comprehension in adults with intellectual or developmental disabilities? *Education and Training in Autism and Developmental Disabilities*, 54(3), 225–236. <https://www.jstor.org/stable/26780623>
- Scheepers, C., Sturt, P., Martin, C. J., Myachykov, A., Teevan, K., & Viskupova, I. (2011). Structural priming across cognitive domains: From simple arithmetic to relative-clause attachment. *Psychological Science*, 22(10), 1319-1326. <https://doi.org/10.1177/0956797611416997>
- Schneps, M. H., Thomson, J. M., Sonnert, G., Pomplun, M., Chen, C., & Heffner-Wong, A. (2013). Shorter lines facilitate reading in those who struggle. *PLoS ONE*, 8(8), e71161. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0071161>
- Schotter, E. R., Tran, R., & Rayner, K. (2014). Don't believe what you read (only once): Comprehension is supported by regressions during reading. *Psychological Science*, 25, 1218-1226. <https://doi.org/10.1177/0956797614531148>
- Schrader, P. G., & Rapp, E. E. (2016). Does multimedia theory apply to all students? The impact of multimedia presentations on science learning. *Journal of Learning and Teaching in Digital Age*, 1(1), 32–46. <https://dergipark.org.tr/en/pub/joltida/issue/55462/760056>
- Sebastián, N. (Ed.). (2000). *LEXESP. Léxico informatizado del español*. Universidad de Barcelona.
- Snowling, M. J. (2013). Early identification and interventions for dyslexia: a contemporary view. *Journal of Research in Special Educational Needs*, 13(1), 7–14. <https://doi.org/10.1111/j.1471-3802.2012.01262.x>



- Stanley, C. T., Petscher, Y., & Catts, H. (2018). A longitudinal investigation of direct and indirect links between reading skills in kindergarten and reading comprehension in tenth grade. *Reading and Writing*, 31(1), 133-153. <https://doi.org/10.1007/s11145-017-9777-6>
- Simmons, F., & Singleton, C. (2000). The reading comprehension abilities of dyslexic students in higher education. *Dyslexia*, 6(3), 178–192. [https://doi.org/10.1002/1099-0909\(200007/09\)6:3<178::AID-DYS171>3.0.CO;2-9](https://doi.org/10.1002/1099-0909(200007/09)6:3<178::AID-DYS171>3.0.CO;2-9)
- Smith-Spark, J. H. (2018). Executive functions in adults with dyslexia. In P. Colé, L. Duncan, and E. Cavalli, (Eds.) *Dyslexia at university: Theoretical insights and practical solutions*. De Boeck Supérieur.
- Smith-Spark, J. H., & Gordon, R. (2019). Memory in adults with dyslexia. In P. Colé, L. Duncan, and E. Cavalli, (Eds.) *Dyslexia at university: Theoretical insights and practical solutions*. De Boeck Supérieur.
- Snowling, M. J., & Melby-Lervåg, M. (2016). Oral language deficits in familial dyslexia: A meta-analysis and review. *Psychological Bulletin*, 142(5), 498–545. <https://doi.org/10.1037/bul0000037>
- Stanley, C. T., Petscher, Y., & Catts, H. (2018). A longitudinal investigation of direct and indirect links between reading skills in kindergarten and reading comprehension in tenth grade. *Reading and Writing*, 31(1), 133–153. <https://doi.org/10.1007/s11145-017-9777-6>
- Staub, A., White, S. J., Drieghe, D., Hollway, E. C., & Rayner, K. (2010). Distributional effects of word frequency on eye fixation durations. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 36(5), 1280–1293.



<https://doi.org/10.1037/a0016896>

Strasser, J., & Seplocha, H. (2007). Using picture books to support young children's literacy. *Childhood Education*, 83(4), 219–224.

<https://doi.org/10.1080/00094056.2007.10522916>

Strouse, G. A., Nyhout, A., & Ganea, P. A. (2018). The role of book features in young children's transfer of information from picture books to real-world contexts. *Frontiers in Psychology*, 9(50), 1-14.

<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00050>

Strydom, A., & Hall, I. (2001). Randomized trial of psychotropic medication information leaflets for people with intellectual disability. *Journal of Intellectual Disability Research*, 45(2), 146–151. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2788.2001.00329.x>

Suárez-Coalla, P., & Cuetos, F. (2015). Reading difficulties in Spanish adults with dyslexia. *Annals of Dyslexia*, 65(1), 33–51. <https://doi.org/10.1007/s11881-015-0101-3>

Suggate, S., Schaughency, E., McAnally, H., & Reese, E. (2018). From infancy to adolescence: The longitudinal links between vocabulary, early literacy skills, oral narrative, and reading comprehension. *Cognitive Development*, 47, 82–95.

<https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2018.04.005>

Sung, E., & Mayer, R. E. (2012). When graphics improve liking but not learning from online lessons. *Computers in Human Behavior*, 28(5), 1618–1625.

<https://doi.org/10.1016/j.chb.2012.03.026>

Taboada Barber, A., Cartwright, K. B., Hancock, G. R., & Klauda, S. L. (2021). Beyond the Simple View of Reading: The role of executive functions in emergent bilinguals'



and English monolinguals' reading comprehension. *Reading Research Quarterly*, 56(S1), S45–S64. <https://doi.org/10.1002/rrq.385>

Takacs, Z. K., & Bus, A. G. (2018). How pictures in picture storybooks support young children's story comprehension: An eye-tracking experiment. *Journal of Experimental Child Psychology*, 174, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2018.04.013>

Tanenhaus, M. K., Spivey-Knowlton, M. J., Eberhard, K. M., & Sedivy, J. C. (1995). Integration of visual and linguistic information in spoken language comprehension. *Science*, 268(5217), 1632–1634. <https://doi.org/10.1126/science.7777863>

Taylor, J. N., & Perfetti, C. A. (2016). Eye movements reveal readers' lexical quality and reading experience. *Reading and Writing*, 29(6), 1069–1103. <https://doi.org/10.1007/s11145-015-9616-6>

Taylor, N. A., Greenberg, D., Laures-Gore, J., & Wise, J. C. (2012). Exploring the syntactic skills of struggling adult readers. *Reading and Writing*, 25(6), 1385–1402. <https://doi.org/10.1007/s11145-011-9324-9>

Thompkins, A. C., & Binder, K. S. (2003). A comparison of the factors affecting reading performance of functionally illiterate adults and children matched by reading level. *Reading Research Quarterly*, 38(2), 236–258. <https://doi.org/10.1598/RRQ.38.2.4>

Tighe, E. L., & Schatschneider, C. (2016a). Examining the relationships of component reading skills to reading comprehension in struggling adult readers: A meta-analysis. *Journal of Learning Disabilities*, 49(4), 395–409. <https://doi.org/10.1177/0022219414555415>

Tighe, E. L., & Schatschneider, C. (2016b). A quantile regression approach to



understanding the relations among morphological awareness, vocabulary, and reading comprehension in Adult Basic Education students. *Journal of Learning Disabilities*, 49(4), 424–436. <https://doi.org/10.1177/0022219414556771>

Tilstra, J., McMaster, K., Van den Broek, P., Kendeou, P., & Rapp, D. (2009). Simple but complex: components of the simple view of reading across grade levels. *Journal of Research in Reading*, 32(4), 383–401. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9817.2009.01401.x>

Tobia, V., & Bonifacci, P. (2015). The Simple View of Reading in a transparent orthography: The stronger role of oral comprehension. *Reading and Writing*, 28(7), 939–957. <https://doi.org/10.1007/s11145-015-9556-1>

Tronbacke, B. (1997). *Guidelines for Easy-to-Read Materials*. IFLA.

Underwood, G., Hubbard, A., & Wilkinson, H. (1990). Eye fixations predict reading comprehension: The relationships between reading skill, reading speed, and visual inspection. *Language and Speech*, 33(1), 69–81. <https://doi.org/10.1177/002383099003300105>

Unsworth, S. J., & Pexman, P. M. (2003). The impact of reader skill on phonological processing in visual word recognition. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 56(1), 63–81. <https://doi.org/10.1080/02724980244000206>

van Dijk, T. A., & Kintsch, W. (1983). *Strategies of Discourse Comprehension*. Academic Press.

Van Dyke, J. A., Johns, C. L., & Kukona, A. (2014). Low working memory capacity is only spuriously related to poor reading comprehension. *Cognition*, 131(3), 373–403. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2014.01.007>



- Waddill, P. J., McDaniel, M. A., & Einstein, G. O. (1988). Illustrations as adjuncts to prose: A text-appropriate processing approach. *Journal of Educational Psychology*, 80(4), 457–464. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.80.4.457>
- Wagner, R. K., Torgensen, J. K., Rashotte, C. A., & Pearson, N. A. (2013). *Comprehensive test of phonological processing-second edition*. PRO-ED.
- Wasik, B. A., Hindman, A. H., and Snell, E. K. (2016). Book reading and vocabulary development: a systematic review. *Early Childhood Research Quarterly*, 37, 39–57. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2016.04.003>
- Whaley, C. P. (1978). Word-nonword classification time. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 17(2), 143–154. [https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(78\)90110-X](https://doi.org/10.1016/S0022-5371(78)90110-X)
- Yaneva, V. (2016). *Text and Web Accessibility for People with Autism Spectrum Disorder* [Doctoral dissertation, University of Wolverhampton, UK]. <https://core.ac.uk/download/pdf/77612845.pdf>
- Yus Ramos, R., & Rebollo Bueno, M. (2008). *Biología y geología: Ciencias de la naturaleza. 4º ESO Educación Secundaria Obligatoria (4ª Ed.)*. Elzevir.
- Zargar, E., Adams, A. M., & Connor, C. M. (2020). The relations between children's comprehension monitoring and their reading comprehension and vocabulary knowledge: an eye-movement study. *Reading & Writing* 33, 511–545 <https://doi.org/10.1007/s11145-019-09966-3>



ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE22e00033603598

CSV

GEISER-fd74-bb39-3e41-4b10-bfa4-795c-04a0-6b45

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

02/08/2022 13:03:18 Horario peninsular



GEISER-fd74-bb39-3e41-4b10-bfa4-795c-04a0-6b45

6. ANEXOS

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE22e00033603598

CSV

GEISER-fd74-bb39-3e41-4b10-bfa4-795c-04a0-6b45

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

02/08/2022 13:03:18 Horario peninsular



Anexo 1. Metodología de la revisión de estudios (Rivero-Contreras y Saldaña, 2020)

1.1 Criterios de selección de los estudios

Los estudios incluidos en esta revisión cumplieron los siguientes criterios: (1) debía tratarse de un estudio empírico, (2) cuyo objetivo fuera la evaluación de la comprensión lectora de material escrito adaptado en lectura fácil o simplificado, (3) con al menos una prueba objetiva para evaluar el nivel de comprensión lectora y, (4) escrito en inglés.

1.2 Procedimiento de búsqueda

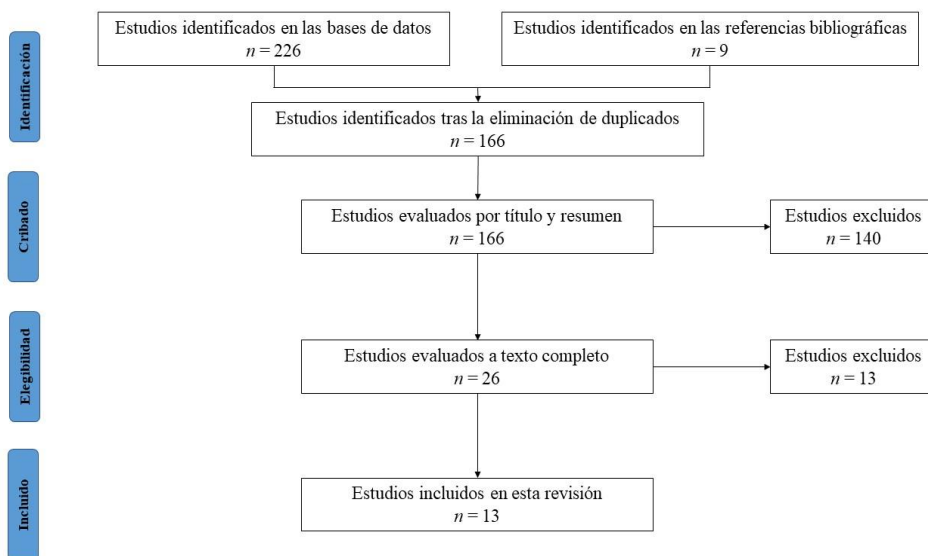
Se utilizaron dos procedimientos de búsqueda bibliográfica para localizar los estudios publicados hasta marzo de 2020. En primer lugar, se consultaron las bases de datos: PsycInfo, Eric, Medline y Web of Science. La búsqueda incluyó los siguientes términos: (“easy-to-read” OR “easy read” OR “easy-read” OR “easy-to-read text” OR “text readability” OR “text simplif*” OR “linguistic simplification” OR “accessible information”) AND (“reading comprehension” OR “text readability” OR “text comprehension” OR “text processing”) AND (“research” OR “study” OR “evaluation” OR “assessment”). Estos términos se buscaron como título, resumen y palabras clave. En segundo lugar, se examinaron las referencias bibliográficas incluidas en los estudios seleccionados.

La búsqueda descrita anteriormente arrojó 226 resultados, a los que se añadieron 9 procedentes de las referencias bibliográficas. El proceso de selección de los estudios se describe en la Figura 1. Terminamos con 13 estudios que satisfacían todos los criterios de inclusión.



Figura 1

Diagrama de flujo del proceso de selección



Anexo 2. Información y consentimientos informados de los Estudios

Estudios 1a y 1b

Estimado Sr. o Sra.,

El motivo de esta carta es invitar a su hijo o hija a participar en un estudio en el que se pretende evaluar la comprensión lectora de textos simplificados o en lectura fácil. Los resultados obtenidos nos ayudarían a conocer cómo la adaptación de un texto en lectura fácil podría facilitar o dificultar la comprensión de la información. **El hecho de que le mandemos esta carta NO implica necesariamente de ninguna manera que su hijo pueda tener alguna dificultad o discapacidad. En el estudio se incluyen personas con niveles de comprensión lectora muy diferentes.**

¿De qué trata el estudio?

En la actualidad, muchas personas se encuentran con la dificultad de comprender información mostrada en el entorno, ya bien sea por la edad, por no conocer el idioma del lugar, o por presentar algún tipo de discapacidad. Pese a que existen materiales en lectura fácil, la evidencia científica en este campo es escasa. Por ello, esta investigación se centra en el estudio de la comprensión lectora de textos simplificados o adaptados en lectura fácil, ya que son pocos los estudios encontrados y no todos están de acuerdo en la influencia que ejerce el texto simplificado en su comprensión.

¿Qué conlleva el estudio?

