



UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Departamento de Fisiología, Biología Molecular y Celular

**El rol del contexto semántico en el procesamiento de palabras ambiguas:
un abordaje conductual, neurofisiológico y computacional**

Tesis presentada para optar al título de

Doctora de la Universidad de Buenos Aires en el área de Ciencias Biológicas

Lic. Julieta Laurino

Directora de tesis: Dra. Laura Kaczer

Consejera de Estudios: Dra. Luz Bavassi

Lugar de trabajo: Instituto de Fisiología, Biología Molecular y Neurociencias
(IFIBYNE), UBA-CONICET

Buenos Aires, 2025

Resumen

Título: El rol del contexto semántico en el procesamiento de palabras ambiguas: un abordaje conductual, neurofisiológico y computacional.

Procesar palabras suele parecer una tarea natural y automática y, sin embargo, con frecuencia nos enfrentamos a situaciones en donde su interpretación es ambigua. En particular, las palabras con múltiples significados (por ejemplo, “nota”, como nota musical o como nota escrita) requieren del contexto para una interpretación adecuada. Esto sugiere la existencia de mecanismos capaces de utilizar la información contextual junto con el conocimiento previo sobre la palabra, aunque dichos mecanismos aún no se comprenden completamente.

Esta tesis investiga cómo y cuándo el contexto semántico global afecta el procesamiento de palabras ambiguas, combinando enfoques conductuales, neurofisiológicos y computacionales. A través de tareas de asociación y relación semántica, evidenciamos que el contexto global previo facilita la interpretación de palabras ambiguas, y que este efecto disminuye con el tiempo. Mediante pupilometría, demostramos que este contexto reduce el esfuerzo cognitivo durante el procesamiento de palabras, y que este efecto es mayor para palabras con un mayor grado de ambigüedad. Finalmente, en una población bilingüe observamos que el contexto global en una segunda lengua influye también en el procesamiento de palabras de la primera lengua.

En conjunto, estos resultados evidencian la flexibilidad de las representaciones de las palabras y subrayan el papel del contexto global en la facilitación de su procesamiento, con implicaciones para el desarrollo de modelos cognitivos y computacionales del lenguaje.

Palabras clave: Procesamiento de palabras - Ambigüedad semántica - Pupilometría - Esfuerzo cognitivo - Efecto contextual - Bilingüismo

Abstract

Title: The role of semantic context in the processing of ambiguous words: a behavioral, neurophysiological, and computational approach.

Processing words often seems like a natural and automatic task and yet we frequently encounter situations where their interpretation is ambiguous. In particular, words with multiple meanings (for example, “note,” as a musical note or as a written note) require context for an adequate interpretation. This suggests the existence of mechanisms capable of using contextual information together with prior knowledge about the word, although these mechanisms are still not fully understood.

This thesis investigates how and when global semantic context affects the processing of ambiguous words, combining behavioral, neurophysiological, and computational approaches. Through semantic association and relatedness tasks, we show that prior global context facilitates the interpretation of ambiguous words, and that this effect decreases over time. Using pupillometry, we demonstrate that global context reduces cognitive effort during word processing, and that this effect is stronger for words with a higher degree of ambiguity. Finally, in a bilingual population, we observed that global context in a second language also influences the processing of words in the first language.

Taken together, these findings highlight the flexibility of word representations and underscore the role of global context in facilitating word processing, with important implications for the development of cognitive and computational models of language.

Keywords: Word processing - Semantic ambiguity - Pupillometry - Cognitive effort - Contextual effect - Bilingualism

Agradecimientos

A lo largo del doctorado tuve la suerte de estar acompañada de muchísima gente increíble, a la cual quisiera agradecerle porque también fueron parte de alguna forma en la construcción de esta tesis.

En primer lugar, a mi directora, Laura Kaczer. Gracias por mantener a lo largo de todos estos años (ya van muchos) un equilibrio perfecto entre guía y libertad en mi carrera académica. Gracias Lau por tu enorme criterio y por dejarme tranquila de saber que ese criterio siempre iba a priorizarme como persona.

Gracias al nuevísimo Laboratorio de Lenguaje y Cognición y al Laboratorio de Neurobiología de la Memoria por ser constante fuente de devoluciones, opiniones, discusiones y comida. A Euge y a Luz porque su manera de hacer y pensar ciencia tuvo gran influencia en mi formación como científica.

Gracias a Álvaro Cabana y a Simon de Deyne, por aparecer con ideas brillantes, y por su guía en concretarlas. Gracias a Clara Martin y al BCBL, un lugar en el que aprendí un montón, pero también conocí a personas increíbles que hicieron que me sintiera en casa.

Gracias al jurado y a mi comisión de seguimiento de tesis, por el interés y el tiempo dedicado a este trabajo.

Gracias a los amigos con los que compartí el camino del doctorado. Hacer de la ciencia un trabajo es algo fantástico, pero poder compartirlo con grandes amigos es un sueño. Especialmente a Lau y a Lulo, por reírnos juntos tantas veces; a Santi, por tu amistad tan atenta y cuidadosa; a Cande y a Martín, por ser siempre los mejores anfitriones. Gracias a Marti, todos estos años estuvieron completamente atravesados por tu amistad, y estoy segura de que juntas fuimos mucho mejores.

Gracias la Red de Estudiantes de Neurociencias, por imaginar un mundo en donde la ciencia es más justa y por permitirnos intentarlo.

Gracias a mis amigos de toda la vida por la curiosidad. En particular a Jime, por tus infinitas preguntas y entusiasmo, tu amistad me inspira y motiva muchísimo. A Cande, amiga que admiro y extraño un montón, gracias por tu infinita capacidad de asombro. A Pri, tu perspectiva y tus consejos siempre me ayudaron a pensar.

Gracias a mi familia: a mi mamá, a mi papá, porque en ustedes encuentro siempre una voz que me hace volver al eje, gracias por los consejos y por ayudarme a pensar las mil maneras para que cualquier cosa sea posible. A mis

hermanos tan fantásticos, el imperio matero, no puedo imaginarme un vínculo más hermoso que el que tengo con ustedes, los amo muchísimo. Gracias a Lupe, a Regi y a Becky, mi trío de aliadas preferido, con quienes reaprendí lo que significa ser familia. A mis abuelas, de quienes recibo un amor inconmensurable. A mi prima, por ser una gran contadora de historias, gracias por tantas charlas y risas.

Gracias a Marto, tu amor es una de las razones por las cuales nunca pongo en duda lo afortunada que soy. Gracias por el lenguaje que construimos, compartir la vida con vos es un honor e imaginarnos un futuro juntos me hace muy feliz.

Por último, gracias la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, por la excelencia en mi formación a lo largo de todos estos años. Gracias por ser el lugar en el que más pude ser yo misma, y por acercarme a todas las personas que hoy más quiero.

Índice

Introducción general.....	8
Procesamiento de palabras: definiciones y evaluación	8
¿Qué implica procesar una palabra?	8
Cómo medir el procesamiento de palabras	9
Más allá de las palabras: el rol del contexto.....	10
Delimitando contextos y sus efectos	10
Mecanismos cognitivos: integración y predicción	13
Interacción entre el contexto y propiedades léxicas	15
La ambigüedad semántica en la interacción contexto-palabra	16
Naturaleza y medición de la ambigüedad semántica.....	16
Procesamiento de palabras ambiguas	18
El esfuerzo cognitivo como índice del procesamiento léxico	19
Pupilometría: una ventana a la medición del esfuerzo	20
Bases neurobiológicas de la respuesta pupilar	21
Pupilometría y lenguaje	23
Aportes de esta tesis	24
Objetivos e hipótesis	26
1 El rol del contexto semántico global en el procesamiento de palabras ambiguas.....	27
1.1. Introducción.....	28
1.1.1 La tarea de asociación libre para medir procesamiento semántico	28
1.1.2 Redes semánticas.....	30
1.1.3 Objetivos e hipótesis del capítulo.....	34
1.1. Métodos	35
1.1.1. Participantes	35
1.1.2. Materiales.....	36
1.1.3. Procedimiento.....	37
1.1.4. Diseño	39
1.1.5. Procesamiento y análisis de datos.....	42
1.2. Resultados.....	48

1.2.1.	Análisis de consistencia	48
1.2.2.	Análisis de redes semánticas.....	51
1.3.	Discusión.....	56
2	Efectos del contexto global sobre el esfuerzo cognitivo en el procesamiento de palabras.....	63
2.1.	Introducción.....	64
2.1.1	Adaptaciones metodológicas: la modalidad auditiva	64
2.1.2	Tarea de relación semántica	65
2.1.3	Análisis de datos de pupilometría: la utilidad de las curvas de crecimiento	66
2.1.4	Objetivos e hipótesis del capítulo.....	68
2.2.	Métodos	69
2.2.1.	Participantes	69
2.2.2.	Materiales.....	69
2.2.3.	Procedimiento.....	71
2.2.4.	Diseño	75
2.2.5.	Procesamiento y análisis de datos.....	76
2.3.	Resultados.....	80
2.3.1.	Experimento 2A.....	80
2.3.2.	Experimento 2B.....	84
2.4.	Discusión.....	89
3	Generalización de la facilitación contextual en una población bilingüe....	95
3.1	Introducción.....	96
3.1.1	Perfil lingüístico de los participantes	97
3.1.2	Objetivos e hipótesis del capítulo.....	98
3.2	Métodos	99
3.2.1	Participantes	99
3.2.2	Materiales	100
3.3	Procedimiento.....	102
3.4	Diseño.....	104
3.4.1	Procesamiento y análisis de datos	106
3.5	Resultados.....	108

3.5.1 Comportamiento	108
3.5.2 Pupilometría	112
3.6 Discusión.....	117
Discusión general.....	123
El rol del contexto semántico global.....	123
La ambigüedad semántica en el estudio del rol contextual.....	127
La pupilometría como ventana al procesamiento del lenguaje	130
Limitaciones generales y perspectivas a futuro	132
Conclusión	133
Bibliografía.....	135
Apéndice A: estímulos	156
Apéndice B: propiedades léxicas	168
Apéndice C: modelos	169
Material suplementario.....	172

Introducción general

En el transcurso de un día típico procesamos una enorme cantidad de palabras y lo hacemos de manera notablemente rápida. Aun así, pocas veces somos conscientes de esta habilidad, y procesar palabras parece una tarea sencilla y natural. Esto es así incluso teniendo en cuenta que existen múltiples situaciones en donde el lenguaje es ambiguo. Una de ellas ocurre cuando una palabra tiene más de un significado, lo cual da lugar a un fenómeno conocido como ambigüedad semántica. Por ejemplo, la palabra “picar” en español rioplatense es increíblemente ambigua: puede referirse a hacer rebotar una pelota, a cortar con un cuchillo, a moler o golpear una piedra, a comer algo antes de la cena, a la irritación de un pimiento, a correr muy rápidamente, a la succión de sangre de un mosquito, y también a la comezón generada por ese mosquito. Las palabras ambiguas son muy frecuentes en el lenguaje y, por ello, ponen de manifiesto la existencia de un sistema capaz de resolver estas ambigüedades.