El estudio conllevaría la participación en varias pruebas individuales. El tiempo necesario para realizarlas sería de **40-50 minutos**. Se llevaría a cabo en el horario indicado por el centro educativo de su hijo/a. Estas pruebas consistirán en completar oraciones con una palabra, leer oraciones cortas y contestar preguntas de verdadero/falso, y leer varios textos y contestar a preguntas de opción múltiple. Todo el estudio se llevaría a cabo de forma online. Por lo que no es necesario desplazarse a ningún sitio, solo disponer de un ordenador y acceso a Internet, los cuales serán proporcionados por el centro educativo.



¿Será confidencial la información que se recoja?

Toda la información, el material y los datos recogidos se custodiarán con las máximas garantías para la confidencialidad de su hijo o hija. Los datos sólo se emplearán en el marco del proyecto del estudio y en ningún caso se publicarán sus datos de forma que pueda ser identificado individualmente.

¿Tengo que participar?

La participación de su hijo o hija en el proyecto es totalmente voluntaria. Si decide que desea hacerlo, le pedimos que firme el consentimiento informado que se le entrega junto con este documento.

¿Es importante participar?

Este estudio podrá revelar la utilidad del material adaptado para personas con discapacidad intelectual o trastorno del espectro del autismo, la cual es de suma importancia para que estas personas puedan acceder, como cualquier otra persona, a toda la información que se encuentra en el entorno. Aunque su hijo no presenta discapacidad o dificultad alguna, su participación es de gran importancia para despejar muchas de las incógnitas que aún tenemos y aportar guías o directrices que sirvan para favorecer la redacción de material en lectura fácil. Su implicación nos es a todos, en este sentido, de gran ayuda.

Agradeciendo de antemano su colaboración, reciba un saludo,

David Saldaña Sage
Investigador principal del estudio





Para los padres o tutores legales

CARTA DE CONSENTIMIENTO

para las pruebas y entrevistas

Escriba sí o no, según proceda, en la casilla de la derecha.

1. Conozco los objetivos y actividades a realizar durante este estudio y los he comprendido plenamente.
2. Entiendo que la participación de mi hijo/a es voluntaria y puede retirarse del estudio en cualquier momento sin tener que dar ninguna explicación y sin que sus derechos legales se vean afectados.
3. Estoy de acuerdo con la participación de mi hijo/a en este estudio.
4. (Opcional) Deseo que este equipo de investigación contacte con nosotros en ocasiones futuras para la realización de otros estudios (no implica participación en los mismos).

Nombre y apellidos de mi hijo/a	Fecha de nacimiento	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Centro en el que se encuentra escolarizado mi hijo/a	Curso	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Nombre de la persona que da el consentimiento	Firma	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Dirección	Localidad	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Teléfono fijo de contacto	Teléfono móvil de contacto	E-mail
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Investigador que acepta el consentimiento	<input type="text"/>	



Responda Sí o No :

Autorizo a los responsables de la investigación para que proporcionen los datos de la evaluación al centro en el que se encuentra escolarizado mi hijo/a (en caso de que éste los solicite) con el fin de mejorar la atención y apoyo que recibe en el mismo.

En aplicación del principio de transparencia y lealtad regulado en el Reglamento General de Protección de datos RGD UE 2016/679 se le informa que la Universidad de Sevilla es responsable del presente tratamiento, “Proyecto de Investigación: Procesos de autorregulación en la lectura de personas con trastorno del espectro del autismo (AUTOTEIA) PGC2018-096094-B-I00”, que tiene como finalidad realizar una “Investigación científica sobre los procesos de autorregulación en la lectura de personas con trastorno del espectro del autismo”. El tratamiento se legitima por el consentimiento explícito e informado de los interesados, y asimismo es necesario para cumplir una misión realizada en interés público o en el ejercicio de poderes públicos conferidos al responsable del tratamiento.

De acuerdo con las citadas normas, tiene derecho a acceder, rectificar y suprimir sus datos personales, así como a otros derechos que puede consultar, junto a una información adicional más detallada, en el enlace <https://sic.us.es/sites/default/files/pd/ciautoteia.pdf>

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE22e00033603598

CSV

GEISER-fd74-bb39-3e41-4b10-bfa4-795c-04a0-6b45

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

02/08/2022 13:03:18 Horario peninsular



Estudio 2

¿De qué trata el estudio?

En la actualidad, muchas personas se encuentran con la dificultad de comprender información mostrada en el entorno, ya bien sea por la edad, por no conocer el idioma del lugar, o por presentar algún tipo de discapacidad. Pese a que existen materiales en lectura fácil, la evidencia científica en este campo es escasa. Por ello, esta investigación se centra en el estudio de la comprensión lectora de material escrito simplificado o adaptado en lectura fácil, ya que son pocos los estudios encontrados y no todos están de acuerdo en la influencia que ejerce el texto simplificado en su comprensión.

¿Qué conlleva el estudio?

El estudio conllevaría la participación en 3 pruebas individuales. La primera trata de leer dos textos y responder a 6 preguntas de opción múltiple por cada texto. La segunda prueba consta a su vez de tres subpruebas: decir el nombre de las imágenes que se le presentarán, comentar la palabra que se corresponde con una definición, y completar figuras. Y la tercera consiste en leer frases y contestar a preguntas de verdadero o falso. Esta última se realizará con una pantalla de ordenador y un teclado.

¿Será confidencial la información que se recoja?

Toda la información, el material y los datos recogidos se custodiarán con las máximas garantías para su confidencialidad. Los datos sólo se emplearán en el marco del proyecto del estudio y en ningún caso se publicarán sus datos de forma que pueda ser identificado individualmente.

C/ Camilo José Cela, s/n - 41018 Sevilla. Tfno 954554334 /955420540 E-mail:





CARTA DE CONSENTIMIENTO

Escriba sí o no, según proceda, en la casilla de la derecha.

1. Conozco los objetivos y actividades a realizar durante este estudio y los he comprendido plenamente.
2. Entiendo que mi participación es voluntaria y puedo retirarme del estudio en cualquier momento sin tener que dar ninguna explicación y sin que mis derechos legales se vean afectados.
3. Estoy de acuerdo con mi participación en este estudio.
4. (Opcional) Deseo que este equipo de investigación contacte conmigo en ocasiones futuras para la realización de otros estudios (no implica participación en los mismos).

Nombre y apellidos	Fecha de nacimiento	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Dirección	Localidad	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Teléfono fijo de contacto	Teléfono móvil de contacto	E-mail
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Firma	Investigador que acepta el consentimiento	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	

Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación. Universidad de Sevilla.
C/ Camilo José Cela s/n. 41018 Sevilla.
Tfno 954554334 /955420540 E-mail:



Estudios 3 y 4

University of East Anglia

Debrief

Easy-to-read and reading comprehension in dyslexia

Thank you for participating in this study. Your time and efforts are much appreciated. Research in psychology is only possible with the time and effort that participants generously give up. Your assistance today has made a genuine contribution to the psychology research in the school and the field in general.

The purpose of this study was to investigate sentence-level reading abilities of people with and without dyslexia. More specifically, the study examines processing of sentences that include lexical and graphical adaptations. The objective of the current study is to determine whether readers with dyslexia experience slowdowns in the same way as readers who do not have dyslexia when encountering complex vocabulary. Furthermore, the verbal skills are measured in order to be compared with those of people with dyslexia.

If you have any questions regarding this study please feel free to ask or contact the researcher of this study now, or at a later date. If you wish to withdraw your data please contact the researcher within one month of your participation. After that, it may not be possible to withdraw as the results will have been analysed and written up.

If you would like to receive a report of the main findings of the study (or a summary of the findings) when it is completed please contact the researcher.

Researcher contact details:

Miriam Rivero-Contreras (email:

Supervisor:

Paul Engelhardt ([\), Office: \[0160 359 1329\]\(tel:01603591329\)](mailto:)

Do also contact us if you have any worries or concerns about this research.

School of Psychology Ethics Committee:

[Phone 01603 597146](tel:01603597146)

Head of School Professor Kenny Coventry:

[k Phone 01603 597145](tel:01603597145)

Thank you again for your participation.



School of Psychology



Consent Form

Easy-to-read and reading comprehension in dyslexia

Name of Researcher: Miriam Rivero-Contreras

Please initial all boxes

- 1. I have read and understand the information sheet **Easy-to-read and reading comprehension in dyslexia** and have had the opportunity to questions and have had these answered satisfactorily.
- 2. My participation is voluntary and I know that I am free to withdraw at any time, without giving any reason and without it affecting me at all
- 3. I know that no personal information (such as my name) will be shared outside of the research team or published in the final report(s) from this research
- 4. I agree to take part in the above study

Participant's signature.....Date.....

Researcher Contact details:

Miriam Rivero-Contreras (email: **Supervisor:**

Paul Engelhardt (Office: 0160 359 1329

Do also contact us if you have any worries or concerns about this research.

School of Psychology Ethics Committee:

Phone 01603 597146

Head of School Professor Kenny Coventry:

; Phone 01603 597145



Anexo 3. Rúbrica de evaluación de textos en lectura fácil

RÚBRICA DE EVALUACIÓN DE TEXTOS EN LECTURA FÁCIL

Material para facilitar la aplicación de la Norma Española Experimental UNE 153101 EX

Versión 2.1 (Julio 2019)

Miriam Rivero-Contreras⁴

David Saldaña Sage

Laboratorio de Diversidad, Cognición y Lenguaje

Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación

Universidad de Sevilla

⁴ Cómo citar este documento: Rivero-Contreras, M. y Saldaña, D. (2019). *Rúbrica de evaluación de textos en lectura fácil: Material para facilitar la aplicación de la Norma Española Experimental UNE 153101 EX*. (versión 2.1). Manuscrito inédito, Laboratorio de Diversidad, Cognición y Lenguaje, Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación, Universidad de Sevilla, Sevilla.



El presente documento tiene como objetivo facilitar la aplicación de la Norma Española Experimental UNE 153101 EX⁵ para evaluar textos adaptados en Lectura Fácil. Por tanto, su uso debe ir acompañado siempre de dicha Norma y no la sustituye en ningún caso. Es, por otro lado, un documento esencialmente de uso para la investigación y de facilitación del trabajo de los autores, adaptadores y/o grupos de validación.

La rúbrica de evaluación se encuentra dividida en varias secciones. Cada sesión está compuesta por pautas a seguir y recomendaciones. Las pautas a seguir son de obligado cumplimiento, mientras que las recomendaciones son sugerencias que se deberían tener en cuenta para facilitar la comprensión de la información. Por otro lado, la rúbrica cuenta con el número de referencia de la pauta o recomendación a la que hace mención en la Norma Española Experimental UNE 153101 EX.

⁵ Asociación Española de Normalización (2018). *Norma Española Experimental UNE 153101 EX. Lectura Fácil: Pautas y recomendaciones para la elaboración de documentos*. Madrid: AENOR INTERNACIONAL S.A.U.



Valore con **✓** cuando considere que cumple el tipo de adaptación, o **✗** en caso de que no lo cumpla.

REDACCIÓN DEL TEXTO EN LECTURA FÁCIL

Ortografía

Pautas a seguir

Nº Ref.	Descripción	✓/✗
6.1.2	Mayúscula inicial en párrafo, título, o después de un punto, o en nombres propios.	
6.1.1	Resto de las letras de las palabras en minúscula, salvo las siglas.	
6.1.3	Punto y aparte para cada frase que presente una idea del texto.	
6.1.7	Evitar el punto y coma.	
6.1.9	Evitar <i>etcétera</i> y puntos suspensivos.	

Recomendaciones

Nº Ref.	Descripción	✓/✗
6.1.4	Punto para las frases con ideas relacionadas en vez de la coma.	
6.1.5	Punto y aparte en vez del punto y seguido.	
6.1.6	Utilizar dos puntos (:) con listas de más de tres elementos.	
6.1.9	Sustituir los <i>etcétera</i> y los puntos suspensivos por <i>entre otros</i> , y <i>muchos más</i> , o similares.	
6.1.8	Evitar paréntesis, corchetes y signos ortográficos poco frecuentes.	
6.1.10	Evitar las comillas o acompañar con una explicación.	

Vocabulario y expresiones

Pautas a seguir

Nº Ref.	Descripción	✓/✗
6.2.2	Vocabulario adaptado al usuario de destino.	
6.2.1	Lenguaje sencillo con palabras conocidas.	
6.2.17	Un objeto - una palabra	
6.2.7	Evitar adverbios terminados en <i>-mente</i> .	
6.2.8	Evitar superlativos.	
6.2.11	Evitar abreviaturas.	

Recomendaciones

Nº Ref.	Descripción	✓/✗
6.2.3	Glosario o glosas.	
6.2.4	Evitar términos abstractos o complejos	
6.2.8	Utilizar el adverbio <i>muy</i> + <i>adjetivo/adverbio</i> en vez de usar los terminados en <i>-mente</i> .	



6.2.5	Redacción clara de palabras homófonas u homógrafas.	
6.2.9	Evitar palabras que no aportan información al texto.	
6.2.21	Números cardinales en vez de ordinales.	
6.2.23	Fecha completa y el nombre del día.	
6.2.24	La hora en formato 12 horas y especificar la parte del día.	
6.2.23	Evitar fecha con guiones o barras.	
6.2.22	Evitar fracciones o porcentajes en el texto, o explicar su equivalencia.	
6.2.19	Los números en cifras.	
6.2.20	Los números de teléfono por bloques.	
6.2.4	Evitar términos complejos y/o abstractos.	
6.2.6	Evitar palabras muy largas y/o con sílabas complejas.	
6.2.10	Evitar palabras en otros idiomas.	
6.2.12	Evitar siglas.	
6.2.13	Evitar acrónimos.	
6.2.18	Evitar palabras de contenido indeterminado.	
6.2.14	Evitar frases nominales ni usos nominales de los adjetivos.	
6.2.15	Evitar frases con sentido figurado, o explicar.	
6.2.16	Evitar las formas nominales de los verbos.	
6.2.25	Evitar números romanos.	

Frases y oraciones

Pautas a seguir

Nº Ref.	Descripción	✓/✗
6.3.4	Evitar la voz pasiva.	
6.3.11	Evitar frases con doble negación.	
6.3.15	Una frase – una idea	

Recomendaciones

Nº Ref.	Descripción	✓/✗
6.3.1	Frases sencillas.	
6.3.10	Oraciones afirmativas.	
6.3.1	Conjunciones para unir dos ideas.	
6.3.1	Pocas frases subordinadas, con nexos bastante conocidos.	
6.3.16	Conectores simples.	
6.3.2	Presente de indicativo o las formas verbales más simples.	
6.3.6	Imperativo solo cuando esté bastante claro.	
6.3.3	Evitar tiempos verbales compuestos o poco conocidos.	
6.3.3	Evitar los condicionales y subjuntivos.	
6.3.5	Evitar la pasiva refleja.	
6.3.7	Evitar las oraciones impersonales.	
6.3.8	Evitar oraciones con gerundio.	
6.3.9	Evitar dos o más verbos seguidos.	
6.3.12	Evitar elipsis.	
6.3.13	Evitar explicaciones entre comas.	



6.3.14	Evitar aposiciones.	
6.3.16	Evitar conectores complejos.	

Organización del texto y el estilo

Pautas a seguir

Nº Ref.	Descripción	✓/✗
6.4.2	Cohesión y coherencia del texto.	

Recomendaciones

Nº Ref.	Descripción	✓/✗
6.4.3	Hilo temporal en el texto con adverbios o expresiones de tiempo y/u orden.	
6.4.4	El título del texto relacionado con el contenido.	
6.4.5	La información por bloques.	
6.4.6	Elementos de una idea separados por comas	
6.4.9	Lenguaje no sexista.	
6.4.1	Evitar las inferencias.	
6.4.7	Adaptar los diálogos de los textos al estilo teatral.	
6.4.8	Dirigir las instrucciones al lector.	

DISEÑO DEL TEXTO EN LECTURA FÁCIL

Presentación del documento

Pautas a seguir

Nº Ref.	Descripción	✓/✗
7.1.16	Tamaño de letra entre 12 y 16 puntos.	
7.1.17	Los títulos y el cuerpo del texto diferenciados.	
7.1.21	Evitar cursiva, subrayado, sombreado, contorno o relieve.	
7.1.22	Evitar marcas de agua.	
7.1.23	Evitar fuentes de letras con serifa o remate.	
7.1.10	Evitar dividir las palabras con guiones a final de línea.	
7.1.3	Evitar dividir un bloque de texto en varias páginas.	
7.1.9	Evitar justificar los textos.	
7.1.18	Contraste adecuado entre el color del fondo del texto y de los caracteres.	
7.1.19	Utilizar un fondo del texto con color liso.	
7.1.24	Advertir cambios entre Lectura Fácil y no.	

Recomendaciones

Nº Ref.	Descripción	✓/✗
7.1.16	Tamaño de letra de 14 puntos.	
7.1.7	Interlineado de 1,5 o más.	



7.1.20	Negrita solo para destacar las palabras en la glosa o glosario.	
7.1.8	Alinear el texto a la izquierda.	
7.1.12	Márgenes amplios.	
7.1.5	Longitud de líneas similar.	
7.1.13	Guías textuales cuando no se identifique fácilmente el final del contenido.	
7.1.14	Posición del número de página en un lugar que destaque y en la misma posición siempre.	
7.1.15	Tipografía del número de las páginas mayor que la del texto.	
7.1.1	Estructura lógica, usando títulos, subtítulos, capítulos, apartados, etc.	
7.1.2	Cada capítulo o subdivisión en páginas diferentes.	
7.1.4	Evitar títulos o alguna parte del texto en sentido vertical.	
7.1.6	Evitar dividir los sintagmas.	
7.1.11	Evitar el texto en varias columnas.	
7.1.1	Evitar estructuras con más de tres niveles de división.	
7.1.25	Misma orientación en todas las páginas.	

Imágenes

Pautas a seguir

Nº Ref.	Descripción	✓/✗
7.2.1	Imágenes complementan el texto.	
7.2.2	Imagen próxima al texto.	
7.2.3	Una imagen = un concepto.	
7.2.5	Imágenes claras.	
7.2.8	Pie de imagen redactado según lectura fácil.	
7.2.11	No dividir las imágenes en dos páginas.	

Recomendaciones

Nº Ref.	Descripción	✓/✗
7.2.2	Imagen situada en margen izquierdo o parte superior del texto que acompaña.	
7.2.4	Imágenes en color de alta resolución.	
7.2.6	Fondo liso de imágenes.	
7.2.7	Colores transmiten información.	
7.2.9	Situar aparte la información sobre derechos.	
7.2.10	Representar los conceptos abstractos de forma concreta.	

Elementos paratextuales verbales

Pautas a seguir

Nº Ref.	Descripción	✓/✗
7.3.1.1.1	Índice: redactado según lectura fácil.	
7.3.1.1.2	Índice: ubicarlo al principio.	



7.3.1.1.3	Índice: asociar cada apartado con número mediante diseño.	
7.3.1.2.1	Glosa: redactado según lectura fácil.	
7.3.1.2.3	Glosa: usarlo la primera vez que aparece la palabra.	
7.3.1.2.7	Glosa: en la misma página que la palabra.	
7.3.1.3.1	Glosario: redactado según lectura fácil.	
7.3.1.3.6	Glosario: palabra resaltada.	
7.3.1.3.7	Glosario: colocar la definición en la siguiente línea.	
7.3.1.4.1	Resumen: redactado según lectura fácil.	
7.3.1.4.2	Resumen: ubicarlo al final del documento.	
7.3.1.5.1	Actividades: redactadas según lectura fácil.	

Recomendaciones

Nº Ref.	Descripción	✓/✗
7.3.1.2.2	Glosa: usar para palabras o expresiones complejas.	
7.3.1.2.4	Glosa: poner en negrita.	
7.3.1.2.5	Glosa: incluir palabra, explicación y ejemplo.	
7.3.1.2.6	Glosa: cerca de la palabra y en margen derecho.	
7.3.1.3.2	Glosario: usar cuando hace falta comprender palabras antes.	
7.3.1.3.3	Glosario: colocar al inicio.	
7.3.1.3.4	Glosario: no incluir todas las glosas.	
7.3.1.3.5	Glosario: respetar el orden alfabético.	
7.3.1.3.8	Glosario: incluir un ejemplo explicativo.	
7.3.1.4.3	Resumen: su diseño permite distinguirlo.	
7.3.1.4.5	Resumen: incluir repeticiones cuando el lector debe recordar.	
7.3.1.5.2	Actividades: incluir actividades previas.	
7.3.1.5.3	Actividades: incluir actividades posteriores.	

Elementos paratextuales icónicos

Pautas a seguir

Nº Ref.	Descripción	✓/✗
7.3.2.1.1	Mapas y planos: explicar o adaptar.	
7.3.2.1.2	Mapas y planos: explicaciones redactadas según lectura fácil.	
7.3.2.2.1	Gráficos: explicar o adaptar.	
7.3.2.2.2	Gráficos: explicaciones redactadas según lectura fácil.	
7.3.2.2.3	Gráficos: incluir leyenda explicativa.	
7.3.2.2.4	Gráficos: relacionar solo dos variables.	

Recomendaciones

Nº Ref.	Descripción	✓/✗
7.3.2.1.3	Mapas y planos: elaborar con itinerarios y elementos reconocibles.	
7.3.2.1.4	Mapas y planos: acompañar de una leyenda.	
7.3.2.2.5	Gráficos: elegir según información y usuario.	



Anexo 4. Contenido de los textos adaptados del Estudio 1a

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE22e00033603598

CSV

GEISER-fd74-bb39-3e41-4b10-bfa4-795c-04a0-6b45

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

02/08/2022 13:03:18 Horario peninsular



¿POR QUÉ DESAPARECIERON LOS DINOSAURIOS?

En el siglo XIX que se lee siglo 19, había científicos catastrofistas y científicos gradualistas. Los científicos catastrofistas pensaban que los seres vivos se creaban uno tras otro debido a **catástrofes naturales** repentinas. Y los científicos gradualistas pensaban que los seres vivos se creaban uno tras otro debido a pequeños cambios producidos poco a poco. Cada vez había un mayor número de científicos gradualistas. Pero, el estudio de los **fósiles** mostró que hubo una de las extinciones más importantes de seres vivos. Durante la **era Secundaria** de la prehistoria había un gran número de animales y plantas. Pero al final de esta era se produjo una gran extinción en el medio terrestre y en el medio acuático. Este periodo final se conoce como **período Cretácico**. Y terminó hace 65 millones de años. Por tanto, esto apoya la idea de que las extinciones fueron más o menos rápidas y motivó el renacimiento de los **neocatastrofistas**. Ha habido otras extinciones. Una de ellas es la extinción del **período Pérmico**. Este periodo terminó hace 250 millones de años. Esta extinción fue una de las más grandes. Pero es probable que la extinción del periodo Cretácico sea la extinción que más ha centrado la atención de los **paleontólogos**. Sobre todo, en torno a la extinción de los dinosaurios.

Se han producido más de ochenta teorías para explicar la extinción de los dinosaurios. La mayoría de las teorías son absurdas, pero algunas tienen cierto sentido. Por ejemplo, en una teoría se ha dicho que tal vez los dinosaurios murieran de hambre. Esto sería posible porque en esta época aparecieron las plantas con flor. Entonces los insectos devorarían estas plantas porque no existían aves que controlaran a los insectos. También se ha dicho que la explosión de una **supernova** cercana repartiría dosis mortales de radiación sobre la Tierra. Esto afectaría a los dinosaurios. Todas estas hipótesis tienen sus debilidades e inconsistencias. Pero en la actualidad, hay tres creencias que cuentan con bastantes argumentos y pueden comprobarse con los fósiles:

Catástrofes naturales

Sucesos inesperados que produce una gran destrucción como terremotos, huracanes, entre otros.

Fósiles

Restos o señales de la actividad de seres que existieron en el pasado.

Era Secundaria

Tramo de tiempo conocido como Era de los dinosaurios o Era Mesozoica. Esta era se divide en tres periodos: Triásico, Jurásico y Cretácico.

Período Cretácico

Tramo de tiempo que comenzó después del periodo Jurásico. Es el último periodo de la Era Secundaria.

Neocatastrofistas

Los científicos neocatastrofistas piensan que los cambios se van produciendo poco a poco. Pero también hay catástrofes naturales inesperadas que producen cambios.

Período Pérmico

Último tramo de tiempo de la Era Paleozoica. La era Paleozoica sucedió antes de la Era Secundaria o Era Mesozoica.

Paleontólogos

Personas que estudian los fósiles de especies animales y vegetales desaparecidas.

Supernova

Explosión de una estrella donde se libera gran cantidad de energía.

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE22e00033603598

CSV

GEISER-fd74-bb39-3e41-4b10-bfa4-795c-04a0-6b45

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>



GEISER-fd74-bb39-3e41-4b10-bfa4-795c-04a0-6b45

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

02/08/2022 13:03:18 Horario peninsular

- a) El impacto de un gran meteorito,
- b) La intensificación de la actividad volcánica, y
- c) La regresión marina

- a) El impacto de un gran **meteorito** en el período Cretácico.

Esto afectaría al ambiente de varias formas. Por un lado, el impacto del meteorito provocaría la formación de un cúmulo de polvo. Este cúmulo de polvo oscurecería el ambiente. e impediría a las plantas realizar la **fotosíntesis**. Y esto afectaría a los dinosaurios herbívoros y luego a los carnívoros. Porque sin fotosíntesis las plantas mueren y los dinosaurios herbívoros no tienen qué comer. Y si mueren los dinosaurios herbívoros los dinosaurios carnívoros tampoco tienen qué comer. Por otro lado, el impacto del meteorito provocaría más **lluvia ácida**, más incendios y una bajada de la temperatura. La lluvia ácida afectaría a los animales acuáticos. Y los mayores incendios y la bajada de la temperatura afectarían a los animales terrestres. Se cree que el meteorito impactó en la zona del Yucatán. Esta zona se encuentra en México. Esto es así porque hay un enorme cráter que se observa con imágenes obtenidas por satélite. Además, el meteorito provocaría enormes tsunamis y gran cantidad de **iridio** en el ambiente. Los tsunamis son olas gigantescas. Y el iridio se encuentra muy poco en los **estratos** de la Tierra de esta época.

- b) La intensificación de la actividad volcánica.

La cada vez mayor actividad volcánica tiene los mismos efectos que el impacto del meteorito. Pero sus consecuencias climáticas serían menos brutales. En todo caso, las consecuencias serían más graduales.

Meteorito

Roca o fragmento sólido que procede del espacio.

Fotosíntesis

Proceso químico que realizan las células vegetales con clorofila. Transforma las sustancias inorgánicas en orgánicas, gracias a la transformación de la energía luminosa en la química.

Lluvia ácida

Lluvia con ácidos disueltos en el agua. Estos ácidos son sustancias dañinas.

Iridio

Tipo de metal sólido de color blanco. Existe más iridio en los meteoritos que en la superficie de la Tierra.

Estratos

Capas de tierra o roca.



c) La regresión marina.

La regresión marina ocurrió entre el período Cretácico y la **era Terciaria**. La regresión marina consistió en un importante retroceso y evaporación de los mares de la **meseta continental**. Esto ocuparía un tamaño similar a la superficie del continente africano. Esto conllevaría a la desaparición de muchos **hábitats** de las **llanuras costeras**. Esta desaparición de hábitats dejó a los dinosaurios en zonas cada vez más pequeñas. Y esto limitó la capacidad para evolucionar de los dinosaurios. Además, llevaría a un mayor enfriamiento del clima y la posibilidad de **colonización** de otros grupos competidores. Un ejemplo de estos grupos competidores eran los **mamíferos ungulados**.

Era terciaria

Tramo de tiempo conocido como Era de los mamíferos o Era Cenozoica. Es la siguiente era después de la Era Secundaria o Era de los dinosaurios. Los dinosaurios desaparecieron y los mamíferos pasaron a ser la fauna característica.

Meseta continental

Terreno llano y extenso del continente que se encuentra a cierta altura sobre el nivel del mar.

Hábitats

Lugares que ocupa una especie animal o vegetal.

Llanuras costeras

Terrenos llanos junto al mar.

Colonización

Lugar donde se establece un conjunto de seres vivos en un territorio alejado de su región de origen.

Mamíferos ungulados

Nacen del vientre de la madre. Pueden caminar sobre el extremo de los dedos. Estos dedos se han transformado en pezuñas. Son mamíferos ungulados el hipopótamo, la jirafa o el caballo, entre otros.



LA RESTAURACIÓN DE LA MONARQUÍA

La transición a la democracia

En España se pasó de un régimen franquista a la **democracia** en 1975. La conquista de la democracia en España fue parte de un proceso que se dio en España y en todo el mundo. Esto ocurrió entre 1974 y 1989. En ese período de tiempo, en el este y el sur de Europa, y en Hispanoamérica cada vez más países se convirtieron en países democráticos. En los países del este de Europa esto sucedió después de abandonar el **comunismo**.

Pero en España, la conquista de la democracia tenía unas características muy especiales. Estas características tenían que ver con un desarrollo económico anterior y con la existencia de una **monarquía**. Por una parte, esta monarquía era heredera del **régimen franquista**. Por otra parte, la monarquía representaba la **legitimidad dinástica** y se había opuesto a Franco. A esta característica hay que sumar la voluntad de acuerdo de la **oposición** a Franco y la colaboración de una parte de los **dirigentes** del gobierno franquista.