Entonces, ¿cómo logramos resolver estas “imperfecciones” del lenguaje y comprender un mensaje de forma exitosa? Si bien esta es una pregunta aún abierta, parte de la respuesta surge de un consenso creciente en la literatura: la comprensión del lenguaje depende del contexto. Las señales contextuales son esenciales para resolver la ambigüedad de una palabra y facilitar el procesamiento del significado deseado. Escuchar la palabra “picar” en la oración “¿podrás picar la cebolla?” nos remite casi inequívocamente a solo uno de los múltiples sentidos de la palabra. Comprender cómo estas señales se utilizan en conjunto con el conocimiento previo sobre el significado de las palabras, y qué mecanismos permiten una integración rápida y flexible, es clave para entender el funcionamiento del sistema lingüístico humano.

Procesamiento de palabras: definiciones y evaluación

¿Qué implica procesar una palabra?

Para evaluar si el contexto afecta el procesamiento de las palabras primero necesitamos precisar qué entendemos por “procesamiento de una palabra”. Dado que existen múltiples formas de definir qué constituye una palabra y qué etapas y tipos de información intervienen en su procesamiento, en esta sección especificaremos cómo vamos a usar operativamente estos términos a lo largo de la tesis.

En primer lugar, podemos suponer que en el cerebro existe una representación específica del conocimiento sobre las palabras almacenada en la memoria de largo plazo, a la que se denomina léxico mental. Cada entrada de este léxico se

corresponde aproximadamente con la representación de una palabra o forma léxica y contiene, de manera general, dos tipos de información: aquella vinculada a la forma de la palabra (fonológica y morfológica) y aquella relativa a su significado (semántica y sintáctica) (Levelt, 1989). El procesamiento de una palabra puede entenderse como una secuencia de tres etapas: (1) decodificar la señal sensorial y asociarla con una entrada léxica en la memoria, (2) acceder a la información almacenada sobre esa entrada (tanto forma como significado), y (3) integrar dicha información con el contexto (Cottrell, 1988; Taft, 2001). Estas etapas se han denominado procesamiento preléxico, léxico y posléxico, respectivamente.

El foco principal de esta tesis será el procesamiento del significado de la palabra. Usaremos el término *acceso léxico* para referirnos al proceso mediante el cual se accede tanto a la forma como al significado de una palabra (paso 2). En cambio, cuando hablemos de *procesamiento léxico* (o de la palabra) en general, nos referiremos al resultado de estas tres etapas en conjunto, incluyendo etapas postléxicas de procesamiento.

Cómo medir el procesamiento de palabras

Existen diversas tareas y metodologías para estudiar el procesamiento de palabras, las cuales abarcan distintas etapas del mismo. A continuación, se describen las más utilizadas en la literatura.

Un primer grupo de tareas comportamentales apunta a etapas tempranas del procesamiento léxico, principalmente relacionadas con el acceso a la forma de la palabra. Una de ellas es la tarea de nombrado, en la que los participantes deben pronunciar en voz alta la palabra presentada y se mide la latencia de inicio de la pronunciación. Otra tarea clásica es la tarea de decisión léxica, que evalúa la rapidez y precisión con que una persona determina si una secuencia de letras constituye una palabra real o una pseudopalabra. Ambas tareas han mostrado ser sensibles a propiedades intrínsecas de las palabras (por ejemplo, palabras frecuentes se nombran y reconocen más rápidamente que las infrecuentes, Whaley, 1978), y también a manipulaciones experimentales. Una de las manipulaciones más estudiadas es el *priming* semántico, y consiste en presentar antes de la palabra de interés (u objetivo) otro elemento relacionado semánticamente (o *prime*) (McNamara, 2005; Neely et al., 1989). Por ejemplo, los tiempos de decisión léxica suelen ser más rápidos para “perro” cuando aparece precedido de “gato” que cuando lo hace precedido de “faro”. En términos generales, se considera que la activación de un elemento en el léxico mental facilita el procesamiento de otros elementos con los que se encuentra más conectado, a través de mecanismos como la activación propagada (ver *spreading*

activation; Collins & Loftus, 1975). Así, el *priming* semántico suele considerarse un proceso no dirigido y de rápido decaimiento (Kuperberg & Jaeger, 2016).

En contraste, otro grupo de metodologías se orientan más directamente a procesos semánticos. Tal es el caso de la tarea de relación semántica, en la que se presentan pares de palabras consecutivas (p. ej., PERRO-gato), y los participantes deben decidir lo más rápido posible si ambas están relacionadas. Esta tarea, que también constituye un caso de *priming* semántico, requiere necesariamente acceder al significado para emitir una respuesta, por lo que se asume que involucra de manera más directa procesos semánticos (Haro et al., 2023; Poort & Rodd, 2019). Además, las metodologías conductuales se suelen complementar con técnicas de electrofisiología. Por ejemplo, el componente N400 (un potencial de deflexión negativa 400 ms luego del estímulo) es sensible a la facilidad de acceso al significado, reduciendo su amplitud cuando la palabra es frecuente o cuando está precedida por un *prime* semánticamente relacionado (Kutas & Hillyard, 1980; Lau et al., 2008; Szewczyk & Federmeier, 2022).

En síntesis, la facilitación en el procesamiento léxico suele evidenciarse como respuestas más rápidas y precisas en medidas conductuales, y como una modulación en la amplitud de componentes electrofisiológicos relacionados con el acceso al significado.

Más allá de las palabras: el rol del contexto

Delimitando contextos y sus efectos

El significado de una palabra puede variar drásticamente según el contexto en el que aparece. La palabra “flamenco”, por ejemplo, podría interpretarse de una forma completamente diferente si estamos en una clase de baile o en una clase de zoología. De igual forma, el término “peso” tendrá interpretaciones divergentes según si se está leyendo un libro de economía argentina o de nutrición. Por eso, durante el procesamiento del lenguaje, debemos utilizar de forma rápida y eficiente la información contextual para interpretar correctamente lo que escuchamos o leemos. La evidencia de que el contexto facilita el procesamiento léxico-semántico es amplia y consistente, e incluye desde estudios conductuales (por ejemplo, Hess et al., 1995; Schustack et al., 1987; Simpson & Krueger, 1991; Swinney, 1979) hasta trabajos que utilizan medidas neurofisiológicas, como potenciales evocados (Camblin et al., 2007; Kutas & Hillyard, 1980; Szewczyk & Federmeier, 2022).

Sin embargo, la evidencia en torno a los efectos contextuales abarca una amplia gama de tipos de contexto. De hecho, en múltiples ocasiones el término “contexto”

se ha utilizado de manera flexible para referirse a distintas fuentes de información (Ryskin & Fang, 2021). Esto se debe, en parte, a que el contexto puede clasificarse de muchas maneras dependiendo del criterio adoptado. Por ejemplo, se ha considerado la escala temporal en la que opera (desde milisegundos hasta años), el tipo de contenido relevante (como el semántico, sintáctico, fonológico o pragmático) o el idioma en el que se presenta, entre otros.

En este trabajo definimos “contexto” como toda la información que se desarrolla en una escala temporal determinada y que, en particular, precede a la palabra de interés (Ryskin & Fang, 2021). A partir de esta definición, nos centraremos exclusivamente en contextos de tipo “semántico”, es decir, en aquellos atributos del contexto que representan su significado, y que guían la interpretación de la palabra (Zwitserlood, 1989). Sobre esta base, propondremos una clasificación principalmente basada en la dimensión temporal, que considera el marco de tiempo en el que el contexto influye sobre el significado. Dentro de la misma distinguiremos al *contexto local* y al *contexto global*, una distinción que ha sido adoptada en diversos estudios previos (Carter & Hoffman, 2024; Hess et al., 1995; Kambe et al., 2001; Schwanenflugel & White, 1991).

El contexto local

Buena parte de la investigación en procesamiento del lenguaje se ha centrado en el papel del contexto local, que comprende la información inmediata presente en la oración en la cual aparece la palabra. Este tipo de contexto puede imponer tanto restricciones sintácticas como semánticas. Por ejemplo, la palabra “banco” puede interpretarse como una institución financiera en el contexto local de la oración “Voy a sacar plata al banco”, o como un asiento en “Fui al parque y me quedé leyendo en un banco”. Sin embargo, en ocasiones, el contexto local no aporta información suficiente para identificar la temática de la oración, como ocurre con “Suelo usar ese banco”, que podría aludir tanto a un establecimiento financiero como a un asiento.

Numerosos estudios han demostrado que la congruencia semántica con el contexto local facilita el procesamiento léxico. Este efecto se ha observado en medidas conductuales, como la reducción en los tiempos de lectura de las palabras (Brothers & Kuperberg, 2021; Duffy et al., 1988; Schustack et al., 1987), menores latencias para nombrarlas (Simpson & Krueger, 1991), y mayor rapidez y precisión en tareas de decisión léxica (Schwanenflugel & LaCount, 1988; Swinney, 1979).

Asimismo, el componente N400 muestra una reducción en su amplitud cuando las palabras son semánticamente congruentes con el contexto inmediato, lo cual

se interpreta como una facilitación en el procesamiento del significado (Kutas & Hillyard, 1980; Szewczyk & Federmeier, 2022).

El contexto global

El contexto global —a veces denominado contexto discursivo— hace referencia al marco temático o tópico general que se desarrollan a lo largo de un discurso extenso (Kambe et al., 2001). Por ejemplo, la palabra “banco” puede interpretarse como una entidad financiera si estamos leyendo un libro sobre economía, o como un asiento en el marco de una conversación sobre un parque.

Se ha demostrado que un contexto global facilita el procesamiento de conceptos relacionados a través de menores tiempos de respuesta (Albrecht & O’Brien, 1993; Carter & Hoffman, 2024; Kambe et al., 2001; Rayner et al., 1994), latencias de nombrado más cortas (Hess et al., 1995; Vu et al., 2000) y decisiones léxicas más rápidas (Schwanenflugel & White, 1991). En un estudio clave de Hess et al. (1995), los participantes escucharon pasajes cortos que consistían en tres a cuatro oraciones que servían como contexto, seguidos de una palabra objetivo presentada visualmente, que debían nombrar en voz alta luego de leerla. Por ejemplo:

“El estudiante de letras conoció a una mujer de la que estaba muy enamorado. La había admirado durante un tiempo, pero no estaba seguro de cómo expresarse. Siempre se ponía nervioso cuando intentaba expresarse verbalmente, así que **el estudiante de [letras/ciencias de la computación] escribió el poema.**”

En este diseño, las dos primeras oraciones constituían el contexto global, mientras que la tercera introducía un contexto local (marcado en negrita). La relación entre la palabra objetivo (poema) y cada tipo de contexto se manipuló por separado. En el ejemplo, “poema” está relacionada con el contexto global y solo se relaciona con el contexto local cuando se menciona “letras” (pero no “ciencias de la computación”). Los resultados mostraron, en varios experimentos, que el contexto global reducía los tiempos de nombrado, mientras que el contexto local solo producía un efecto facilitador cuando era congruente con el contexto global, subrayando así la relevancia de este último.