Pero al principio, el camino español hacia la democracia parecía tener más dificultades que otros países. Porque estos países no habían tenido una **guerra civil**. Y en España el régimen franquista llegó al gobierno a través de una guerra civil. Por otro lado, los problemas parecían menores que los dados en los países comunistas. En los países comunistas no hubo un desarrollo económico como el español. Y en estos países no existía ninguna experiencia de la democracia. En España antes de la Guerra Civil había existido una democracia.

Democracia

Forma de gobierno del Estado. Los ciudadanos participan en la toma de decisiones políticas.

Comunismo

Sistema de organización político y económico. No hay propiedad privada sino una propiedad de todos. No se considera una democracia.

Monarquía

Forma de gobierno. El jefe del Estado es un rey o una reina. Se accede al cargo de forma hereditaria.

Régimen franquista

Sistema político y económico de carácter no democrático. Se desarrolló durante el gobierno del general Francisco Franco.

Legitimidad dinástica

Derecho a gobernar un país por ser un miembro de la familia real.

Oposición

Partidos políticos que compiten con el partido que ocupa el gobierno.

Dirigentes

Personas que dirigen una organización como un partido político.

Guerra civil

Guerra entre dos bandos contrarios de un mismo país. En España hubo una guerra civil en 1936.

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE22e00033603598

CSV

GEISER-fd74-bb39-3e41-4b10-bfa4-795c-04a0-6b45

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>



GEISER-fd74-bb39-3e41-4b10-bfa4-795c-04a0-6b45

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

02/08/2022 13:03:18 Horario peninsular

Cuando murió Franco, habían pocos casos en el mundo en lo que se había podido pasar de una dictadura a una democracia sin graves problemas. Eso explica que en 1975 el ambiente fuera de gran preocupación. En esos primeros momentos hubo varios factores que contribuyeron a crear un ambiente inicial positivo. Estos factores contribuyeron de manera importante. El primer factor fue la buena aceptación que tuvo la monarquía entre los países europeos. Estos países contaban con instituciones democráticas. Otro factor fue la posición de la Iglesia. La Iglesia contribuyó de manera importante a hacer posible la democracia en esos primeros momentos.

La monarquía de Juan Carlos I que se lee Juan Carlos primero

El rasgo más original de la **transición** fue el papel desempeñado por el rey. Don Juan Carlos era el sucesor legítimo de Franco y el heredero de una **tradicón dinástica**. Además, esta tradición dinástica se identificaba con el **liberalismo**. Don Juan Carlos tuvo una idea muy clara de cuál debía ser el resultado de su labor como rey desde que lo nombraron sucesor. Este nombramiento como sucesor de Franco fue en 1969. Cuando fue coronado, Don Juan Carlos se convirtió en <<motor del cambio>>, según dijo el político español Areilza. Esto quiere decir que era la principal persona capaz de hacer cambios. Don Juan Carlos no ejerció como gobernante. Su papel consistió en hacer que la sociedad española se diera a sí misma las instituciones democráticas. Esto quiere decir que Don Juan Carlos dio libertad a la sociedad española para establecer la democracia en sus instituciones. Y esto se hizo sin que Estado español se quebrara. Esto quiere decir que el gobierno y la administración pudieron continuar funcionando.

Transición

Cambio de un tipo de estado a otro. En España es el periodo de tiempo entre 1975 y 1978. En este periodo se pasó de la dictadura a la democracia. En 1975 finalizó la dictadura de Francisco Franco.

Tradicón dinástica

Grupo de reyes y reinas que provienen de la misma familia.

Liberalismo

Sistema político que apoya que el Estado interfiera lo menos posible en la sociedad.



Una de las dificultades que tuvo Juan Carlos como rey fue no poder nombrar el gobierno que quiso en un primer momento. Él debió seguir con el gobierno heredado de Franco. Aunque don Juan Carlos incorporó algunos nuevos ministros de **significación reformista**. Algunos de estos nuevos ministros fueron Garrigues, Areilza y Fraga. Carlos Arias fue el presidente del gobierno durante el régimen franquista y la Transición española. Su gobierno siguió un rumbo muy desconcertado. Por lo que no logró convertir en realidad un programa coherente de cambio.

<p>Persona de significación reformista Persona que busca el cambio.</p>
--

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE22e00033603598

CSV

GEISER-fd74-bb39-3e41-4b10-bfa4-795c-04a0-6b45

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

02/08/2022 13:03:18 Horario peninsular



CRISIS EN ESTADOS UNIDOS: VIETNAM

Dos grandes bandos querían dominar el Este de Asia. Un bando era Estados Unidos. Y el otro bando eran los **países comunistas**. Estados Unidos temía una expansión del comunismo en Asia. Por eso, Estados Unidos se implicó de forma directa y cada vez más en Asia durante los años 60. Vietnam es un país del este de Asia. Los comunistas y Estados Unidos lucharon por controlar el este de Asia en la guerra de Vietnam. Estados Unidos tenía entonces el mayor y mejor ejército de la historia. Pero este ejército perdió en la guerra de Vietnam.

Los orígenes de la guerra del Vietnam

El proceso de **descolonización** asiático abrió un período de luchas entre los habitantes de los países descolonizados. Porque hubo luchas entre personas de distintas **tendencias ideológicas**. Algunos países externos apoyaban a las personas de tendencia comunista. Otros países externos apoyaban a personas de otra tendencia. Estados Unidos y Francia trataban de evitar que las personas de tendencia comunista ganaran las luchas entre los habitantes y gobernaran en los países descolonizados. Francia lo quería evitar porque era la **exmetrópoli** de Vietnam. Estos países pensaban que si los comunistas gobernaban en un país, sucedería lo mismo en los demás países. Por eso, a este intento de evitar el crecimiento del comunismo se le llamó estrategia de contención.

A Vietnam lo dividieron en dos zonas independientes tras una reunión de países en Ginebra. Esta reunión se celebró en 1954. Vietnam del Norte tenía un gobierno comunista con capital en Hanoi. El presidente del gobierno comunista era Ho Chi Minh. Por otro lado, Vietnam del Sur con capital en Saigón tenía un **gobierno pro-**

Países comunistas

Países con un sistema de organización político y económico. No hay propiedad privada sino una propiedad de todos.

Descolonización

Es cuando un país o territorio se independiza de otro.

Tendencia ideológica

Orientación hacia un tipo de ideas concretas. Por ejemplo, persona con ideas comunistas.

Exmetrópoli

País del que otro fue una colonia. Vietnam fue colonia de Francia.



occidental muy anticomunista. El presidente del gobierno anticomunista era Ngo Dinh Diem. En Vietnam del Sur se desarrolló una **guerrilla**. Esta guerrilla se llamaba el Vietcong. Era una guerrilla armada y reforzada por el ejército oficial de Vietnam del Norte. Desde 1960, el Vietcong había derrotado varias veces al Gobierno de Vietnam del Sur. Por eso, el Gobierno de Vietnam del Sur pidió ayuda a Estados Unidos. Y Estados Unidos comenzó a darle dinero, armas y **asesores militares** a Vietnam del Sur.

La implicación directa de Estados Unidos en el conflicto

En noviembre de 1963 se produjo en Vietnam del Sur una revolución contra la **dictadura** de Ngo Dinh Diem. En Vietnam del Sur se instauró un gobierno militar nuevo. Este gobierno nuevo era tan malo como el de Ngo Dinh Diem. Pero a Estados Unidos le parecía un buen remedio para evitar que los comunistas de Vietnam del Norte invadieran Vietnam del Sur. Estados Unidos envió asesores militares y aprobó una ayuda de quinientos millones de dólares. Pero era el comienzo de la peor pesadilla de los Estados Unidos en la segunda mitad del siglo.

Cuando **Johnson** asumió la presidencia de Estados Unidos, ya se encontraban más de quince mil consejeros militares de su país en Vietnam del Sur. Esto fue en 1963. En 1965 había en Vietnam casi cien mil soldados estadounidenses. Y en 1968 había en Vietnam casi medio millón de soldados estadounidenses. Desde 1965 a 1968 Estados Unidos lanzó sobre Vietnam muchas bombas. Ellos lanzaron más bombas que contra todas las potencias del Eje durante la Segunda Guerra Mundial. Las potencias del Eje se refieren al bando que luchó en la Segunda Guerra

Gobierno pro-occidental

Gobierno no comunista. Suele ser amigo de Estados Unidos.

Guerrilla

Grupo de personas armadas. Estas personas no pertenecen al ejército oficial.

Asesores militares

Militares expertos que aconsejan a otros militares sobre estrategias de guerra.

Dictadura

Gobierno donde se ejerce la autoridad sin límites. El poder lo tiene una sola persona.

Johnson

Presidente de los Estados Unidos de 1963 a 1969.



Mundial contra Estados Unidos. A este bando pertenecían los países de Alemania, Japón e Italia, entre otros. Y la Segunda Guerra Mundial fue una de las guerras más grandes del mundo.

La estrategia empleada por Estados Unidos quería impedir el control de las zonas rurales por la guerrilla. También quería impedir el apoyo de las aldeas a la causa del Vietcong. Para ello, Estados Unidos reunieron a esta población en grandes aldeas mientras practicaban una **táctica de tierra quemada**. Pero esto le daba territorio a la guerrilla y producía muchos refugiados y desplazados en las grandes ciudades. Este movimiento lo aprovechaba la guerrilla para crear una **quinta columna** en el territorio dominado por Estados Unidos. Estados Unidos no lograba ganar la guerra. Y la gente en Estados Unidos estaba cada vez más en contra de la guerra. Por eso, Estados Unidos tuvo que retirarse del modo menos humillante posible. Esto fue a principios de 1968.

Táctica de tierra quemada

Destrucción de viviendas, tierra y cultivos para que el enemigo no pueda usarlos.

Quinta columna

En el texto se refiere a personas que no parecían soldados ni guerrilla. Estas personas luchaban a favor de Vietnam del Norte. Pero ellas vivían en Vietnam del Sur.



EL ORIGEN DE LA VIDA

Hasta el siglo XVII que se lee siglo 17, se pensaba que la vida surgía de una manera espontánea. Y que surgía en determinados sustratos o medios que eran bastante favorables, como un montón de basura, un cadáver, el suelo, entre otros. Pero el italiano **Francesco Redi** demostró que esto no era así. Él demostró que todo ser vivo procedía siempre de otro ser vivo de su misma especie. Pero si nos remontamos hacia atrás, habrá algún momento en la historia de la Tierra en que la vida surgiría de algún ser anterior que no era vivo. Algunos autores piensan que la vida vendría a la Tierra por meteoritos contaminados de seres vivos. Esto se conoce como panspermia. Pero sigue sin explicarse cómo se formaría la vida allí de donde vinieran estos meteoritos. Otros autores como el ruso Aleksandr **Oparín** emitieron una teoría. Esta teoría afirmaba que la vida surgió gracias a una organización especial de la **materia orgánica**. Esta materia orgánica se formaría en un ambiente reductor. Este ambiente reductor se refiere a un ambiente con apenas oxígeno. Un científico llamado Miller hizo un experimento que apoyaba esta hipótesis. En el experimento logró **sintetizar** materia orgánica como los **aminoácidos**. Lo hizo creando un ambiente parecido al ambiente reductor y aplicando descargas eléctricas como las de las tormentas. Estas sustancias serían arrastradas a la superficie terrestre. De modo que en las charcas se iría formando un <<caldo nutritivo>>. Esto quiere decir un líquido con mucha materia orgánica. Allí determinadas moléculas se organizarían formando esferas que se aíslan del medio. Estas esferas se llaman coacervados. Algunos de estos coacervados capturarían en su interior moléculas de **ácido ribonucleico** y **enzimas** suficientes. Esto lo haría para sintetizar **proteínas** y producir copias de sí mismo. Estos son los llamados protobiontos. Sólo cuando estos coacervados lograron una estructura más compleja aparecerían los primeros seres vivos. Esta estructura más compleja

Francesco Redi

Hombre italiano conocido por ser:

- médico,
- naturalista,
- fisiólogo,
- y escritor.

Aleksandr Oparín

Biólogo y bioquímico ruso

Materia orgánica

Conjunto de moléculas que están en los seres vivos.

Sintetizar

Crear o elaborar un producto.

Aminoácidos

Son un tipo de moléculas orgánicas. Algunos son los componentes básicos de las proteínas humanas.

Ácido Ribonucleico

Conjunto organizado de macromoléculas que participa en la creación de las proteínas. También es el mensajero de la información genética.

Enzimas

Moléculas formadas sobre todo por proteína. Son producidas por las células vivas. Las enzimas influyen de forma importante en los procesos químicos del organismo.

Proteínas

Sustancias químicas formadas por ácidos orgánicos. Forman parte de la materia fundamental de las células y de las sustancias vegetales y animales.

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE22e00033603598

CSV

GEISER-fd74-bb39-3e41-4b10-bfa4-795c-04a0-6b45

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>



GEISER-fd74-bb39-3e41-4b10-bfa4-795c-04a0-6b45

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

02/08/2022 13:03:18 Horario peninsular

sería como la de las actuales bacterias. Y serían como la estructura de la célula procariota. La célula procariota es una célula muy sencilla. Solo tiene membrana. Pero no tiene núcleo. En los inicios estos coacervados con estructura compleja podrían ser heterótrofos anaerobios. Estos son organismos que no necesitan respirar y que tendrían que tomar la materia orgánica de aquel líquido rico en compuestos orgánicos. Más tarde apareciendo otros seres autótrofos. Estos seres ya podrían sintetizar nutrientes y renovar el líquido rico en compuestos orgánicos. Además de **oxigenar** el agua y el ambiente. Así haría posible la vida de los seres aerobios. Los seres aerobios son aquellos que necesitan oxígeno para vivir. La científica **Lyn Margulis** elaboró la teoría de la endosimbiosis. Según esta teoría, la célula eucariota aparecería después por unión de diversas células procariotas. La célula eucariota tiene un núcleo rodeado de una membrana celular, mientras que la célula procariota no lo tiene. Y por unión de células eucariotas, surgirían los organismos pluricelulares y los diversos organismos vivos tal como los conocemos. Los organismos pluricelulares están compuestos por dos o más células. Este desarrollo lo conocemos gracias al registro **fósil**.

Recordarás que los **estratos** de **rocas sedimentarias** pueden tener restos fosilizados de organismos que vivían en el momento de producirse la **sedimentación**. El principio de sucesión faunística dice que los fósiles quedan clasificados por orden de mayor a menor antigüedad según avanza la sedimentación. Esto quiere decir que los fósiles más antiguos estarán en los estratos más profundos.

Oxigenar

Aportar oxígeno a un medio.

Lyn Margulis

Bióloga estadounidense.

Fósil

Restos o señales de la actividad de seres que existieron en el pasado.

Estratos

Capas de tierra o roca.

Rocas sedimentarias

Rocas que se forman por acumulación de material sólido sobre la superficie terrestre.

Sedimentación

Formación o depósito de material sólido sobre la superficie terrestre. Se van formando capas. Estas capas son los estratos.



Anexo 5. Instrucciones para evaluar la información central y periférica de los textos por los evaluadores externos

INSTRUCCIONES PARA EVALUACIÓN DE LA INFORMACIÓN CENTRAL Y PERIFÉRICA DE TEXTOS

Para evaluar la centralidad de la información, es importante que sigas los siguientes pasos en los diferentes textos:

1. Leer el texto en formato estándar las veces necesarias hasta que identifiques las ideas principales o esenciales (que responda al título del texto).
2. Una vez identificadas, subráyalas con un color.
3. Tras el subrayado de las ideas principales o esenciales, subraya con otro color, las ideas menos relevantes, pero que continúen siendo importantes para responder al título del texto.
4. Tras esta segunda fase de subrayado, subraya aquellas ideas no relevantes relacionadas con el título del texto pero que se podrían suprimir.
5. Dirígete a la tabla de evaluación de la información del texto y valora con la información subrayada de la siguiente forma:

4→ aquellas ideas principales o esenciales (puntos 1 y 2)

3→ aquellas ideas menos relevantes pero importantes para comprender la información (punto 3)

2→ información no relevante relacionada con el texto y que se podría suprimir (punto 4)

1→ información irrelevante que no da respuesta al título del texto.



Anexo 6. Preguntas de comprensión lectora de los textos del Estudio 1a (respuesta correcta subrayada)

Texto ¿Por qué desaparecieron los dinosaurios?

1. En el siglo XIX había: (periférica literal)
 1. Científicos catastrofistas y gradualistas
 2. Científicos catastróficos y gradualistas.
 3. Científicos neocatastrofistas y gradualistas.
 4. Científicos catastrofistas y graduales.

2. Los científicos neocatastrofistas piensan que los seres vivos se crean: (periférica inferencial)
 1. Por cambios, todos muy rápidos y repentinos.
 2. Por catástrofes nuevas rápidas.
 3. Por cambios, algunos más lentos que otros
 4. Por cambios, todos igual de lentos.

3. En comparación con la extinción de otras especies, la de los dinosaurios ha sido: (central literal)
 1. Menos estudiada por los paleontólogos
 2. Ha sido estudiada por los paleontólogos igual que otras extinciones
 3. No ha sido estudiada por los paleontólogos
 4. Más estudiada por los paleontólogos

4. Para explicar la extinción de los dinosaurios, los científicos: (central inferencial)
 1. Han desarrollado muchas interpretaciones diferentes
 2. Están de acuerdo prácticamente en todo
 3. Han mostrado poco interés en este tema



4. Solo han sido capaces de desarrollar unas pocas ideas

5. Los dinosaurios que vivían en el mar podrían haber sido más afectados por: (central inferencial)

1. El aumento de la temperatura
2. La lluvia ácida
3. Los incendios
4. La bajada de la temperatura

6. Los tsunamis son: (periférica literal)

1. Olas pequeñas
2. Terremotos
3. Huracanes
4. Olas gigantescas

7. Si comparamos los efectos del impacto de un gran meteorito y la intensificación de la actividad volcánica, la intensificación de la actividad volcánica afectaría: (periférica inferencial)

1. No afectaría a la extinción de los dinosaurios
2. Más lentamente a la extinción de los dinosaurios
3. Más rápidamente a la extinción de los dinosaurios
4. Afectaría a la misma velocidad a la extinción de los dinosaurios

8. La teoría de la regresión marina dice que los dinosaurios se extinguieron porque: (central literal)

1. No pudieron alimentarse
2. No pudieron crecer
3. No pudieron evolucionar
4. No pudieron cambiar de hábitat



Texto La restauración de la monarquía

1. Las características especiales en España eran: (central literal)
 1. Un desarrollo económico anterior y la ausencia de la monarquía
 2. Un desarrollo económico posterior y la existencia de la monarquía
 3. Un desarrollo económico posterior y la ausencia de la monarquía
 4. Un desarrollo económico anterior y la existencia de la monarquía

2. Una de las características de la transición española fue que: (central inferencial)
 1. La monarquía no tuvo nada que ver con la transición española
 2. La monarquía estaba relacionada con el régimen de Franco
 3. La monarquía era totalmente independiente del régimen de Franco
 4. En España la monarquía y Franco estaban totalmente enfrentados

3. El desarrollo económico español era: (periférica inferencial)
 1. Mejor que el desarrollo económico de los países comunistas
 2. Peor que el desarrollo económico de los países comunistas
 3. Igual que el desarrollo económico de los países comunistas
 4. Más valioso que el desarrollo económico de los países comunistas

4. La buena acogida de la monarquía en los países europeos y la posición de la Iglesia son factores que contribuyeron: (periférica literal)
 1. No contribuyeron para crear un ambiente inicial positivo
 2. Solo la posición de la Iglesia contribuyó para crear un ambiente inicial positivo
 3. De manera importante para crear un ambiente inicial positivo
 4. De manera leve para crear un ambiente inicial positivo

5. Don Juan Carlos tuvo muy claro desde que lo nombraron sucesor cuál debía ser: (central literal)



1. Su labor como rey
 2. Su labor como príncipe
 3. Su labor como presidente
 4. No tenía clara su labor
6. Don Juan Carlos fue una persona importante que: (central inferencial)
1. En esos momentos, don Juan Carlos no fue una persona importante para España
 2. Ayudó a cambiar de forma positiva la situación política de España
 3. Actuó para frenar el cambio en la situación política de España
 4. Quería cambiar la situación política de España, pero no pudo
7. Algunos nuevos ministros incorporados al gobierno por el rey Juan Carlos fueron: (periférica literal)
1. García, Areilza y Fraga
 2. Garrido, Arboleda y Fraga
 3. Garrigues, Areilza y Fraga
 4. Garrigues, Areilza y Prado
8. El gobierno de Carlos Arias: (periférica inferencial)
1. No intentó aplicar un programa de cambio
 2. Intentó aplicar un programa tradicional
 3. Carlos Arias no estaba en el gobierno
 4. Intentó aplicar un programa de cambio

Texto Crisis en Estados Unidos: Vietnam

1. En el proceso de descolonización hubo luchas entre: (periférica literal)



1. No hubo luchas
 2. Diferentes tendencias ideológicas
 3. Similares tendencias ideológicas
 4. Diferentes religiones
2. Estados Unidos y Francia estaban: (periférica inferencial)
1. Contentos porque querían ser países comunistas
 2. No les importaba que hubiera más países comunistas
 3. Preocupados porque no querían que hubiera más países comunistas
 4. Contentos porque querían que hubiera más países comunistas
3. Vietnam del Norte tenía: (central literal)
1. Un gobierno comunista con capital en Saigón
 2. Un gobierno anticomunista con capital en Hanoi
 3. Un gobierno anticomunista con capital en Saigón
 4. Un gobierno comunista con capital en Hanoi
4. Vietnam del Sur tenía: (central literal)
1. Un gobierno anticomunista con capital en Saigón
 2. Un gobierno anticomunista con capital en Hanoi
 3. Un gobierno comunista con capital en Saigón
 4. Un gobierno comunista con capital en Hanoi
5. El gobierno de Vietnam del Sur pidió ayuda a Estados Unidos porque: (central inferencial)
1. Vietnam del Sur no pidió ayuda a Estados Unidos
 2. Creía que perdería la guerra contra Vietnam del Norte



3. Creía que ganaría la guerra contra Vietnam del Norte

4. Quería ayuda para pactar con Vietnam del Norte

6. Estados Unidos: (central inferencial)

1. Combatió por sí solo contra la guerrilla el Vietcong en Vietnam

2. No combatió contra la guerrilla el Vietcong en Vietnam

3. Combatió junto a Vietnam del Sur contra la guerrilla el Vietcong

4. Combatió junto a Vietnam del Norte contra la guerrilla el Vietcong

7. El siguiente gobierno después del de Ngo Dinh Diem fue: (periférica inferencial)

1. Una dictadura militar similar al gobierno de Ngo Dinh Diem

2. Una dictadura militar diferente al gobierno de Ngo Dinh Diem

3. Una democracia similar al gobierno de Ngo Dinh Diem

4. Una democracia como la de Vietnam del Norte

8. La ayuda dada a Vietnam del Sur era el comienzo de la peor pesadilla de los Estados Unidos en: (periférica literal)

1. La primera mitad del siglo

2. De todo el siglo

3. De toda su historia

4. La segunda mitad del siglo

Texto El origen de la vida

1. Francisco Redi demostró que: (central literal)

1. Todo ser vivo procede de otro ser vivo de su misma especie

2. Todo ser vivo procede de otro ser vivo de una especie parecida

3. Todo ser vivo procede de otro ser vivo de una especie diferente



4. Los seres vivos pueden proceder de especies iguales o diferentes

2. Según la teoría de Oparín: (central inferencial)
 1. Los seres vivos están compuestos por materia inorgánica especial
 2. Los seres vivos están compuestos por materia orgánica
 3. Los seres vivos están compuestos por materia inorgánica
 4. Los seres vivos están compuestos por materia orgánica especial

3. La materia orgánica se formó en: (periférica literal)
 1. Un ambiente restringido
 2. Un ambiente oxigenado
 3. Un ambiente reductor
 4. Un ambiente reducido

4. En el experimento de Miller se aplicaron: (periférica literal)
 1. Descargas térmicas
 2. Descargas químicas
 3. Descargas sonoras
 4. Descargas eléctricas

5. Los coacervados heterótrofos anaerobios: (periférica inferencial)
 1. No necesitan alimentarse para vivir
 2. No necesitan oxígeno ni alimento para vivir
 3. No necesitan el oxígeno para vivir
 4. Necesitan el oxígeno para vivir

6. Los seres aerobios aparecieron porque: (central inferencial)



1. Había bastante oxígeno en la Tierra
 2. Había poco oxígeno en la Tierra
 3. Había bastantes nutrientes en la Tierra
 4. Había pocos nutrientes en la Tierra
7. Según la teoría de la endosimbiosis, la célula eucariota apareció por la unión de:
(central literal)
1. Por la división de diversas células procariotas
 2. Diversas células procariotas
 3. Diversas células eucariotas
 4. Células procariotas y eucariotas
8. Según el principio de sucesión faunística: (periférica inferencial)
1. Los fósiles más recientes estarán más lejos de la superficie terrestre
 2. Los fósiles más antiguos estarán más cerca de la superficie terrestre
 3. No podemos encontrar fósiles cerca de la superficie terrestre
 4. Los fósiles más recientes estarán más cerca de la superficie terrestre



Anexo 7. Oraciones con las palabras objetivo de baja y alta frecuencia en español, con sus respectivas imágenes y preguntas inferenciales (Estudios 1b y 2)

Baja frecuencia – Alta frecuencia

1. Los campesinos descubrieron unas grandes aceñas en el cauce del río cuando paseaban por un camino.
1. Los campesinos descubrieron unos grandes molinos en el cauce del río cuando paseaban por un camino.



Pregunta inferencial: Los campesinos se encontraban andando por la ciudad.

-
2. La finalidad del embustero es deleitar con sus mentiras, aunque eso implique quedarse sin amigos.
 2. La finalidad del embustero es seducir con sus mentiras, aunque eso implique quedarse sin amigos.



Pregunta inferencial: Los embusteros disfrutaban mintiendo.

-
3. Me fascina crear nuevos platos con las especias que encontré en la nueva tienda del barrio.
 3. Me encanta crear nuevos platos con las especias que encontré en la nueva tienda del barrio.



Pregunta inferencial: He comprado nuevas especias para cocinar.



Baja frecuencia – Alta frecuencia

4. Me embelesa la hermosura del retrato “La Inmaculada Concepción” que pintó Murillo en el siglo XVII.
4. Me maravilla la hermosura del retrato “La Inmaculada Concepción” que pintó Murillo en el siglo XVII.



Pregunta inferencial: Estoy en el cine.

-
5. No hay nada como tener una casa frente a la playa para poder disfrutar de las soberbias vistas.
 5. Me maravilla la hermosura del retrato “La Inmaculada Concepción” que pintó Murillo en el siglo XVII.



Pregunta inferencial: No puedo ver la puesta de sol.

-
6. Los guerreros fueron heridos muy hondo en su orgullo por la derrota, por lo que huyeron del campo de batalla.
 6. Los guerreros fueron heridos muy fuerte en su orgullo por la derrota, por lo que huyeron del campo de batalla.



Pregunta inferencial: Los guerreros se sintieron vencedores.



Baja frecuencia – Alta frecuencia

7. El alumno se encontró con un gran obstáculo, pues no podía tomar ninguna decisión sin consecuencias.
7. El alumno se encontró con una gran dificultad, pues no podía tomar ninguna decisión sin consecuencias.



Pregunta inferencial: El alumno se encontraba relajado

-
8. La noche anterior Elena había recibido una pequeña nota que la había dejado inquieta.
 8. La noche anterior Elena había recibido una pequeña nota que la había dejado nerviosa.



Pregunta inferencial: Elena no sabía de quién era la nota.

-
9. Luisa está apenada por no poder ir a visitar a su familia que no ve desde hace dos años.
 9. Luisa está triste por no poder ir a visitar a su familia que no ve desde hace dos años.



Pregunta inferencial: Luisa vive en una ciudad lejana.



Baja frecuencia – Alta frecuencia

10. María y Carlos sienten inquina a las palomas porque tienen mucho miedo desde pequeños.
10. María y Carlos sienten miedo de las palomas porque tienen mucho miedo desde pequeños.



Pregunta inferencial: A María y Carlos les gusta dar de comer a las palomas.

11. Antonio le dijo a su madre que quería ir a una exhibición de maquetas, que sería su regalo.
11. Antonio le dijo a su madre que quería ir a una exposición de maquetas, que sería su regalo.



Pregunta inferencial: A Antonio no le gusta las maquetas.

12. Se oían coléricos gritos de la multitud, pero al hablar el alcalde guardaron silencio.
12. Se oían furiosos gritos de la multitud, pero al hablar el alcalde guardaron silencio.



Pregunta inferencial: Los ciudadanos estaban de celebración.



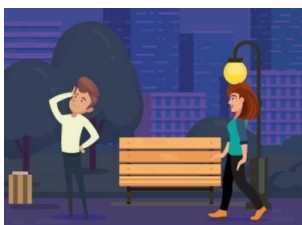
Baja frecuencia – Alta frecuencia

13. Tres hermanos caminaban por un sendero hasta que se encontraron con un puente que debían vadear.
13. Tres hermanos caminaban por un sendero hasta que se encontraron con un puente que debían cruzar.



Pregunta inferencial: Los tres hermanos paseaban cerca de un río.

14. Cuando María caminaba por una calle oscura y desierta, se encontró con un hombre que parecía perdido.
14. Cuando María caminaba por una calle oscura y solitaria, se encontró con un hombre que parecía perdido.



Pregunta inferencial: María se asustó cuando vio al hombre.