A nivel electrofisiológico, se ha demostrado que la amplitud del componente N400 es sensible al contexto global de manera similar y con un curso temporal comparable al del contexto local. En estudios con protocolos similares a los empleados para las evidencias conductuales, la amplitud del N400 se reduce cuando el significado de una palabra es coherente con el tema general del discurso, lo que indica una facilitación en el procesamiento semántico que opera

más allá del nivel oracional (Berkum et al., 1999; Camblin et al., 2007; Helder et al., 2020; Szewczyk & Schriefers, 2018).

Aunque gran parte de la investigación previa se ha centrado en estudios con una o dos oraciones aisladas, evaluar el rol del contexto global resulta fundamental, ya que en situaciones naturales las oraciones no aparecen de forma aislada, sino dentro de un entorno lingüístico más amplio, como una conversación o un texto.

Otra dimensión relevante en un mundo multilingüe

Hasta aquí nos centramos en cómo el contexto, en distintas escalas temporales, influye en el procesamiento de palabras. Sin embargo, existe otra dimensión clave en el procesamiento real del lenguaje: el idioma. Muchas personas son bilingües (o multilingües) y habitan entornos donde la alternancia entre lenguas (o *switching*) es habitual tanto en la producción como en la comprensión del lenguaje. En consecuencia, junto con la dimensión temporal, proponemos introducir una dimensión idiomática como eje adicional para caracterizar los efectos del contexto global. La motivación para introducir esta dimensión surge de que, en determinadas situaciones, el idioma del contexto puede no coincidir con el idioma de la palabra y, aun así, su integración es necesaria. Por este motivo, en contextos bilingües, considerar la dimensión idiomática del contexto se vuelve fundamental para entender los mecanismos de procesamiento del significado.

La interacción entre idiomas en el procesamiento del lenguaje ha sido objeto de numerosos estudios, y existe amplia evidencia de que los hablantes bilingües poseen un léxico integrado, en el que el acceso léxico no está restringido de manera selectiva a un solo idioma (de Groot et al., 2000; Dijkstra & Heuven, 2002; Martin et al., 2009). En este marco, diversos estudios han demostrado que el procesamiento de palabras ambiguas en una lengua puede verse influenciado por el contexto o las experiencias recientes en otra lengua, lo cual sugiere una interacción dinámica entre ambos sistemas lingüísticos (Duyck & Warlop, 2009; Poort et al., 2016; Wen & van Heuven, 2017).

Mecanismos cognitivos: integración y predicción

Se han propuesto diversos mecanismos cognitivos para explicar cómo el contexto semántico influye en el procesamiento del significado de las palabras. Una primera posibilidad es que los efectos contextuales se originen bajo el mismo mecanismo que explica el *priming* semántico: la activación automática, rápida y transitoria que se propaga entre palabras relacionadas. Así, en la oración “Voy a

sacar plata al *banco*”, la sola presencia de la palabra “plata” es lo que facilitaría el acceso al significado financiero de “banco”. Sin embargo, esta explicación ha sido descartada ampliamente. Numerosos estudios han mostrado que oraciones o párrafos generan efectos contextuales incluso en situaciones en las que la mera presentación de las mismas palabras en listas (es decir, desordenadas) no lo hace (Duffy et al., 1989; Foss, 1982; Gough et al., 1981). Partiendo de estos resultados, se planteó la hipótesis de que el procesamiento de oraciones o textos requiere más que simples asociaciones automáticas: implica la construcción de una representación semántica del contexto que se actualiza dinámicamente a medida que se incorpora nueva información. En esta tesis, nos referiremos a dicha construcción como la “representación interna del contexto” (también referido como modelo mental de la situación; Kintsch, 1988; Zwaan, 2016).

Aunque existe consenso en torno a la existencia de algún tipo de representación interna del contexto, persiste el debate acerca de los mecanismos cognitivos mediante los cuales esta representación influye en el procesamiento de las palabras posteriores. De manera general, las propuestas pueden agruparse en dos enfoques principales, que difieren en si consideran que el contexto interviene antes o después del acceso léxico. El primer enfoque incluye modelos de integración, que plantean que el contexto interviene después del acceso léxico (Forster, 1981; Hess et al., 1995; Stafura & Perfetti, 2014; Swinney, 1979). La palabra entrante se integra a la representación previa del contexto, y la facilitación se explica por el grado de solapamiento entre las características semánticas de ambos. En cambio, los modelos de predicción proponen un uso anticipatorio del contexto, que preactiva las representaciones léxicas más probables antes de que aparezca la palabra, generando una facilitación proporcional al grado de restricción contextual (Brothers & Kuperberg, 2021; DeLong et al., 2005; Szewczyk & Federmeier, 2022; Szewczyk & Schriefers, 2018; Van Berkum et al., 2005).

Dado que la evidencia empírica respalda parcialmente a ambos, diversos autores han planteado modelos híbridos, según los cuales integración y predicción serían mecanismos complementarios que el sistema lingüístico alterna o combina de manera flexible en función de factores como el grado de restricción del contexto, los objetivos del oyente o la fiabilidad de la señal (Carter & Hoffman, 2024; Federmeier, 2007; Ferreira & Chantavarin, 2018; Helder et al., 2020; Huettig & Mani, 2016; Kuperberg & Jaeger, 2016). En esta línea, es importante destacar que gran parte de la evidencia que respalda los modelos predictivos proviene de estudios con oraciones aisladas, donde el contexto local ofrece la posibilidad de ser altamente restrictivo y, por lo tanto, favorecer la activación de un único candidato léxico. En cambio, en contextos más amplios,

como los globales, es poco probable que la información resulte lo suficientemente específica para anticipar una sola palabra y, en cambio, podría ocurrir que se preactiven conjuntos de características semánticas (Ferreira & Chantavarin, 2018; Luke & Christianson, 2016) o bien que los mecanismos de integración sean los que dominen. Por ello, contar con metodologías que permitan examinar con mayor precisión la dinámica temporal de la facilitación contextual resultaría informativo para determinar si los efectos observados reflejan procesos tempranos de predicción o procesos tardíos de integración.

Interacción entre el contexto y propiedades léxicas

Si el contexto influye en el modo en que procesamos la representación asociada a una palabra, es razonable pensar que dicho efecto no depende únicamente de las propiedades del contexto, sino también de las características de la propia palabra.

Varios estudios han explorado cómo interactúan el contexto y las propiedades léxicas, como su frecuencia o nivel de concreción (Rayner et al., 2004; Schwanenflugel & Stowe, 1989), mostrando que el impacto del contexto puede variar según el tipo de palabra. Por ejemplo, Schwanenflugel & Shoben (1983) estudiaron el rol del contexto en la desventaja de procesamiento típicamente asociada a palabras abstractas (“ganancias”), las cuales se comprenden más lentamente cuando se presentan de forma aislada en comparación a las concretas (“restaurant”). En sus experimentos, las palabras abstractas y concretas aparecían en oraciones neutras (“El objetivo final de la política era duplicar las *ganancias*”) que se presentaban precedidas o no por un contexto global informativo (por ejemplo, un párrafo que describía la quiebra inminente de una empresa y las estrategias de sus gerentes para atraer nuevos clientes). Observaron que, en presencia de un contexto global, la desventaja de las palabras abstractas desaparecía: estas se procesaban con la misma eficiencia que las concretas, tanto en tiempos de lectura como en tareas de decisión léxica. En contraste, las palabras concretas no mostraron un beneficio significativo del contexto informativo. Los autores interpretan esta interacción entre efecto contextual y concreción señalando que las palabras concretas ya son lo suficientemente informativas por sí mismas, de modo que la información contextual adicional resulta redundante.

En conjunto, la literatura previa sugiere que la información contextual adquiere especial relevancia cuando las representaciones léxicas son menos informativas. Esto podría aplicarse tanto a palabras abstractas como a palabras

poco frecuentes o ambiguas. Este último caso, el de las palabras ambiguas, será el foco de la siguiente sección.

La ambigüedad semántica en la interacción contexto-palabra

El estudio del rol del contexto en el procesamiento del lenguaje ha mostrado que su influencia es especialmente notoria en situaciones ambiguas (Duffy et al., 1988; Rayner et al., 1994; Simpson & Krueger, 1991; Swinney, 1979; Vu et al., 2000). Estas situaciones fuerzan al sistema de procesamiento lingüístico a resolver la incertidumbre y, por lo tanto, constituyen una oportunidad única para observar con claridad los efectos del contexto. Si bien en esta tesis no nos proponemos examinar específicamente cómo la ambigüedad modula el procesamiento por sí misma, las palabras ambiguas serán empleadas estratégicamente como herramienta para potenciar y evidenciar los efectos del contexto sobre el procesamiento de su significado.

Naturaleza y medición de la ambigüedad semántica

La ambigüedad semántica se produce cuando una misma forma de palabra, es decir, una misma secuencia de caracteres, puede remitir a más de un significado. Lejos de constituir una excepción, la ambigüedad es una propiedad extendida del lenguaje (Piantadosi et al., 2012). Por ejemplo, estimaciones basadas en diccionarios señalan que más del 80% de las palabras en inglés presentan más de un sentido (Rodd, 2020). Si bien el porcentaje exacto varía entre lenguas, la ambigüedad semántica constituye un fenómeno ampliamente presente en todas ellas (Dautriche, 2015).

En la literatura psicolingüística tradicional, la ambigüedad se clasifica en categorías discretas: las palabras se consideran como no ambiguas cuando existe una relación uno a uno entre la forma de la palabra y su significado (Lyons, 1981), y ambiguas cuando mapean una única forma con más de un significado. A su vez, las palabras ambiguas pueden dividirse según el grado de conexión entre sus significados: las palabras polisémicas tienen significados relacionados entre sí, mientras que las palabras homónimas tienen significados con poca o ninguna relación. Por ejemplo, la palabra “muñeca” puede referirse a un juguete o a una parte del cuerpo, constituyendo un caso de homonimia. Además, las palabras ambiguas pueden clasificarse como sesgadas, si un significado es más frecuente o dominante; o balanceadas, cuando los significados tienen frecuencias similares.

Sin embargo, enfoques más recientes cuestionan estas categorías rígidas. Algunas propuestas sostienen que la ambigüedad debería entenderse como un continuo, más que como una dicotomía en donde las palabras son ambiguas o no

lo son (Klepousniotou & Baum, 2007; Rodd, 2020). Otras incluso sugieren que el significado de todas las palabras es altamente dependiente del contexto, dinámico y sin límites discretos entre sentidos (Trott & Bergen, 2023). Es decir, que todas las palabras tienen algún grado de ambigüedad, porque recuperamos distintos aspectos de su significado dependiendo de la situación. Por ejemplo, la dimensión relacionada con el peso en la palabra “heladera” podría surgir en el contexto de una mudanza, pero no en el de una receta culinaria. Estas visiones más flexibles plantean desafíos metodológicos para medir de manera fiable y escalable el grado de ambigüedad de una palabra.