15. Cristina se ensimismó en sus pensamientos mientras Pedro estaba contando sus anécdotas sobre África del Sur.
15. Cristina se concentró en sus pensamientos mientras Pedro estaba contando sus anécdotas sobre África del Sur.



Pregunta inferencial: Pedro se dio cuenta que Cristina no le estaba escuchando.



Baja frecuencia – Alta frecuencia

16. Ayer revelaron detalles de la nueva película de Los Vengadores que serán importantes para entender la historia de los protagonistas.
16. Ayer contaron detalles de la nueva película de Los Vengadores que serán importantes para entender la historia de los protagonistas.



Pregunta inferencial: La película Los Vengadores todavía no se ha estrenado.

17. Los más pobres del pueblo continuaron viviendo en pequeñas casas que edificaban con sus propias manos.
17. Los más pobres del pueblo continuaron viviendo en pequeñas casas que construían con sus propias manos.



Pregunta inferencial: Ellos hacían casas con bastantes dormitorios.

18. A Manuel le otorgaron el premio al mejor trabajo de clase por realizar él solo una maqueta del Sistema Solar.
18. A Manuel le concedieron el premio al mejor trabajo de clase por realizar él solo una maqueta del Sistema Solar.



Pregunta inferencial: Manuel realizó un trabajo de Conocimiento del Medio.



Baja frecuencia – Alta frecuencia

19. Marina actuó con templanza cuando se le pinchó la rueda del coche que le habían prestado para ir a una entrevista.
19. Marina actuó con prudencia cuando se le pinchó la rueda del coche que le habían prestado para ir a una entrevista.



Pregunta inferencial: Marina tuvo que parar el coche.

20. Los amigos de Miguel reconocieron su probidad, ya que devolvió un billete que se le había caído a una mujer.
20. Los amigos de Miguel reconocieron su honradez, ya que devolvió un billete que se le había caído a una mujer.



Pregunta inferencial: Miguel tenía intención de quedarse con el billete.

21. Los amigos de Rocío piensan que ella es una persona astuta que percibe todo lo que pasa a su alrededor.
21. Los amigos de Rocío piensan que ella es una persona lista que percibe todo lo que pasa a su alrededor.



Pregunta inferencial: Rocío es difícil de engañar por sus amigos.



Baja frecuencia – Alta frecuencia

22. Ana María ha sido una niña apocada a quien siempre le ha costado relacionarse con otras personas.
22. Ana María ha sido una niña tímida a quien siempre le ha costado relacionarse con otras personas.



Pregunta inferencial: Ana María siente vergüenza cuando habla con otros niños.

23. Alicia y Jesús fueron cautelosos al no invertir el dinero que tenían guardado para comprar una casa.
23. Alicia y Jesús fueron prudentes al no invertir el dinero que tenían guardado para comprar una casa.



Pregunta inferencial: Alicia y Jesús perdieron todo su dinero.

24. Me asombra la magnanimidad de algunas personas cuando otras se encuentran necesitadas y les prestan su ayuda.
24. Me asombra la generosidad de algunas personas cuando otras se encuentran necesitadas y les prestan su ayuda.



Pregunta inferencial: Algunas personas disfrutan ayudando a otras.



Baja frecuencia – Alta frecuencia

25. Andrés está enojado con Rosa porque perdió la entrada de cine para ver su actor favorito.
25. Andrés está molesto con Rosa porque perdió la entrada de cine para ver su actor favorito.



Pregunta inferencial: Andrés perdonó a Rosa.

-
26. Mañana es un día terminante para Pedro González, que se presenta a la presidencia de la Junta.
26. Mañana es un día importante para Pedro González, que se presenta a la presidencia de la Junta.



Pregunta inferencial: Mañana hay elecciones presidenciales.

-
27. Mudarse de país fue un gran progreso para Jesús, aunque le invadió la añoranza de su ciudad.
27. Mudarse de país fue un gran progreso para Jesús, aunque le invadió la nostalgia de su ciudad.



Pregunta inferencial: Jesús echa de menos su ciudad.



Baja frecuencia – Alta frecuencia

28. Agustín desarrolló la prueba oral de inglés con premura, por lo que no pudo aprobarla.
28. Agustín desarrolló la prueba oral de inglés con rapidez, por lo que no pudo aprobarla.



Pregunta inferencial: Agustín estaba nervioso el día de la prueba.

29. A Leo le han otorgado el premio al mejor empleado del mes, pues ha mostrado un alto desempeño en su puesto.
29. A Leo le han concedido el premio al mejor empleado del mes, pues ha mostrado un alto desempeño en su puesto.



Pregunta inferencial: Leo se ha sentido decepcionado.

30. La abuela de Marta le legó un anillo que pertenecía a la familia desde hace más de un siglo.
30. La abuela de Marta le dejó un anillo que pertenecía a la familia desde hace más de un siglo.

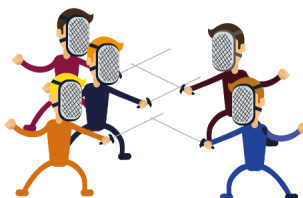


Pregunta inferencial: La abuela de Marta no quería darle el anillo.



Baja frecuencia – Alta frecuencia

31. Los espadachines empuñaban las espadas de tal forma que podían defenderse de cualquier ataque contra los enemigos.
31. Los espadachines mantenían las espadas de tal forma que podían defenderse de cualquier ataque contra los enemigos.



Pregunta inferencial: Los espadachines no resultaron heridos.

-
32. Ayer hubo una explosión en el pueblo que provocó un gran pavor en las calles.
32. Ayer hubo una explosión en el pueblo que provocó un gran pánico en las calles.



Pregunta inferencial: La gente del pueblo estaba preocupada por sus familiares.

-
33. El puente está sostenido por un robusto pilar que hace que se mantenga desde hace siglos.
33. El puente está sostenido por un fuerte pilar que hace que se mantenga desde hace siglos.



Pregunta inferencial: El puente se ha derrumbado en alguna ocasión.



Baja frecuencia – Alta frecuencia

34. La anciana fue agredida por un ladrón que le robó todo el dinero que llevaba en el bolso.
34. La anciana fue atacada por un ladrón que le robó todo el dinero que llevaba en el bolso.



Pregunta inferencial: La anciana pudo defenderse del ladrón.

35. Luis realizó una actuación de animación infantil que provocó un gran regocijo en el público.
35. Luis realizó una actuación de animación infantil que provocó una gran alegría en el público.



Pregunta inferencial: Los niños se divertieron con Luis.

36. Martín es un actor de teatro que se hizo célebre por sus actuaciones en Romeo y Julieta.
36. Martín es un actor de teatro que se hizo famoso por sus actuaciones en Romeo y Julieta.



Pregunta inferencial: Martín realiza una excelente interpretación de su papel en Romeo y Julieta.



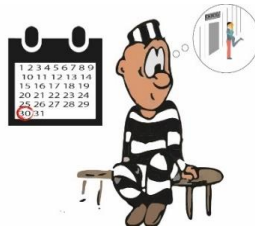
Baja frecuencia – Alta frecuencia

37. Mi campo tiene una tierra muy árida que ha hecho que no crezcan las semillas sembradas hace varios meses.
37. Mi campo tiene una tierra muy seca que ha hecho que no crezcan las semillas sembradas hace varios meses.



Pregunta inferencial: En esos meses llovió mucho.

38. El hombre que cometió un delito de poca gravedad hace varios años será indultado en un mes.
38. El hombre que cometió un delito de poca gravedad hace varios años será perdonado en un mes.



Pregunta inferencial: El hombre saldrá de la cárcel.

39. Los alumnos que no han podido llegar en hora hoy deberán entregar su dossier de prácticas mañana.
39. Los alumnos que no han podido llegar en hora hoy deberán entregar su informe de prácticas mañana.

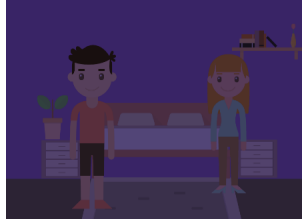


Pregunta inferencial: El profesor tendrá los trabajos de todos los alumnos mañana.



Baja frecuencia – Alta frecuencia

40. La habitación de la casa es muy lúgubre, con lo cual no se podía ver la sonrisa de Juan.
40. La habitación de la casa es muy oscura, con lo cual no se podía ver la sonrisa de Juan.



Pregunta inferencial: La habitación de la casa cuenta con bastantes ventanas.

41. El hechicero auguró un buen futuro profesional para Luis, que se encontraba en ese momento muy desanimado.
41. El hechicero predijo un buen futuro profesional para Luis, que se encontraba en ese momento muy desanimado.



Pregunta inferencial: Luis tiene un buen trabajo.

42. Sebastián llegó con demora a su cita, por lo que no podían extraerle la muela del juicio.
42. Sebastián llegó con retraso a su cita, por lo que no podían extraerle la muela del juicio.



Pregunta inferencial: Sebastián fue al colegio.



Baja frecuencia – Alta frecuencia

43. La abuela era demasiado crédula, por lo que se creyó la historia tan extraña de sus nietos.
43. La abuela era demasiado ingenua, por lo que se creyó la historia tan extraña de sus nietos.



Pregunta inferencial: Los niños le contaron la verdad a su abuela.

-
44. Ana no paraba de toser y estornudar, por lo que se tomó un jarabe para mitigarlo.
44. Ana no paraba de toser y estornudar, por lo que se tomó un jarabe para aliviarlo.



Pregunta inferencial: Ana estaba resfriada.

-
45. Paola tuvo una gran colisión con un camión provocando un atasco en la autovía.
45. Paola tuvo un gran impacto con un camión provocando un atasco en la autovía.



Pregunta inferencial: Paola tuvo un accidente de tráfico.



Baja frecuencia – Alta frecuencia

46. Se inundó el sótano de agua cuando no estaba en casa, por lo que tuve que llamar al fontanero.
46. Se llenó el sótano de agua cuando no estaba en casa, por lo que tuve que llamar al fontanero.



Pregunta inferencial: Había una avería eléctrica en mi casa.

-
47. Raúl no se sentía complacido con la nota, por lo que fue a ver a su profesor.
47. Raúl no se sentía satisfecho con la nota, por lo que fue a ver a su profesor.



Pregunta inferencial: Raúl había hecho un examen.

-
48. Sofía se dio un buen golpe en el brazo, por lo que un hombre le ayudó en la autopista.
48. Sofía se dio un buen golpe en el brazo, por lo que un hombre le ayudó en la carretera.



Pregunta inferencial: Sofía estaba caminando.



Baja frecuencia – Alta frecuencia

49. El aviador sufrió un trágico accidente mientras realizaba una sesión de entrenamiento con sus compañeros.
49. El piloto sufrió un trágico accidente mientras realizaba una sesión de entrenamiento con sus compañeros.



Pregunta inferencial: Estaba volando con su avión cuando sucedió el trágico accidente.

50. Tuvimos que llamar a los bomberos porque el gato había trepado a un árbol del parque.
50. Tuvimos que llamar a los bomberos porque el gato había subido a un árbol del parque.



Pregunta inferencial: El árbol era bastante alto.

51. La voz rauca de José asustó a los niños que estaban jugando en los columpios.
51. La voz grave de José asustó a los niños que estaban jugando en los columpios.



Pregunta inferencial: José estaba en una bolera.



Baja frecuencia – Alta frecuencia

52. Ayer me curaron las heridas de la mano que me hice mientras vertía el café hirviendo en la taza.
52. Ayer me curaron las heridas de la mano que me hice mientras echaba el café hirviendo en la taza.



Pregunta inferencial: Ayer me curaron los cortes que me hice en la mano.

-
53. Susana ha salido con la pelliza y los patines para patinar sobre el lago de su finca.
53. Susana ha salido con el abrigo y los patines para patinar sobre el lago de su finca.



Pregunta inferencial: En la finca de Susana hace frío.

-
54. Eduardo está en la playa escrutando el cielo porque quiere ver una estrella fugaz.
54. Eduardo está en la playa observando el cielo porque quiere ver una estrella fugaz.



Pregunta inferencial: Era de noche cuando Eduardo estuvo en la playa.



Baja frecuencia – Alta frecuencia

55. No persuadieron a sus hijos para que se terminaran la comida, aunque estaba realmente buena.
55. No convencieron a sus hijos para que se terminaran la comida, aunque estaba realmente buena.



Pregunta inferencial: A los hijos no les gustaba la comida.

56. El clima durante la primavera es muy oscilante, lo que hace difícil planear un viaje.
56. El clima durante la primavera es muy variable, lo que hace difícil planear un viaje.



Pregunta inferencial: El clima condiciona la planificación de un viaje.

57. Los médicos se vieron obligados a sedar al paciente porque no conseguían mitigar su dolor.
57. Los médicos se vieron obligados a sedar al paciente porque no conseguían aliviar su dolor.



Pregunta inferencial: El dolor del paciente era poco intenso.



Baja frecuencia – Alta frecuencia

58. El equipo de investigación está buscando un nuevo miembro que sea perspicaz para resolver muchos problemas.
58. El equipo de investigación está buscando un nuevo miembro que sea ingenioso para resolver muchos problemas.



Pregunta inferencial: Habrá otra persona en el equipo que ayude a resolver de forma eficaz los problemas.

-
59. En casos de divorcio lo primordial es proteger a los menores ya que son quienes más sufren.
59. En casos de divorcio lo importante es proteger a los menores ya que son quienes más sufren.



Pregunta inferencial: Los menores son las personas menos vulnerables de la familia.

-
60. Debemos preservar el medio ambiente para que las generaciones futuras también puedan disfrutar de nuestro planeta.
60. Debemos proteger el medio ambiente para que las generaciones futuras también puedan disfrutar de nuestro planeta.



Pregunta inferencial: Las generaciones futuras dependen de lo que hagamos nosotros.



Anexo 8. Oraciones con las palabras objetivo de baja y alta frecuencia en inglés, con sus respectivas imágenes y preguntas inferenciales (Estudios 3 y 4)

Low-frequency – High-frequency

1. The peasants discovered some large vines in the river while they were walking along the road.
1. The peasants discovered some large mills in the river while they were walking along the road.



Inferential statement: The peasants were walking through the city.

-
2. Liars aim to seduce others with their lies, even if that means having no friends.
 2. Liars aim to delight others with their lies, even if that means having no friends.



Inferential statement: Liars enjoy lying.

-
3. I adore creating new dishes with the spices I found in the new store in the neighborhood.
 3. I love creating new dishes with the spices I found in the new store in the neighborhood.



Inferential statement: I am very happy to have bought spices.



Low-frequency – High-frequency

4. I am fascinated by the beauty of the portrait "The Immaculate Conception", painted by Murillo in the seventeenth century.
4. I am impressed by the beauty of the portrait "The Immaculate Conception", painted by Murillo in the seventeenth century.



Inferential statement: I dislike going to museums.

-
5. There is nothing like having a house next to the beach to enjoy a superb view.
 5. There is nothing like having a house next to the beach to enjoy a beautiful view.



Inferential statement: I cannot see the sunset.

-
6. The warriors' pride was strongly affected because of their defeat, so they fled the battlefield.
 6. The warriors' pride was markedly affected because of their defeat, so they fled the battlefield.



Inferential statement: The warriors felt victorious.



Low-frequency – High-frequency

7. The student was faced with a great obstacle, because he could not make any decision without consequences.
7. The student was faced with a great problem, because he could not make any decision without consequences.



Inferential statement: The student was relaxed.

-
8. The night before, Emma had received a small note that had left her restless.
 8. The night before, Emma had received a small note that had left her nervous.



Inferential statement: Emma did not know whose note it was.

-
9. Olivia is gloomy because she cannot go to visit her family, which she has not seen for two years.
 9. Olivia is sorry because she cannot go to visit her family, which she has not seen for two years.



Inferential statement: Olivia lives in a distant city.



Low-frequency – High-frequency

10. Mary and Charlie are fearful of the pigeons, because they have always been anxious children.
10. Mary and Charlie are afraid of the pigeons, because they have always been anxious children.



Inferential statement: Mary and Charlie like to feed pigeons.

-
11. Jack told his mother that he wanted to go to an exposition of car models, and this would be his gift.
11. Jack told his mother that he wanted to go to an exhibition of car models, and this would be his gift.



Inferential statement: Jack does not like models.

-
12. There were raging shouts from the crowd, but as the mayor spoke, they were silent.
12. There were angry shouts from the crowd, but as the mayor spoke, they were silent.



Inferential statement: The citizens were celebrating.



Low-frequency – High-frequency

13. Three brothers walked down a path until they came across a bridge that they had to get across.
13. Three brothers walked down a path until they came across a bridge that they had to traverse.



Inferential statement: There wasn't any way they could go.

14. When Margaret walked down a dark and deserted street, she met a man who seemed lost.
14. When Margaret walked down a dark and abandoned street, she met a man who seemed lost.



Inferential statement: Margaret was walking alone on the street when she met the man.

15. Emily became engrossed in her thoughts while Paul was telling his stories about South Africa.
15. Emily became absorbed in her thoughts while Paul was telling his stories about South Africa.



Inferential statement: Paul realized that Emily was not listening.



Low-frequency – High-frequency

16. Yesterday details of the new movie of The Avengers, which will be important to understand the story, were told.
16. Yesterday details of the new movie of The Avengers, which will be important to understand the story, were said.



Inferential statement: More details of the movie The Avengers are known.

-
17. The poorest people in the village continued to live in small houses that they had erected with their own hands.
17. The poorest people in the village continued to live in small houses that they had built with their own hands.



Inferential statement: They made houses with many bedrooms.

-
18. James was bestowed the prize for the best class project for making a model of the Solar System on his own.
18. James was awarded the prize for the best class project for making a model of the Solar System on his own.



Inferential statement: James is one of the best students in the class.



Low-frequency – High-frequency

19. Lily reacted prudently when the tyre of the car that had been lent her to go to an interview punctured.
19. Lily reacted carefully when the tyre of the car that had been lent her to go to an interview punctured.



Inferential statement: Lily was calm when the car wheel punctured.

-
20. Jacob's friends recognized the honesty of his behaviour, when he returned the money that the woman dropped.
20. Jacob's friends recognized the morality of his behaviour, when he returned the money that the woman dropped.



Inferential statement: Jacob intended to keep the ticket.

-
21. Madison's friends think that she is an astute person who is aware of everything that happens around her.
21. Madison's friends think that she is a smart person who is aware of everything that happens around her.



Inferential statement: It is hard for Madison's friends to fool her.



Low-frequency – High-frequency

22. Joanne was a coy girl who always found it difficult to relate to other people.

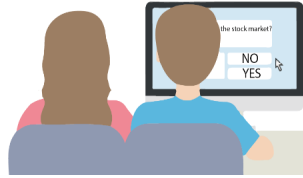
22. Joanne was a shy girl who always found it difficult to relate to other people.



Inferential statement: Joanne is embarrassed when she talks to other children.

23. Alice and Thomas were prudent not to invest the money they had saved to buy a house.

23. Alice and Thomas were cautious not to invest the money they had saved to buy a house.



Inferential statement: Alice and Thomas lost all their money.

24. I am amazed at the kindness of some people when others are in need and lend their help.

24. I am amazed at the goodness of some people when others are in need and lend their help.



Inferential statement: Some people enjoy helping others.



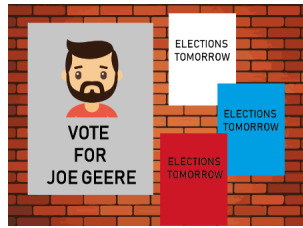
Low-frequency – High-frequency

25. William is upset with Rose because she lost the movie ticket to see his favourite actor.
25. William is angry with Rose because she lost the movie ticket to see his favourite actor.



Inferential statement: William would like to be with Rosa.

26. Tomorrow is a definitive day for Joe Geere, who is running for the Presidency of the Board.
26. Tomorrow is an important day for Joe Geere, who is running for the Presidency of the Board.



Inferential statement: Joe Geere is nervous about the results.

27. Moving from his country was a great step forward for Damian, although he still yearns his city.
27. Moving from his country was a great step forward for Damian, although he still misses his city.



Inferential statement: Damian misses his city.



Low-frequency – High-frequency

28. Kyle responded to the oral English test very haste, so he could not pass it.

28. Kyle responded to the oral English test very fast, so he could not pass it.



Inferential statement: Kyle was nervous the day of the test.

29. The company bestowed upon Leo the prize for best employee of the month, since he had performed highly in his post

29. The company awarded Leo with the prize for best employee of the month, since he had performed highly in his post



Inferential statement: Leo has been disappointed.

30. Susan's grandmother bequeathed to her a ring that had belonged to the family for more than a century.

30. Susan's grandmother handed down to her a ring that had belonged to the family for more than a century.

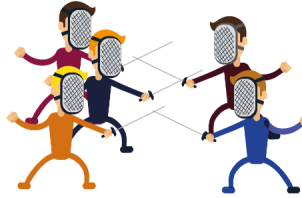


Inferential statement: Susan's grandmother did not want to give her the ring.



Low-frequency – High-frequency

31. The swordsmen wield their swords in such a way that they can defend themselves against any attack from the enemies.
31. The swordsmen hold their swords in such a way that they can defend themselves against any attack from the enemies.



Inferential statement: The swordsmen were not injured.

32. Yesterday there was an explosion in the town that caused great panic in the streets.
32. Yesterday there was an explosion in the town that caused great fear in the streets.



Inferential statement: The townspeople were worried about their relatives.

33. The bridge is supported by a sturdy pillar that keeps it going for centuries.
33. The bridge is supported by a strong pillar that keeps it going for centuries.



Inferential statement: The bridge has collapsed on some occasions.



Low-frequency – High-frequency

34. The old woman was assaulted by a thief who stole all the money she had in her purse.
34. The old woman was attacked by a thief who stole all the money she had in her purse.



Inferential statement: The old woman was able to defend herself against the thief.

-
35. Liam produced a children's show that caused great glee in the audience.
35. Liam produced a children's show that caused great joy in the audience.



Inferential statement: The children had fun with Liam.

-
36. Richard is a theater actor noted for his performance in Romeo and Juliet.
36. Richard is a theater actor known for his performance in Romeo and Juliet.



Inferential statement: Richard makes an excellent interpretation of his role in Romeo and Juliet.



Low-frequency – High-frequency

37. The earth in my field is very arid, and because of that the seeds I planted several months ago have not grown.
37. The earth in my field is very dry, and because of that the seeds I planted several months ago have not grown.



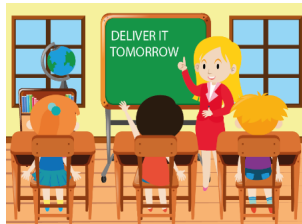
Inferential statement: In those months it rained a lot.

38. The man who committed a minor offense several years ago will be pardoned in a month.
38. The man who committed a minor offense several years ago will be forgiven in a month.



Inferential statement: The man will leave prison.

39. Students who have not been able to arrive on time today must submit their internship dossier tomorrow.
39. Students who have not been able to arrive on time today must submit their internship report tomorrow.

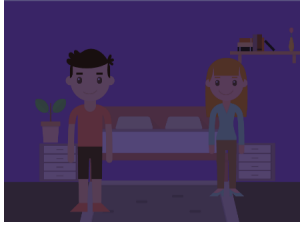


Inferential statement: The teacher will have the work of all the students tomorrow.



Low-frequency – High-frequency

40. The room in the house is very dim, so you can not see John's smile.
40. The room in the house is very dark, so you can not see John's smile.



Inferential statement: The room of the house has enough windows.

-
41. The sorcerer foretold a good professional future for Michael, who was at that moment very discouraged.
41. The sorcerer predicted a good professional future for Michael, who was at that moment very discouraged.



Inferential statement: Michael will have a bad job.

-
42. Sebastian's appointment was deferred because of the weather, and they could not extract his wisdom tooth.
42. Sebastian's appointment was delayed because of the weather, and they could not extract his wisdom tooth.



Inferential statement: Sebastian arrived on time.



Low-frequency – High-frequency

43. The grandmother was too gullible, so she believed the strange story of her grandchildren.
43. The grandmother was too trusting, so she believed the strange story of her grandchildren.



Inferential statement: The grandmother never believes her grandchildren.

-
44. Ava kept coughing and sneezing, so she took a syrup to mitigate the symptoms.
44. Ava kept coughing and sneezing, so she took a syrup to relieve the symptoms.



Inferential statement: Ava stopped coughing and sneezing when she took the syrup.

-
45. Megan had a big crash with a truck causing a jam on the highway.
45. Megan had a big impact with a truck causing a jam on the highway.



Inferential statement: Megan had a traffic accident.



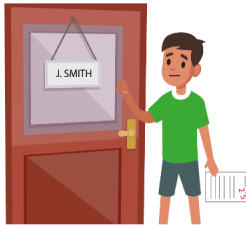
Low-frequency – High-frequency

46. The basement had flooded with water while I was not at home, so I had to call the plumber.
46. The basement had filled with water while I was not at home, so I had to call the plumber.



Inferential statement: Nothing got wet in the basement.

-
47. Ethan was unsatisfied with the grade, so he went to see his teacher.
47. Ethan was discontent with the grade, so he went to see his teacher.



Inferential statement: Ethan was disgusted.

-
48. Sophie gave herself a good blow on the arm, so a man helped her on the freeway.
48. Sophie gave herself a good blow on the arm, so a man helped her on the highway.



Inferential statement: Sophie was walking gave herself a good blow on the arm.



Low-frequency – High-frequency

49. The flyer suffered a tragic accident while doing a training session with his teammates.
49. The pilot suffered a tragic accident while doing a training session with his teammates.



Inferential statement: He was flying with his plane when the tragic accident happened.

50. We had to call the fire department because the cat was about to plunge onto the pavement from the tree.
50. We had to call the fire department because the cat was about to crash onto the pavement from the tree.



Inferential statement: The tree was quite tall.

51. Joseph's grave voice frightened the children who were playing on the swings.
51. Joseph's deep voice frightened the children who were playing on the swings.



Inferential statement: Joseph has a soft voice.



Low-frequency – High-frequency

52. Yesterday I healed the wounds I had made on my hand when I spilled boiling coffee in the cup.
52. Yesterday I healed the wounds I had made on my hand when I poured boiling coffee in the cup.



Inferential statement: Yesterday I threw coffee on the floor.

-
53. Susan has come out with her fleece and the skates to skate on the lake of her farm.
53. Susan has come out with her jacket and the skates to skate on the lake of her farm.



Inferential statement: It's cold in Susan's farm.

-
54. Edward is on the beach scanning the sky because he wants to see a shooting star.
54. Edward is on the beach watching the sky because he wants to see a shooting star.



Inferential statement: Edward was looking at the sky last night.



Low-frequency – High-frequency

55. They did not convince their children to finish the meal, although it was really good.
55. They did not persuade their children to finish the meal, although it was really good.



Inferential statement: The children didn't eat all the food.

-
56. The weather during Spring is very mutable, which makes it difficult to plan a trip.
56. The weather during Spring is very variable, which makes it difficult to plan a trip.



Inferential statement: The weather influences the planning of a trip.

-
57. The doctors were forced to give the patient some medicine to mitigate his pain.
57. The doctors were forced to give the patient some medicine to relieve his pain.

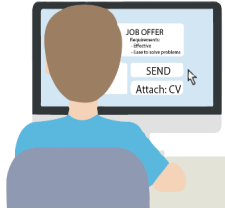


Inferential statement: The patient's pain was not very intense.



Low-frequency – High-frequency

58. The research team is looking for a new member who is astute and can solve many problems.
58. The research team is looking for a new member who is clever and can solve many problems.



Inferential statement: The research team is looking for an slow candidate.

-
59. In cases of divorce, a principal concern is to protect the children, since they are the ones who suffer the most.
59. In cases of divorce, an important concern is to protect the children, since they are the ones who suffer the most.



Inferential statement: Children are the least vulnerable in the family.

-
60. We must preserve the environment so that future generations can also enjoy our planet.
60. We must protect the environment so that future generations can also enjoy our planet.



Inferential statement: We must keep the environment clean.



Anexo 9. Material suplementario del Estudio 2

Table s1

Spearman correlations coefficients of eye movement measures for Non-University group (above, n = 30) and University group (below, n = 29)

	1	2	3	4	5	6	7
1. Text reading time	-	.783**	.429*	.951**	.671**	.264	.830**
2. Text gaze duration	.680**	-	.268	.755**	.911**	.163	.780**
3. Text regressions out	.291	.065	-	.452*	.157	.758**	.428*
4. Target reading time	.937**	.588**	.275	-	.686**	.321	.886**
5. Target gaze duration	.596**	.833**	-.034	.607**	-	.076	.794**
6. Target regressions out	.397*	.104	.642**	.443*	.025	-	.386*
7. Regression path duration	.817**	.493**	.254	.896**	.557**	.465*	-

**p ≤ .001; *p ≤ .05



Table s2

Spearman correlations coefficients of demographic data, IQ, and eye-movement measures (N = 59)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1. Age	-												
2. Years of schooling	.023	-											
3. K-BIT (verbal IQ)	.224	.568**	-										
4. K-BIT (non-verbal IQ)	.158	.752**	.644**	-									
5. K-BIT (total IQ)	.217	.706**	.873**	.914**	-								
6. DELE	-.026	.699**	.612**	.742**	.738**	-							
7. Text reading time	.143	-.315*	-.374**	-.341**	-.396**	-.381**	-						
8. Text gaze duration	.091	-.525**	-.450**	-.499**	-.511**	-.564**	.802**	-					
9. Text regressions out	.154	.209	.048	.047	.039	.017	.314*	.084	-				
10. Target reading time	.014	-.445**	-.514**	-.467**	-.532**	-.502**	.936**	.788**	.279*	-			
11. Target gaze duration	-.031	-.593**	-.501**	-.503**	-.538**	-.553**	.667**	.884**	-.052	.733**	-		
12. Target regressions out	.049	.086	-.083	.044	-.011	.015	.314*	.055	.708**	.329*	-.028	-	
13. Regression path duration	.027	-.456**	-.523**	-.442**	-.515**	-.525**	.836**	.759**	.229	.931**	.790**	.931**	-

IQ = intelligence quotient; K-BIT = Brief intelligence test of Kaufman; DELE = Spanish as a Foreign Language Diplomas.