Se han desarrollado diversos enfoques para determinar el grado de ambigüedad de una palabra. Una estrategia clásica para determinar si una palabra es o no ambigua consiste en contar el número de entradas o acepciones en diccionarios normativos (Jastrzemski, 1981; Rodd et al., 2002). Un segundo enfoque involucra valoraciones subjetivas, en las que los participantes califican con escalas el número de significados de cada palabra, el grado de relación entre ellos y su frecuencia (Armstrong et al., 2016; Ferraro & Kellas, 1990; Hino et al., 2006). Este método permite no solo determinar si una palabra es ambigua, sino también estimar la frecuencia relativa de los distintos significados.

Un método complementario, aunque menos común, consiste en analizar datos de asociaciones de palabras. En esta tarea, los participantes tienen que escribir la primera palabra que les viene a la mente después de leer una palabra (la clave). Luego, los evaluadores determinan a qué significado de la palabra clave corresponde cada respuesta asociativa (Gilbert & Rodd, 2022; Nelson et al., 1980; Twilley et al., 1994) y así puede estimarse la frecuencia relativa de cada significado. Este método aporta un valor particular porque permite captar el uso efectivo de los significados en la comunidad lingüística: acepciones marginales o en desuso que suelen aparecer en los diccionarios tienden a no aparecer (Haro & Ferré, 2018). Por otro, a diferencia de las valoraciones subjetivas, no requieren que los participantes identifiquen explícitamente todos los significados posibles, lo cual puede introducir sesgos o sobreestimaciones en la medición de dichas frecuencias.

En el presente trabajo partimos de corpus previos para preseleccionar las palabras ambiguas y luego empleamos la base de datos de asociación de palabras «Small World of Words» - SWOW (De Deyne et al., 2019) para estimar la frecuencia relativa de sus significados. SWOW es un estudio colaborativo a gran escala que ha generado normas de asociación libre en idiomas como el inglés, el neerlandés, el mandarín y el español ibérico. Recientemente, esta base de datos se amplió al español rioplatense (SWOW-RP), con más de 13.000 palabras y 3,6

millones de respuestas recopiladas de aproximadamente 60.000 participantes en Argentina y Uruguay (Cabana et al., 2024). Además de las ventajas inherentes al uso de asociaciones de palabras para medir la ambigüedad, esta elección metodológica permitió incorporar normas lingüísticas propias del español rioplatense (ausentes en otros corpus internacionales) posibilitando así una evaluación más sensible y contextualizada de la ambigüedad léxica en la población bajo estudio en nuestros experimentos. El español rioplatense, variante hablada en la mayor parte de Uruguay y algunas zonas de Argentina (principalmente en Buenos Aires), presenta numerosas características fonológicas, gramaticales y léxicas distintivas (Cabana et al., 2024). Estas diferencias léxicas subrayan la necesidad de contar con normas léxicas específicas para las diferentes variantes dialectales del español (Fumagalli et al., 2017; Manoiloff et al., 2010; Sarli y Justel, 2021; Vivas et al., 2017).

Procesamiento de palabras ambiguas

Algunos autores sostienen que la ambigüedad semántica es una propiedad estructural que favorece la eficiencia comunicativa, porque permite reutilizar formas léxicas para expresar distintos significados sin necesidad de crear nuevas palabras (Piantadosi et al., 2012). Sin embargo, este fenómeno también puede suponer un desafío para la comprensión, ya que exige seleccionar un significado entre múltiples posibles. Contrario a esta lógica, estudios iniciales observaron que las palabras ambiguas se procesaban más rápidamente que las no ambiguas en tareas de decisión léxica (Borowsky & Masson, 1996; Hino & Lupker, 1996; Lin & Ahrens, 2010; Millis & Bution, 1989). Este hallazgo, conocido como «ventaja de la ambigüedad», sugiere que las palabras ambiguas podrían estar representadas por múltiples entradas léxicas, cada una vinculada a un significado distinto. En consecuencia, aumentaría la probabilidad de activar rápidamente una de esas representaciones, en comparación con una palabra no ambigua que sólo cuenta con una.

Sin embargo, esta ventaja se ha observado de forma robusta solo para tareas de decisión léxica, mientras que las tareas de nombrado de palabras han mostrado resultados menos fiables (Borowsky & Masson, 1996), y en tareas que involucran decisiones semánticas incluso se ha observado una desventaja (Gottlob et al., 1999; Hino et al., 2002; Piercey & Joordens, 2000). En esta línea, estudios posteriores sugirieron que el efecto de la ambigüedad varía según el tipo de palabra. Así, el reconocimiento se ve facilitado en el caso de palabras polisémicas, cuyos significados están relacionados, mientras que se dificulta para palabras homónimas, cuyos significados no guardan relación entre sí (Beretta et al., 2005; Klepousniotou & Baum, 2007; Rodd et al., 2002). Esta diferencia se

explicaría por la competencia entre representaciones semánticas: cuando los significados están relacionados, pueden reforzarse mutuamente; en cambio, cuando no están relacionados, compiten y generan interferencia. Una explicación alternativa proviene de estudios utilizando tareas de categorización semántica (Hino et al., 2006; Pexman et al., 2004). Según esta propuesta, la desventaja de la ambigüedad no refleja una dificultad en el acceso al significado, sino que surge de los conflictos que se generan durante el proceso de toma de decisiones. Dado que los distintos significados de una palabra ambigua suelen pertenecer a categorías semánticas distintas, esto incrementa la demanda en tareas que requieren un procesamiento semántico más profundo.

Además del tipo de relación entre significados, se ha visto que sus frecuencias relativas y el contexto en el que aparece la palabra influyen en su procesamiento (Duffy et al., 1988; Kambe et al., 2001). En oraciones neutras, el significado dominante suele verse favorecido (Duffy et al., 1988; Pacht & Rayner, 1993; Rayner & Duffy, 1986), pero si el contexto impone restricciones suficientes, se puede acceder de forma selectiva solo a uno de ellos (Glucksberg et al., 1986; Simpson & Krueger, 1991; Tabossi, 1988; Tabossi et al., 1987).

En conjunto, estos trabajos muestran que las palabras ambiguas constituyen un desafío particular para el sistema de procesamiento del lenguaje. Sin embargo, los mecanismos de resolución de ambigüedad son plásticos y adaptativos, sensibles tanto a las propiedades intrínsecas de las palabras como a la información disponible en el entorno. Teniendo esto en cuenta, la ambigüedad semántica se emplea aquí como un caso paradigmático de procesamiento, con el objetivo de investigar cómo interactúan el contexto y propiedades léxicas, evaluando en particular si un contexto amplio y temático (es decir, el contexto global) puede influir en su procesamiento.

El esfuerzo cognitivo como índice del procesamiento léxico

La comprensión del lenguaje involucra una amplia variedad de mecanismos, que incluyen procesos perceptivos, lingüísticos, atencionales y de memoria. Por esta razón, dos personas pueden alcanzar un desempeño similar en una tarea lingüística utilizando estrategias de procesamiento distintas, según los recursos disponibles y las demandas del entorno (Mattys et al., 2012). Esto subraya la importancia de no limitar el análisis al resultado final de la tarea, sino también indagar en los procesos que conducen a ese resultado.

En este sentido, la medición del esfuerzo cognitivo ofrece una ventana para acceder a esos procesos subyacentes. Kahneman (1973) define al esfuerzo

cognitivo como “las exigencias impuestas por las actividades en las que una persona participa”, y lo utiliza de manera intercambiable con el concepto de “recursos atencionales”. Retomando esta propuesta y enfocándose en la comprensión del habla, Pichora-Fuller et al. (2016) definen al esfuerzo cognitivo como “la asignación deliberada de recursos mentales para cumplir con un objetivo al realizar una tarea”. Esta definición pone énfasis en la distinción entre las exigencias impuestas por una situación determinada y el esfuerzo efectivamente invertido por un individuo, el cual puede verse modulado por factores como la motivación, el compromiso o la fatiga (Peelle, 2018). Así, el esfuerzo cognitivo constituye un índice sensible para revelar diferencias en el procesamiento que no siempre se reflejan en medidas conductuales como el tiempo de respuesta o la precisión (Winn et al., 2018).

En suma, el estudio del esfuerzo cognitivo permite acceder a aspectos más sutiles de la dinámica mental, aportando información sobre cómo se ajustan los mecanismos de procesamiento ante distintas condiciones y demandas. Este enfoque resulta especialmente valioso para investigar los efectos del contexto en el lenguaje, ya que permite indagar no solo en las modificaciones del comportamiento observable, sino también en cómo el contexto incide sobre los procesos internos que subyacen a la respuesta.

Pupilometría: una ventana a la medición del esfuerzo

La pupilometría consiste en la medición del tamaño de la pupila, y se ha utilizado desde hace tiempo como un indicador de la actividad cerebral en respuesta a cambios en las demandas cognitivas (Beatty, 1982; Kahneman & Beatty, 1966; Sirois & Brisson, 2014). Se han observado cambios en la dilatación pupilar en tareas que requieren distinto grado de esfuerzo cognitivo en múltiples dominios como el procesamiento del lenguaje (Kramer et al., 2013; Kuchinsky et al., 2013; Schmidtke, 2014; Zekveld et al., 2010; Zellin et al., 2011), memoria (Ariel & Castel, 2014; Heaver & Hutton, 2011; Kafkas & Montaldi, 2012), toma de decisiones (Cavanagh et al., 2014; de Gee et al., 2014; Van Steenbergen & Band, 2013) y procesamiento de emociones (Duque et al., 2014; Honma et al., 2012; Kret et al., 2013). Un aspecto importante de esta evidencia es que incluye trabajos con estímulos tanto visuales como auditivos, lo que muestra que los cambios pupilares asociados al esfuerzo cognitivo no ocurren exclusivamente en la modalidad visual.

La respuesta pupilar ofrece ventajas claras frente a otras medidas cognitivas, particularmente las conductuales. En primer lugar, la dilatación pupilar podría reflejar procesos cognitivos que no llegan a expresarse conscientemente o a

traducirse en una respuesta observable, aportando evidencia adicional sobre la dificultad de una tarea más allá de lo que revelan medidas conductuales tradicionales, como los tiempos de respuesta (Geller et al., 2016; Kuchinsky et al., 2013; Laeng et al., 2012; Zekveld et al., 2010). En segundo lugar, puede registrarse de forma continua a lo largo de toda la tarea, lo que permite un análisis temporal detallado de la dinámica del esfuerzo cognitivo (Geller et al., 2019). En tercer lugar, al no requerir respuestas motoras ni verbales, esta medida reduce la posibilidad de interferencia consciente durante la ejecución (Rojas et al., 2024). Finalmente, a diferencia de otras técnicas como la electroencefalografía (EEG), que registra la actividad de múltiples regiones corticales, la pupilometría permite acceder de manera más específica a la actividad de determinadas zonas subcorticales (como se verá en la siguiente sección). Esta mayor especificidad podría explicar por qué los estudios que emplean pupilometría requieren una menor cantidad de ensayos en comparación con aquellos que utilizan EEG (Strauch et al., 2022).