**p ≤ .001; *p ≤ .05



Table s3

Spearman correlations coefficients of demographic data, IQ, and eye movement measures for Non-University group (above, n = 30) and University group (below, n = 29)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1. Age	-	-.544**	.144	.057	.230	-.184	.299	.273	.135	.179	.130	.070	.181
2. Years of schooling	.800**	-	-.289	.093	-.248	.112	.000	-.087	.259	.043	-.080	.204	.120
3. K-BIT (verbal IQ)	.486**	.245	-	.019	.729**	.125	-.283	-.346	-.248	-.326	-.334	-.184	-.313
4. K-BIT (non-verbal IQ)	.553**	.361	.181	-	.628**	.014	-.181	.068	-.100	-.199	.079	.064	-.032
5. K-BIT (total IQ)	.588**	.333	.748**	.724**	-	.068	-.247	-.119	-.287	-.301	-.122	-.074	-.162
6. DELE	-.002	.036	-.011	.213	.054	-	-.084	.031	-.225	-.136	-.002	-.070	-.132
7. Text reading time	.102	.064	.043	.238	.063	.006	-	.783**	.429*	.951**	.671**	.264	.830**
8. Text gaze duration	.091	-.020	.295	.044	.188	-.221	.680**	-	.268	.755**	.911**	.163	.780**
9. Text regressions out	.218	.195	.206	.105	.206	.032	.291	.065	-	.452*	.157	.758**	.428*
10. Target reading time	-.037	-.036	-.059	.260	.059	.071	.937**	.588**	.275	-	.686**	.321	.886**
11. Target gaze duration	-.103	-.192	.212	.107	.173	-.021	.596**	.833**	-.034	.607**	-	.076	.794**
12. Target regressions out	.020	.015	.000	.187	.074	.081	.397*	.104	.642**	.443*	.025	-	.386*
13. Regression path duration	.006	-.016	.004	.340	.142	.080	.817**	.493**	.254	.896**	.557**	.465*	-

IQ = intelligence quotient; K-BIT = Brief intelligence test of Kaufman; DELE = Spanish as a Foreign Language Diplomas.

**p ≤ .001; *p ≤ .05



Table s4

ANOVA analysis of Perceptions of text difficulty

Picture	$F(1,58) = 2.37, p = .129, \eta^2_p = .04$
Frequency	$F(1,58) = 2.21, p = .143, \eta^2_p = .04$
Group	$F(1,58) = 3.18, p = .080, \eta^2_p = .05$
Picture x Group	$F(1,58) = 0.85, p = .360, \eta^2_p = .01$
Frequency x Group	$F(1,58) = 0.12, p = .733, \eta^2_p = .00$
Frequency x Picture	$F(1,58) = 0.21, p = .649, \eta^2_p = .00$
Frequency x Picture x Group	$F(1,58) = 0.68, p = .413, \eta^2_p = .01$

Table s5

Spearman correlations coefficients of eye movement measures of Picture condition, Image looking time, Comprehension accuracy and Perceptions of text difficulty

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Text reading time - image	-									
2. Text gaze duration - image	.302*	-								
3. Text regressions out - image	-.081	.026	-							
4. Target reading time - image	.365**	.777**	.132	-						
5. Target gaze duration - image	.327*	.892**	-.098	.795**	-					
6. Target regressions out - image	-.006	.059	.702**	.221	-.020	-				
7. Regression path duration - image	.331*	.739**	.041	.905**	.041	.205	-			
8. Image looking time	.129	-.268*	.011	.063	-.170	.174	.076	-		



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
9. Comprehension accuracy	-.037	-.266*	.301	-.282*	-.413**	.147	-.399**	.116	-	
10. Perceptions of text difficulty	.168	.214	-.034	.197	.234	-.005	.204	-.291*	-.309*	-

**p ≤ .01; *p ≤ .05

Table s6

False Discovery Rate of eye movement measures of Picture condition, Image look time, Comprehension accuracy and Perceptions of text difficulty

Rank	ID	Original P value	Critical Value	Benjamini-Hochberg Adjusted P value	Significant using an FDR of 0.05?
1	9	0.025	005555555555555556	0.225	No
2	6	0.187	0.011111111111111112	0.8415	No
3	4	0.197	0.016666666666666666	0.591	No
4	2	0.33	0.022222222222222223	0.7425	No
5	8	0.382	0.02777777777777778	0.6876	No
6	1	0.4	0.033333333333333333	0.6000000000000001	No
7	7	0.569	0.03888888888888889	0.7315714285714285	No
8	5	0.634	0.044444444444444446	0.71325	No
9	3	0.933	0.05	0.933	No



Table s7

ANOVAs analysis of Text measures

Text reading time	
Picture	$F_1(1,57) = 6.88, p = .011, \eta^2_p = .11; F_2(1,59) = 16.65, p = .000, \eta^2_p = .22$
Frequency	$F_1(1,57) = 0.08, p = .774, \eta^2_p = .00; F_2(1,59) = 1.38, p = .244, \eta^2_p = .02$
Group	$F_1(1,57) = 13.10, p = .001, \eta^2_p = .19; F_2(1,59) = 1017.37, p = .000, \eta^2_p = .95$
Picture x Group	$F_1(1,57) = 0.02, p = .880, \eta^2_p = .00; F_2(1,59) = 0.73, p = .395, \eta^2_p = .01$
Frequency x Group	$F_1(1,57) = 0.02, p = .886, \eta^2_p = .00; F_2(1,59) = 0.60, p = .441, \eta^2_p = .01$
Frequency x Picture	$F_1(1,57) = 1.65, p = .204, \eta^2_p = .03; F_2(1,59) = 0.84, p = .363, \eta^2_p = .01$
Frequency x Picture x Group	$F_1(1,57) = 0.21, p = .651, \eta^2_p = .00; F_2(1,59) = 0.20, p = .660, \eta^2_p = .00$
Text gaze duration	
Picture	$F_1(1,57) = 6.16, p = .016, \eta^2_p = .10; F_2(1,59) = 7.57, p = .008, \eta^2_p = .11$
Frequency	$F_1(1,57) = 7.17, p = .010, \eta^2_p = .11; F_2(1,59) = 2.27, p = .137, \eta^2_p = .04$
Group	$F_1(1,57) = 29.09, p = .000, \eta^2_p = .34; F_2(1,59) = 1263.97, p = .000, \eta^2_p = .96$
Picture x Group	$F_1(1,57) = 0.22, p = .644, \eta^2_p = .00; F_2(1,59) = 0.00, p = .956, \eta^2_p = .00$
Frequency x Group	$F_1(1,57) = 0.00, p = .965, \eta^2_p = .00; F_2(1,59) = 0.17, p = .680, \eta^2_p = .00$
Frequency x Picture	$F_1(1,57) = 0.44, p = .508, \eta^2_p = .01; F_2(1,59) = 0.09, p = .763, \eta^2_p = .00$
Frequency x Picture x Group	$F_1(1,57) = 0.03, p = .867, \eta^2_p = .00; F_2(1,59) = 0.00, p = .970, \eta^2_p = .00$
Text regressions out	
Picture	$F_1(1,57) = 8.07, p = .006, \eta^2_p = .12; F_2(1,59) = 14.58, p = .000, \eta^2_p = .20$
Frequency	$F_1(1,57) = 0.01, p = .910, \eta^2_p = .00; F_2(1,59) = 0.03, p = .874, \eta^2_p = .00$
Group	$F_1(1,57) = 1.40, p = .241, \eta^2_p = .02; F_2(1,59) = 0.30, p = .584, \eta^2_p = .01$
Picture x Group	$F_1(1,57) = 0.96, p = .332, \eta^2_p = .02; F_2(1,59) = 1.77, p = .189, \eta^2_p = .03$
Frequency x Group	$F_1(1,57) = 2.18, p = .146, \eta^2_p = .04; F_2(1,59) = 1.22, p = .274, \eta^2_p = .02$
Frequency x Picture	$F_1(1,57) = 0.57, p = .453, \eta^2_p = .01; F_2(1,59) = 0.96, p = .331, \eta^2_p = .02$
Frequency x Picture x Group	$F_1(1,57) = 0.18, p = .677, \eta^2_p = .00; F_2(1,59) = 0.05, p = .822, \eta^2_p = .00$



Table s8

ANOVAs analysis of Target-word measures

Target reading time	
Picture	$F_1(1,57) = 12.21, p = .001, \eta^2_p = .18; F_2(1,59) = 10.40, p = .002, \eta^2_p = .15$
Frequency	$F_1(1,57) = 122.17, p = .000, \eta^2_p = .68; F_2(1,59) = 171.32, p = .000, \eta^2_p = .74$
Group	$F_1(1,57) = 25.60, p = .000, \eta^2_p = .31; F_2(1,59) = 417.11, p = .000, \eta^2_p = .88$
Picture x Group	$F_1(1,57) = 0.96, p = .331, \eta^2_p = .02; F_2(1,59) = 1.72, p = .195, \eta^2_p = .03$
Frequency x Group	$F_1(1,57) = 18.33, p = .000, \eta^2_p = .24; F_2(1,59) = 47.11, p = .000, \eta^2_p = .44$
Frequency x Picture	$F_1(1,57) = 3.71, p = .059, \eta^2_p = .06; F_2(1,59) = 1.86, p = .178, \eta^2_p = .03$
Frequency x Picture x Group	$F_1(1,57) = 3.09, p = .084, \eta^2_p = .05; F_2(1,59) = 1.27, p = .265, \eta^2_p = .02$
Target gaze duration	
Picture	$F_1(1,57) = 5.99, p = .017, \eta^2_p = .10; F_2(1,59) = 5.79, p = .019, \eta^2_p = .09$
Frequency	$F_1(1,57) = 105.52, p = .000, \eta^2_p = .65; F_2(1,59) = 236.48, p = .000, \eta^2_p = .80$
Group	$F_1(1,57) = 37.49, p = .000, \eta^2_p = .40; F_2(1,59) = 377.63, p = .000, \eta^2_p = .87$
Picture x Group	$F_1(1,57) = 0.38, p = .540, \eta^2_p = .01; F_2(1,59) = 1.01, p = .319, \eta^2_p = .02$
Frequency x Group	$F_1(1,57) = 29.07, p = .000, \eta^2_p = .34; F_2(1,59) = 49.27, p = .000, \eta^2_p = .46$
Frequency x Picture	$F_1(1,57) = 7.08, p = .010, \eta^2_p = .11; F_2(1,59) = 17.67, p = .000, \eta^2_p = .23$
Frequency x Picture x Group	$F_1(1,57) = 3.38, p = .071, \eta^2_p = .06; F_2(1,59) = 5.76, p = .020, \eta^2_p = .09$
Target regressions out	
Picture	$F_1(1,57) = 7.56, p = .008, \eta^2_p = .12; F_2(1,59) = 5.66, p = .021, \eta^2_p = .09$
Frequency	$F_1(1,57) = 5.76, p = .020, \eta^2_p = .10; F_2(1,59) = 7.63, p = .008, \eta^2_p = .12$
Group	$F_1(1,57) = 0.10, p = .752, \eta^2_p = .00; F_2(1,59) = 0.02, p = .895, \eta^2_p = .00$
Picture x Group	$F_1(1,57) = 0.18, p = .673, \eta^2_p = .00; F_2(1,59) = 0.04, p = .841, \eta^2_p = .00$
Frequency x Group	$F_1(1,57) = 6.10, p = .017, \eta^2_p = .10; F_2(1,59) = 7.27, p = .009, \eta^2_p = .11$
Frequency x Picture	$F_1(1,57) = 0.46, p = .499, \eta^2_p = .01; F_2(1,59) = 0.02, p = .887, \eta^2_p = .00$
Frequency x Picture x Group	$F_1(1,57) = 0.10, p = .752, \eta^2_p = .00; F_2(1,59) = 0.04, p = .849, \eta^2_p = .00$
Regression path duration	
Picture	$F_1(1,57) = 13.84, p = .000, \eta^2_p = .20; F_2(1,59) = 12.45, p = .001, \eta^2_p = .17$
Frequency	$F_1(1,57) = 179.13, p = .000, \eta^2_p = .76.; F_2(1,59) = 207.44, p = .000, \eta^2_p = .78$
Group	$F_1(1,57) = 34.63, p = .000, \eta^2_p = .38; F_2(1,59) = 391.22, p = .000, \eta^2_p = .87$
Picture x Group	$F_1(1,57) = 0.12, p = .728, \eta^2_p = .00; F_2(1,59) = 0.58, p = .450, \eta^2_p = .01$
Frequency x Group	$F_1(1,57) = 3.89, p = .053, \eta^2_p = .06; F_2(1,59) = 1.76, p = .190, \eta^2_p = .03$



Frequency x Picture $F_1(1,57) = 8.03, p = .006, \eta^2_p = .12; F_2(1,59) = 13.38, p = .001, \eta^2_p = .19$
 Frequency x Picture x Group $F_1(1,57) = 0.50, p = .484, \eta^2_p = .01; F_2(1,59) = 0.24, p = .624, \eta^2_p = .00$

Table s9

False Discovery Rate of eye movement measures of Picture condition effects

Rank	ID	Original P value	Critical Value	Benjamini-Hochberg Adjusted P value	Significant using an FDR of 0.05?
1	1	0.001	0.010000000000000002	0.005	Yes
2	2	0.001	0.020000000000000004	0.0025	Yes
3	3	0.011	0.03	0.018333333333333333	Yes
4	4	0.016	0.040000000000000001	0.02	Yes
5	5	0.017	0.05	0.017	Yes

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE22e00033603598

CSV

GEISER-fd74-bb39-3e41-4b10-bfa4-795c-04a0-6b45

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

02/08/2022 13:03:18 Horario peninsular



GEISER-fd74-bb39-3e41-4b10-bfa4-795c-04a0-6b45

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE22e00033603598

CSV

GEISER-fd74-bb39-3e41-4b10-bfa4-795c-04a0-6b45

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

02/08/2022 13:03:18 Horario peninsular



GEISER-fd74-bb39-3e41-4b10-bfa4-795c-04a0-6b45