En conjunto, estas características demuestran que la pupilometría constituye un indicador sensible y específico del esfuerzo cognitivo. Además, la modulación pupilar se considera un correlato neurofisiológico: una señal neurobiológica asociada a la actividad cognitiva. Estos correlatos permiten anclar a una base biológica los modelos cognitivos tradicionales, a menudo concebidos como “caja negra”, y validar constructos como el acceso semántico, la selección de significados o la integración durante el procesamiento del lenguaje.

Bases neurobiológicas de la respuesta pupilar

El tamaño de la pupila está regulado por dos músculos del iris: el esfínter, controlado por el sistema parasimpático, que la contrae en respuesta al aumento de luz o al enfoque de objetos cercanos; y el dilatador, controlado por el sistema simpático, que se activa frente a un incremento de la actividad cognitiva, como altos niveles de excitación o esfuerzo mental (Mathôt, 2018; Steinhauer et al., 2004).

En lo que sigue, nos centraremos en las vías neuronales responsables de la dilatación pupilar, ya que es el proceso de interés para este trabajo (Figura I.1). Aunque estas vías están menos comprendidas que las que intervienen en la constricción (en parte porque implican regiones cerebrales involucradas en múltiples funciones cognitivas), numerosos estudios han demostrado una fuerte correlación entre la actividad neuronal del *locus coeruleus* (LC) y los cambios en el tamaño pupilar, tanto en animales como en humanos (Joshi et al., 2016; Murphy et al., 2014). El LC es una estructura pequeña situada en el tronco encefálico, y es la principal fuente de noradrenalina en el cerebro (Aston-Jones &

Cohen, 2005), un neurotransmisor clave en funciones como la atención, la memoria de trabajo, la toma de decisiones y la consolidación de memorias (Sara, 2009).

Bases neuronales de la dilatación pupilar

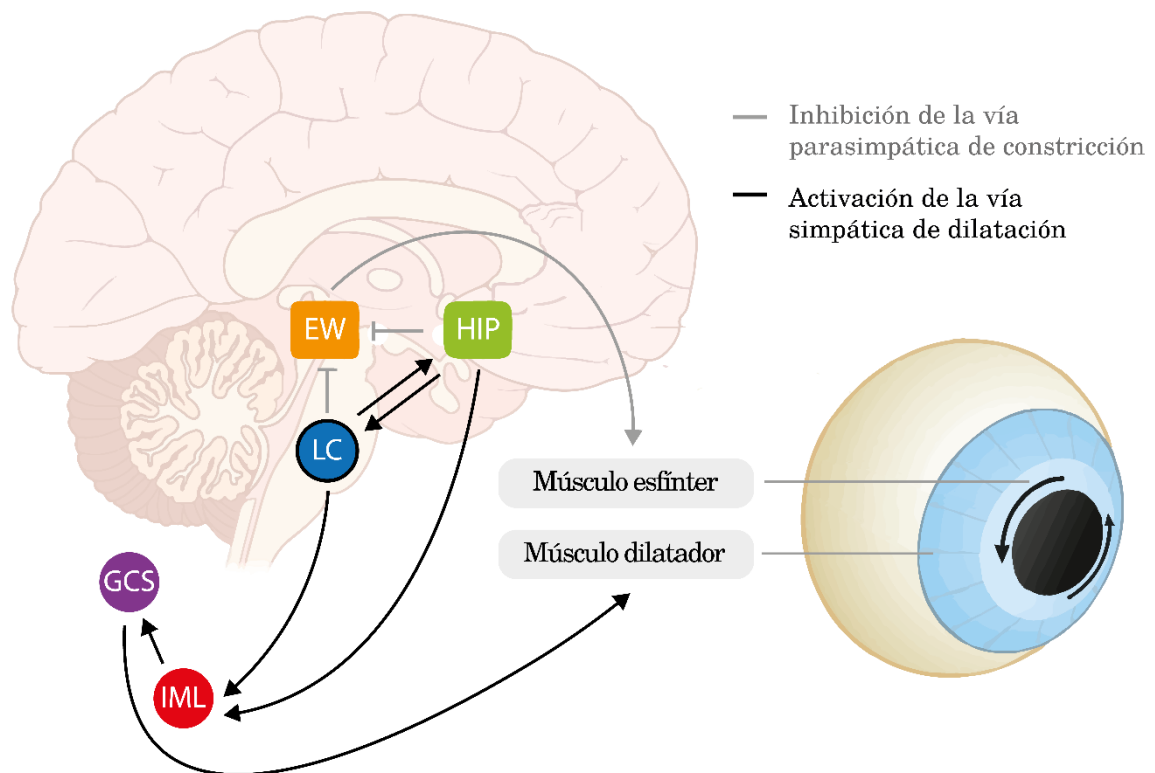


Figura I.1. **Esquema general de las vías de dilatación pupilar.** La dilatación se favorece mediante dos mecanismos complementarios: la excitación de la vía simpática de dilatación (flechas negras), y la inhibición de la vía parasimpática de constricción de la pupila (flechas grises). La vía simpática se inicia en el LC y llega al músculo dilatador del iris a través de la columna intermediolateral de la médula espinal (IML) y el ganglio cervical superior (GCS) (Murphy et al., 2014). Además, la actividad de LC inhibe la vía parasimpática de constricción actuando sobre el núcleo Edinger-Westphal (EW). Se considera que el hipotálamo (HIP) cumple un papel análogo al del LC, contribuyendo a la dilatación por ambas vías, y manteniendo conexiones excitatorias recíprocas con el LC. *Adaptado de Strauch et al. (2022).*

Si bien la actividad del LC refleja en términos generales el estado de excitación del organismo, su actividad se organiza en dos modos funcionales: tónico y fásico (Aston-Jones & Cohen, 2005). En el modo tónico, el LC presenta una actividad sostenida que refleja el nivel general de activación y preparación para involucrarse en una tarea (Gilzenrat et al., 2010; Unsworth & Robison, 2017). En

este contexto, el tamaño pupilar basal de un individuo se ha propuesto como un índice del nivel de concentración o compromiso general (Chapman & Hallowell, 2021). En el modo fásico, en cambio, el LC responde con ráfagas breves ante eventos relevantes, facilitando la atención sostenida y la inhibición de información irrelevante (Aston-Jones & Cohen, 2005). En conjunto, estos modos se reflejan en dos tipos de dinámica pupilar: cambios sostenidos en el tamaño pupilar basal y fluctuaciones transitorias en relación con ese nivel basal. La interacción entre los modos de actividad del LC sería fundamental para el rendimiento cognitivo (Chapman & Hallowell, 2021).

A diferencia de la dilatación pupilar provocada por cambios en la iluminación o en la distancia focal, la función evolutiva de la dilatación asociada a procesos cognitivos sigue siendo en gran parte desconocida; más aún considerando que estos cambios no ocurren únicamente frente al procesamiento de estímulos visuales (de hecho, en muchos estudios se procura minimizar la estimulación visual para evitar cambios en la iluminación). Una posible explicación se basa en el equilibrio entre agudeza y sensibilidad visual, que varía según las demandas de la situación (Mathôt, 2018). Las pupilas más pequeñas favorecen la agudeza visual, es decir, la capacidad de percibir detalles finos con nitidez. En cambio, las pupilas más dilatadas aumentan la sensibilidad visual, facilitando la detección de objetos sobre un fondo. Así, cuando una persona se concentra en una tarea, puede ser útil una mayor agudeza visual (pupilas menos dilatadas). En cambio, en contextos de vigilancia o exploración, donde es importante detectar señales sutiles en el entorno, la sensibilidad se vuelve prioritaria, lo que se refleja en una mayor dilatación pupilar. En esta línea, incluso cuando el estímulo procesado no es visual (por ejemplo, al escuchar una palabra), la dilatación pupilar podría contribuir a optimizar otros sentidos que aporten información adicional. Sin embargo, aún se necesitan más estudios para comprender con mayor precisión el papel funcional de estos cambios en diferentes contextos cognitivos.

Pupilometría y lenguaje

La pupilometría se utiliza cada vez más en la investigación del lenguaje (Rojas et al., 2024), proporcionando información objetiva y en tiempo real sobre el esfuerzo cognitivo en tareas que apuntan al acceso léxico (Guasch et al., 2017; Haro, Guasch, et al., 2017; Kuchinke et al., 2007; McLaughlin et al., 2022), al procesamiento semántico (Geller et al., 2019; Haro et al., 2023; Mathôt et al., 2017; Pluchino et al., 2014) y la producción de palabras (El Haj et al., 2022; Ryals et al., 2021). Por ejemplo, Kuchinke et al. (2007) registraron respuestas pupilares mientras los participantes realizaban una tarea de decisión léxica y encontraron

que las palabras de baja frecuencia evocaban una mayor dilatación pupilar y tiempos de reacción más largos.

Respecto de la ambigüedad semántica, tema central de esta tesis, Haro et al. (2023) mostraron que las palabras con múltiples significados producían una mayor dilatación pupilar en una tarea de número de significados, en la cual se pedía a los participantes que indicaran cuántos significados diferentes podían atribuir a cada palabra. De modo similar, Kadem et al. (2020) observaron una mayor dilatación pupilar al escuchar oraciones con palabras ambiguas, que al escuchar oraciones sin ambigüedad.

Curiosamente, son pocos los estudios que han examinado cómo el contexto influye en la respuesta pupilar durante la comprensión del habla (por ejemplo, Engelhardt et al., 2010; Winn et al., 2015). Engelhardt et al. (2010) observaron que la dilatación pupilar provocada por oraciones prosódicamente ambiguas se reducía al presentar un contexto visual relevante, como una imagen que representaba el significado de la oración. Por su parte, Winn et al. (2015) registraron la respuesta pupilar mientras los participantes escuchaban oraciones con distintos grados de congruencia contextual. La dilatación pupilar fue menor cuando el contexto semántico era congruente con la palabra objetivo final (por ejemplo, “Revuelve tu café con una *cuchara*”), en comparación con oraciones sin un contexto relevante o informativo (por ejemplo, “Jane pensó en una *cuchara*”). Si bien su aplicación al estudio del contexto lingüístico aún es limitada, estos hallazgos reflejan el potencial de la pupilometría para evidenciar mecanismos internos involucrados en el procesamiento del lenguaje.

Aportes de esta tesis

Esta tesis busca contribuir a la comprensión del rol del contexto semántico en el procesamiento de palabras, partiendo de una caracterización del contexto según su dimensión temporal y, además, incorporando la dimensión idiomática. A partir de estas clasificaciones, se abordan vacíos conceptuales y metodológicos en la literatura actual.

En primer lugar, se propone una delimitación precisa del efecto del contexto semántico global y su dinámica en el tiempo. A diferencia del contexto local, cuya influencia ha sido ampliamente documentada, el rol del contexto global ha recibido menos atención y su caracterización ha sido inconsistente. En muchos estudios, los efectos atribuidos al contexto global están contaminados por restricciones sintácticas o léxicas propias del entorno local en el que se inserta la palabra objetivo. Esta tesis introduce un diseño experimental novedoso que permite evaluar específicamente el efecto del contexto global mediante la

presentación de palabras ambiguas aisladas, sin un marco oracional. Además, el contexto global se manipula como un componente lingüístico separado, y en una tarea distinta, evitando que funcione como una influencia local.

En segundo lugar, se examina si la facilitación semántica producida por el contexto global se traduce no solo en respuestas conductuales más rápidas o precisas, sino también en una reducción del esfuerzo cognitivo, evaluado mediante medidas pupilares. Si bien la pupilometría ha sido ampliamente utilizada como un marcador sensible del esfuerzo cognitivo en tareas de procesamiento lingüístico, su aplicación al estudio del contexto semántico ha sido limitada. Esta tesis propone, de forma novedosa, investigar la modulación pupilar generada por el contexto global, contribuyendo así a una comprensión más integral de los mecanismos que subyacen a su efecto durante el procesamiento léxico. A su vez, plantea el valor de la pupilometría como un indicador neurofisiológico sensible y confiable para estudiar los efectos del contexto en la comprensión del lenguaje.

En tercer lugar, se explora el alcance del contexto global en situaciones de bilingüismo, evaluando si dicho contexto puede influir en el procesamiento de palabras aun cuando se presenta en un idioma distinto. Estudios previos sugieren que los distintos idiomas de personas bilingües están estrechamente conectados e interactúan de forma dinámica. Sin embargo, no se ha evaluado específicamente si el contexto semántico global puede ejercer efectos interlingüísticos, ni se ha examinado este fenómeno utilizando medidas neurofisiológicas como la pupilometría. Esta tesis aborda esta pregunta mediante la aplicación del mismo paradigma experimental, adaptado a un contexto interlingüístico, y contribuye así a una comprensión más integrada del procesamiento bilingüe que articule el rol del contexto, las propiedades léxicas y los mecanismos de control lingüístico.

En conjunto, los aportes de esta tesis permiten comprender mejor cómo el contexto, en sus múltiples dimensiones, interviene en la construcción de significado, integrando evidencia conductual, neurofisiológica y computacional. Al caracterizar con mayor precisión el impacto del contexto semántico global y al proponer nuevas metodologías para su estudio, esta investigación amplía el alcance de los enfoques tradicionales. Además, al extender el análisis a situaciones bilingües, se contribuye al desarrollo de modelos más integrados del procesamiento del lenguaje, capaces de dar cuenta de su carácter flexible.

Objetivos e hipótesis

El objetivo general de esta tesis es investigar cómo el contexto semántico global afecta el procesamiento de palabras, integrando enfoques conductuales, neurofisiológicos y computacionales.

Los objetivos específicos, que estructuran los distintos capítulos de esta tesis, son los siguientes:

1. Evaluar si un contexto semántico global puede sesgar la interpretación de palabras ambiguas y caracterizar la dinámica temporal de dicho efecto.
2. Examinar en qué medida el contexto semántico global reduce el esfuerzo cognitivo durante la desambiguación. Además, evaluar si la influencia del contexto varía en función del grado de ambigüedad de la palabra.
3. Analizar en una población bilingüe si el efecto del contexto semántico global en un idioma se generaliza al procesamiento de palabras en otro idioma.

Nuestra hipótesis general es que la representación interna del contexto semántico global influye en el procesamiento de palabras de modo que, frente a una palabra ambigua, se ve facilitado el significado congruente con dicho contexto. Asimismo, proponemos que este tipo de contexto reducirá el esfuerzo cognitivo durante el procesamiento de palabras reflejado en una menor dilatación pupilar, y que dicho efecto será más pronunciado en el caso de palabras altamente ambiguas. Finalmente, sostenemos que, en una población bilingüe el contexto semántico global en un idioma afectará también al procesamiento de palabras en otro idioma, tanto en medidas conductuales como pupilométricas.

1 El rol del contexto semántico global en el procesamiento de palabras ambiguas

1.1. Introducción

En este primer capítulo se abordará el **objetivo 1** de la tesis: evaluar si un contexto semántico global puede sesgar la interpretación de palabras ambiguas y caracterizar la dinámica temporal de dicho efecto. Esta primera aproximación cumple, además, un rol fundamental como validación del protocolo experimental y de los estímulos, que serán utilizados en los capítulos posteriores.

Con este fin, se llevaron a cabo experimentos en modalidad online, lo que permitió alcanzar una mayor cantidad de participantes y, en consecuencia, una caracterización más robusta del fenómeno. En estos experimentos, el contexto global precedía a una palabra ambigua. Dicha palabra aparecía en una tarea de asociación, cuyas respuestas permitieron determinar a qué significado de la palabra se estaba accediendo. Además, la caracterización del efecto contextual se enriqueció mediante el uso de análisis de redes semánticas construidas a partir de las respuestas de asociación, lo que permitió explorar con mayor profundidad la estructura del significado inducido por el contexto.

A continuación, se describen en detalle algunos aspectos conceptuales y metodológicos de los experimentos correspondientes a este capítulo.

1.1.1 La tarea de asociación libre para medir procesamiento semántico

La tarea de asociación libre de palabras será nuestra tarea experimental y herramienta principal para inferir a qué significado se accede cuando se presenta una palabra ambigua, permitiéndonos evaluar si dicho acceso está sesgado por el contexto global previo. Se trata de una tarea simple: se presenta una palabra (la clave) y se le pide al participante que responda con la primera palabra que le venga a la mente. A pesar de su simplicidad, esta tarea constituye una herramienta metodológica sumamente poderosa para estudiar cómo se representa el significado de las palabras. En primer lugar, porque se ha visto que, de todos los tipos de asociaciones posibles (de colocación, fonológicas o semánticas), las respuestas que se dan en esta tarea reflejan principalmente propiedades semánticas del estímulo, en particular aquellas más centrales para su significado (ver Vivas et al., 2019, para dicho cálculo utilizando un corpus de español rioplatense). Por otro, las asociaciones están libres de las demandas básicas del lenguaje natural, como podrían ser restricciones sintácticas o pragmáticas (De Deyne et al., 2019; De Deyne & Storms, 2008). Además, en relación con otras tareas, la asociación libre ofrece un acceso más amplio a aspectos del significado relacionados con la experiencia y permite capturar múltiples tipos de relaciones semánticas entre palabras (causales, funcionales o conceptuales) (Borge-Holthoefer & Arenas, 2010; De Deyne et al., 2021). Por

ejemplo, ante la palabra “copa” pueden aparecer asociaciones de alegría vinculadas a la experiencia de haber ganado un campeonato, las cuales no forman parte estricta de su definición pero que surgen de experiencias que influyen en cómo se representa su significado. En conjunto, estas propiedades hacen de tarea de asociación una herramienta útil para estudiar las representaciones internas de las palabras y para explorar la flexibilidad del sistema de procesamiento léxico.

La asociación libre en el estudio de palabras ambiguas

La tarea de asociación libre ha sido utilizada extensamente para investigar la ambigüedad semántica, ya que permite evaluar a qué significado acceden los participantes a partir de sus respuestas (Rodd et al., 2013; Twilley et al., 1994). Utilizando esta tarea, una serie de investigaciones mostraron que la exposición a oraciones con palabras ambiguas en contextos que favorecen uno de sus significados (por ejemplo, “seguro” en referencia a la salud en “Tenés que contratar un seguro para cubrir tus facturas médicas”) incrementa la probabilidad de producir asociaciones ligadas a ese significado (Blott et al., 2022; Gaskell et al., 2019; Gilbert et al., 2018; Rodd et al., 2016). Los autores concluyen que la disponibilidad de cierto significado no es una propiedad fija, sino que puede adaptarse en función de la experiencia reciente. Un aspecto relevante es que este efecto se mantiene en el tiempo: se observó 20 minutos después de la exposición, y en algunos estudios persistió incluso hasta 12 horas después (Gaskell et al., 2019). Para explicar este fenómeno, se propone la noción de “contexto episódico”, según la cual cuando una palabra aparece en una oración, se genera una memoria episódica nueva en la que la palabra se liga a su contexto oracional y esto facilita la comprensión futura. A partir de estos hallazgos, nos preguntamos cómo será la dinámica del efecto contextual en nuestro caso, diferenciando el efecto inmediato (pocos segundos), mediano (minutos), o largo plazo (de min a horas). En nuestro estudio los contextos son globales y no incluyen explícitamente la palabra ambigua por lo que la facilitación no podría darse por una memoria vinculando la palabra con el contexto. En cambio, como se discutió en la Introducción general (sección “Mecanismos cognitivos: integración y predicción”), el efecto contextual probablemente surge de la construcción de una representación semántica del contexto. La pregunta central es, entonces, si los efectos derivados de esta construcción semántica del contexto siguen una dinámica temporal similar a la de los efectos basados en memorias episódicas.

Además de la dinámica temporal del efecto contextual, estas investigaciones han examinado cómo la frecuencia relativa del significado modula este sesgo. Los

resultados muestran que el efecto de sesgo es más pronunciado cuando se favorece el significado menos frecuente (Rodd et al., 2013), lo que indicaría que los hablantes actualizan sus expectativas en mayor medida frente a un estímulo lingüístico inesperado. No obstante, este patrón no siempre ha sido replicado (por ejemplo, ver Blott et al., 2022), lo que deja abierto el interrogante acerca de si también se observará bajo un contexto global en el que la palabra ambigua no aparece explícitamente. En la misma línea, podría preverse que cuando el contexto global sesga un significado más frecuente, su aporte resulte menos informativo y necesario que cuando orienta hacia un significado menos frecuente.

1.1.2 Redes semánticas

Una herramienta particularmente útil para investigar el sesgo en la interpretación de palabras ambiguas son las redes semánticas, ya que permiten representar y cuantificar las relaciones entre significados. Esta idea se basa en el trabajo seminal de Collins & Quillian (1969), quienes propusieron que la memoria semántica puede representarse como una red, en la que los nodos representan palabras o conceptos y los enlaces (o conexiones) reflejan sus relaciones. Bajo este enfoque, el significado de una palabra se entiende a partir de las conexiones que establece con otras. En la Figura 1.1 se presenta una ilustración esquemática de las conexiones directas de la palabra “lechuza” en una red semántica, en donde se ven nodos que representan su significado como “animal”, “pájaro” o “ave”.

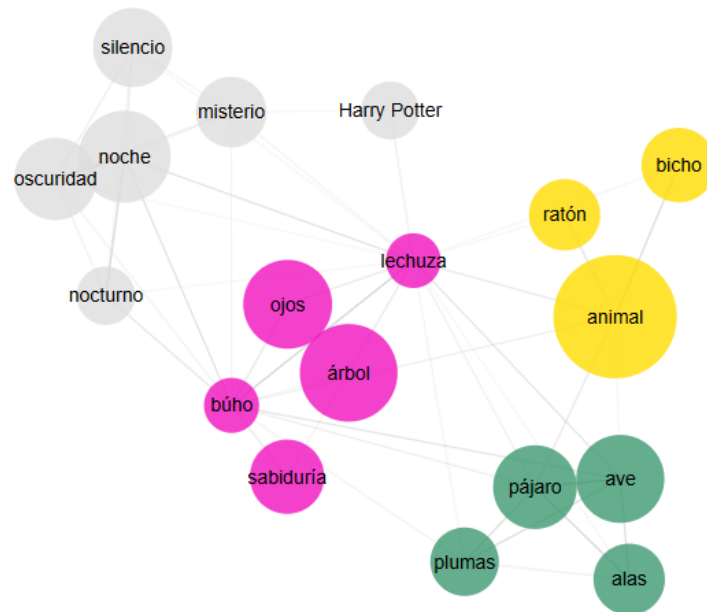


Figura 1.1. **Visualización de una red semántica.** Se muestran las palabras asociadas con la palabra “lechuza” en la base de datos SWOW-RP, disponible en <https://smallworldofwords.org/uy/project/visualize>.

Representar el lenguaje como red permite analizar de manera cuantitativa los procesos cognitivos implicados en la construcción y el uso de las representaciones semánticas. Existen múltiples métricas que pueden utilizarse para caracterizar la estructura de una red. En este trabajo nos centraremos en tres particularmente relevantes en la literatura de redes semánticas: grado (o fuerza), camino más corto y modularidad (Figura 1.2). El grado (o fuerza, en redes con enlaces pesados) corresponde al número de conexiones que tiene un nodo. A nivel de red, el grado promedio constituye una estimación de su conectividad, indicando cuántos vínculos existen en promedio entre palabras (Newman, 2018). Esta métrica ha demostrado, por ejemplo, ser un buen predictor de la rapidez en tareas de decisión léxica (De Deyne et al., 2013). El camino más corto se define como la cantidad mínima de pasos necesarios para conectar dos nodos (Newman, 2018). Su longitud promedio refleja la eficiencia de la red, en tanto indica con qué facilidad la información puede propagarse de forma paralela e integrada entre distintos conceptos (Bullmore & Sporns, 2012). Por último, la modularidad evalúa en qué medida los nodos se agrupan en comunidades o subredes más densamente conectadas internamente que con el resto de la red (Newman, 2018). Esta métrica aporta información sobre la organización interna de la red. Se ha propuesto que la memoria semántica podría organizar la información de forma fuertemente modular (por ejemplo, agrupando categorías) de forma tal de optimizar los procesos cognitivos de búsqueda y recuperación de conceptos (Borge-Holthoefer & Arenas, 2010).

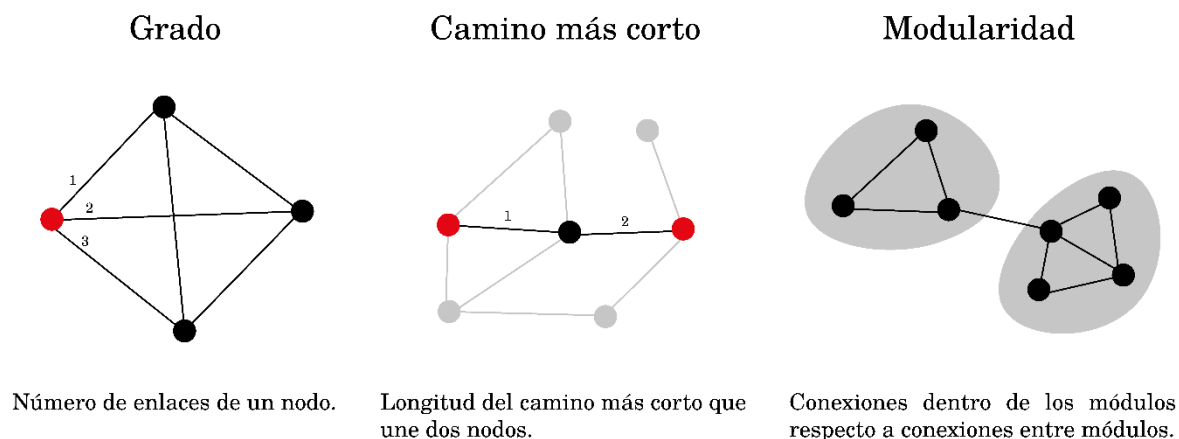


Figura 1.2. **Ilustración esquemática de las métricas de redes.** Se presentan tres redes hipotéticas que muestran (de izquierda a derecha): un nodo (en rojo) con grado igual a tres; el camino más corto entre dos nodos (en rojo) igual a dos; y una red con alta modularidad.

A partir del análisis de estas métricas, distintos trabajos han mostrado cómo cambia la organización semántica según la población o la condición experimental. En envejecimiento, por ejemplo, Wulff et al. (2022) observaron que los adultos mayores presentan redes semánticas con un grado promedio menor (menos conectadas) y longitudes de camino más largas (menos eficientes) en comparación con las de los adultos más jóvenes. En bilingüismo, la red semántica de la segunda lengua presenta una estructura menos modular que la red de la lengua materna (Borodkin et al., 2016). Asimismo, Locker et al. (2003) mostraron que el procesamiento eficiente o ineficiente de palabras ambiguas aisladas depende de cómo se organizan las representaciones de sus significados en un modelo de red semántica. En particular, observaron que cuando los significados no estaban relacionados, la competencia entre ellos aumentaba si la estructura de la red semántica favorecía su conexión. En conjunto, estos hallazgos sugieren que la caracterización en términos de redes constituye una herramienta valiosa para describir y cuantificar propiedades de la organización semántica que inciden en los procesos de acceso y recuperación de la información.

Redes semánticas para cuantificar el efecto contextual

En nuestro trabajo, podemos pensar a la representación mental del significado de una palabra ambigua como una red semántica que se activa frente a su presentación. Si el contexto global previo facilita el procesamiento hacia un significado particular de la palabra, esperaríamos observar cambios en la red asociada a ese significado. Partiendo de la idea de que la estructura de la red

afecta los procesos de acceso y recuperación de información, dichos cambios podrían actuar como limitaciones transitorias del patrón de activación de la red que favorecen un significado sobre otro y que, crucialmente, pueden capturarse a partir de distintas métricas de redes. En particular, proponemos que el contexto global congruente reorganiza la red semántica de modo que los significados apropiados aparecen más interconectados (mayor fuerza promedio), lo que facilita su activación conjunta y reduce la competencia con sentidos alternativos. Además, la estructura de la red será más eficiente entre nodos de este significado (menor longitud de caminos más cortos), lo que aceleraría el acceso y la recuperación de este durante el procesamiento. Finalmente, esperamos una mayor modularidad, lo que reflejaría que dicho significado tiende a organizarse en comunidades más densamente conectadas en torno al significado favorecido y menos conectadas con significados alternativos, reduciendo así la competencia entre interpretaciones.

Cómo se construyen las redes semánticas

Para evaluar estas predicciones, construiremos redes semánticas a partir de las respuestas obtenidas en la tarea de asociación libre para cada palabra ambigua, en cada condición. Asumimos que dichas respuestas reflejan la representación mental activada por la palabra ambigua en esa tarea. Un aspecto metodológico central de este abordaje, y que constituye la práctica habitual en la investigación con redes semánticas (Dubossarsky et al., 2017), es que las redes se construyen a partir de las respuestas conjuntas de todos los participantes para cada palabra, bajo la premisa de que la representación del significado a nivel poblacional se aproxima a la representación de un individuo.

Como mencionamos, los nodos de nuestra red serán las respuestas obtenidas en la tarea de asociación libre. Sin embargo, una cuestión metodológica clave es cómo determinar las conexiones de esos nodos, es decir, qué criterio define la relación semántica que une dos palabras. La literatura previa ha utilizado diversos índices de relación semántica, incluyendo relaciones explícitas en diccionarios (como sinónimos o antónimos) o coocurrencia en tareas de fluencia verbal o corpus de texto (Borge-Holthoefer & Arenas, 2010). En este trabajo emplearemos dos enfoques complementarios para estimar la relación semántica entre dos palabras. Por un lado, utilizaremos la base de datos de asociación libre SWOW-RP. Tal como detallamos en la sección anterior (“Asociaciones de palabras”), reflejan las conexiones que los hablantes establecen entre palabras a partir de su experiencia lingüística y cultural. Retomando esa idea, la Figura 1.1 muestra una red derivada de datos de SWOW-RP que ilustra las asociaciones de “lechuza”. En términos de la construcción de redes, esto implica que “lechuza”

quedaría directamente conectada con palabras como “misterio”, “silencio” o “Harry Potter”, las cuales trascienden el significado estricto de la palabra, y reflejan elementos vinculados a experiencias, contextos y conocimientos compartidos por los hablantes en torno a dicha palabra. Por otro, utilizaremos fastText (Mikolov et al., 2017), un modelo de procesamiento de lenguaje natural preentrenado no contextualizado que representa cada palabra como un vector (*word embedding*) en un espacio semántico (el modelo es no contextualizado porque este vector es igual sin importar el contexto en el cual aparezca la palabra). Estos vectores capturan relaciones semánticas a partir de patrones de coocurrencia en grandes corpus de texto, lo que permite cubrir un vocabulario mucho más amplio. Así, mientras SWOW-RP ofrece una medida conductual situada en la variante rioplatense del español, fastText aporta una representación de amplia cobertura capaz de generalizar también a palabras poco frecuentes o ausentes en SWOW. La combinación de ambas fuentes nos permitirá construir redes robustas y complementarias, integrando tanto datos conductuales como modelos computacionales del lenguaje, los cuales no suelen capturar exactamente las mismas dimensiones semánticas (Hussain et al., 2024).

1.1.3 Objetivos e hipótesis del capítulo

Partiendo del objetivo 1 que orienta este capítulo, se formulan de manera más detallada los siguientes objetivos e hipótesis:

1. **Evaluar si un contexto semántico global puede sesgar la interpretación de palabras ambiguas.** Planteamos como hipótesis que la representación interna del contexto semántico influye en el procesamiento de las palabras, de modo que frente a una palabra ambigua se facilita el procesamiento del significado congruente con dicho contexto.
2. **Analizar la dinámica temporal del efecto contextual.** Sostenemos que la representación interna del contexto semántico presenta una activación transitoria, por lo que los efectos contextuales serán de duración intermedia (minutos).
3. **Examinar si el efecto contextual depende de la frecuencia relativa de los significados.** Nuestra hipótesis es que la modulación contextual será mayor para los significados menos frecuentes, dado que en esos casos el contexto resulta más informativo que cuando sesga un significado más frecuente.
4. **Estudiar, mediante un abordaje de redes semánticas, si el contexto global modifica la estructura de las representaciones asociadas al significado de una palabra ambigua.** Proponemos que el contexto global reorganiza la red semántica de forma tal de potenciar la activación del significado congruente y

limitar la de significados alternativos. Esto se reflejará en que los nodos de dicho significado presentarán una mayor fuerza promedio, una menor longitud de caminos más cortos y una mayor modularidad.

1.1. Métodos

1.1.1. Participantes

Los participantes fueron reclutados vía mail y a través de las redes sociales del laboratorio (Twitter, Facebook e Instagram). Previo a comenzar el experimento, aceptaron un consentimiento informado aprobado por el Comité de Ética del Instituto de Investigaciones Médicas Alfredo Lanari. Todos eran hablantes nativos de español. Los participantes fueron incluidos en un sorteo mensual de libros, cuyo ganador fue informado a través de las redes sociales y por correo.

El tamaño de la muestra para los tres experimentos se basó en el proyecto SWOW-RP, que emplea la misma tarea de asociación libre en una población similar (Cabana et al., 2024). Se establecieron ciertos criterios de exclusión con el objetivo de asegurar la calidad de los datos y controlar posibles casos de falta de atención (Rodd, 2024). El primer criterio estuvo relacionado con el desempeño en una tarea de control atencional: se consideró la exclusión de aquellos participantes cuyo desempeño fuera menor a tres desviaciones estándar de la media, o cuya proporción de respuestas correctas fuera inferior al 25 % esperado por azar. No obstante, ningún participante fue excluido según este criterio.

El segundo criterio se basó en la duración total de la tarea. Se eliminaron aquellos participantes cuya duración excediera en más de tres desviaciones estándar el tiempo promedio. Según este criterio, se excluyeron tres personas en el Experimento 1A, dos en el Experimento 1B y una en el Experimento 1C.

La muestra final del Experimento 1A estuvo compuesta por 75 personas, con una edad promedio de 33,3 años [desvío estándar (DE) = 12,5], de las cuales 44 (59%) se identificaron como mujeres, 28 (37%) como varones y 3 (4%) no especificaron su género. En el Experimento 1B se incluyeron a 68 personas, con una edad promedio de 31,3 años (DE = 9,6), de las cuales 52 se identificaron como mujeres, 13 como varones y 3 no especificaron su género. Finalmente, la muestra del Experimento 1C incluyó 117 personas, con una edad promedio de 30,9 años (DE = 11,0), de las cuales 72 se identificaron como mujeres, 41 como varones y 4 no especificaron su género.

1.1.2. Materiales

1.1.2.1. Palabras objetivo

Se utilizaron 64 palabras ambiguas en español como *palabras objetivo*, es decir, los estímulos principales sobre los cuales queremos evaluar los efectos del contexto. Las *palabras objetivo* ambiguas eran sustantivos que pertenecían a 16 categorías semánticas predefinidas, con cuatro palabras por categoría (p. ej., música, economía, fútbol, animales, etc.) (ver Apéndice A para obtener una lista completa de estímulos y el Apéndice B para ver las propiedades léxicas). Además, se seleccionaron 32 *palabras distractoras* para que la lógica del experimento no fuera evidente para los participantes. En consecuencia, estas palabras no estaban dentro de ninguna de las 16 categorías semánticas definidas previamente, no eran ambiguas y sus propiedades léxicas eran comparables a las de las *palabras objetivo*.

La selección de las *palabras objetivo* se realizó en dos etapas:

1. Preselección: se preseleccionó un conjunto de 218 palabras ambiguas que formaban parte de los corpus de ambigüedad semántica disponibles (Fraga et al., 2017; Haro, Ferré, et al., 2017; López Cortés & Horno Chéliz, 2021; Monzó, 1991) o cumplían con el criterio de ser “potencialmente ambiguas” definido por Haro, Ferré, et al. (2017), que consiste en tener más de una entrada o más de cinco acepciones en el Diccionario de la lengua española de la (Real Academia Española, 2014).
2. Evaluación de la frecuencia relativa: del conjunto inicial se seleccionaron aquellas palabras cuyo significado de interés (es decir, el asociado a la categoría semántica asignada) fuera lo suficientemente frecuente para activarse durante el experimento, pero no tan frecuente como para generar un efecto techo que dificultara detectar un posible sesgo inducido por el contexto. Así, se seleccionaron palabras con frecuencia relativa del significado de interés entre 0,1 y 0,7, obteniendo un conjunto final de 64 *palabras objetivo* ambiguas con una media de $0,35 \pm 0,17$ DE.

Cálculo de la frecuencia relativa del significado de interés

Para evaluar la frecuencia de los significados utilizamos la base de datos «Small World of Words» de Español Rioplatense - SWOW-RP (Cabana et al., 2024). Dado que los experimentos de este capítulo también emplean una tarea de asociación libre, partir de esta misma metodología para el cálculo de la frecuencia favorece una comparación directa entre la distribución de respuestas obtenidas con SWOW-RP (medida de referencia) y la obtenida tras la manipulación experimental (la presentación de un contexto global).

Un total de 20.222 respuestas estaban disponibles para las 218 palabras ambiguas preseleccionadas y todas las palabras tenían al menos 66 respuestas. Para cada palabra ambigua, calificamos manualmente si las respuestas dadas se alineaban o no con el significado de interés, es decir, con el significado relacionado con la categoría seleccionada. Por ejemplo, la palabra “nota” pertenecía a la categoría “música” y, por lo tanto, respuestas como “canción” o “escuchar” se calificaron como relacionadas, mientras que respuestas como “pluma” o “escribir” se calificaron como no relacionadas. A partir de esta clasificación, se utilizó la proporción de respuestas clasificadas como relacionadas como una estimación de la frecuencia relativa del significado de interés, ya que refleja con qué frecuencia ese significado específico tiende a activarse de manera espontánea en una tarea de asociación libre.

1.1.2.2. Contextos globales

Se utilizaron 64 contextos que consistieron en un texto junto con una imagen. Los textos e imágenes para estos contextos fueron extraídos de artículos de Wikipedia correspondientes a cada categoría. Estos contextos fueron representativos de las mismas 16 categorías semánticas que las *palabras objetivo*, con cuatro contextos por categoría. La longitud varió de 30 a 35 palabras [media (M) = 33,41; DE = 1,60]. Es importante señalar que ni el texto ni la imagen contenían la *palabra objetivo* en sí misma.

Dieciséis contextos adicionales fueron seleccionados para actuar como distractores. Estos se emparejaron con las *palabras distractoras* y eran representativos de otras ocho categorías. La longitud también varió de 30 a 35 palabras (M = 33,35; DE = 1,66).

La lista completa de textos y el enlace a un repositorio de OSF que contiene las imágenes y detalles adicionales se encuentran en el Apéndice A.

1.1.3. Procedimiento

1.1.3.1 Experimentos online

En este trabajo, los tres experimentos fueron realizados de forma online mediante la plataforma “The Gorilla Experiment Builder” (www.gorilla.sc), que permite diseñar, ejecutar y almacenar los datos de experimentos remotos. Esta herramienta ha sido empleada en diversos estudios sobre procesamiento lingüístico, incluyendo investigaciones sobre aprendizaje (Laurino et al., 2022; Vujović et al., 2021), procesamiento semántico (Lecker & Aviezer, 2021; Pollock, 2018) y bilingüismo (Poort & Rodd, 2019; Shiron et al., 2021). Además, ha

demostrado ser precisa en la medición de tiempos de respuesta (Anwyl-Irvine et al., 2020).

Si bien la modalidad online presenta ciertos desafíos metodológicos como la dificultad para verificar información demográfica, la posibilidad de distracciones, o la variabilidad en los dispositivos utilizados, existen estrategias que permiten mitigar estos inconvenientes (Rodd, 2024). Así, pueden implementarse controles que mejoren la calidad de los datos, como tareas de verificación de atención o criterios de exclusión basados en el desempeño (por ejemplo, un porcentaje mínimo de respuestas correctas). Asimismo, la inclusión de cuestionarios adicionales puede ayudar a confirmar variables demográficas relevantes y reforzar la selección adecuada de participantes.

Tomando estas precauciones, la recolección online de datos puede ser tan confiable como la presencial, con el beneficio adicional de reducir costos y ampliar el alcance de la muestra.

1.1.3.2 Procedimiento general

El estudio incluye tres experimentos. Se requirió que los participantes completaran el experimento en una computadora (el experimento no era accesible desde un teléfono o *tablet*) y se les instruyó que prestaran atención durante todo el experimento y no realizaran otras tareas simultáneamente. Asimismo, se les brindó la posibilidad de pausar el experimento al terminar un bloque.

Los ensayos experimentales consistieron en la presentación de la *palabra objetivo* en una tarea de asociación de palabras, precedida por un contexto semántico (ver Figura 1.3 para un ejemplo ilustrativo). El contexto semántico consistía en la presentación de un texto breve acompañado de una imagen. Para mantener la atención de los participantes y, especialmente, asegurarnos de que procesaran el texto y la imagen del contexto semántico, el mismo incluía una tarea de control: la pantalla tenía un diseño similar al de un juego (tipo trivia) y el texto tenía una palabra faltante que los participantes debían completar, ganando 1 punto por cada respuesta correcta. Los participantes tenían 30 segundos para seleccionar la opción correcta entre cuatro alternativas y recibían *feedback* inmediatamente después de su respuesta, con un *tick* o una cruz. Esta tarea de control presentaba cierto nivel de dificultad, de forma tal de mantener el compromiso de los participantes durante la tarea.

En la tarea de asociación de palabras, una *palabra objetivo* o *distractora* aparecía en la pantalla en formato escrito y se pedía a los participantes que escribieran la primera palabra que les viniera a la mente al leerla. Se les

instruyó que evitaran dar frases u oraciones como respuestas. Los participantes podían avanzar al siguiente bloque presionando la tecla ‘Enter’ en el teclado y no había límite de tiempo.

Los experimentos comenzaron con un único bloque de práctica. Al finalizar, los participantes debían completar un cuestionario final. En este cuestionario, se les pedía que informaran sobre sus niveles de concentración, cualquier inconveniente experimentado durante el experimento y si habían notado alguna relación entre las dos tareas (tarea de control del contexto global y tarea de asociación de palabras). Además, se pedía que puntuaran su atracción hacia cada una de las categorías presentadas en una escala del 1 (nada) al 5 (mucho).

1.1.4. Diseño

A continuación, se describen primero los aspectos generales del diseño experimental, y luego las particularidades de cada experimento.

Los ensayos se agruparon en bloques, de manera que dos tareas de asociación de palabras compartían el mismo contexto semántico, lo que permitió reducir la duración del experimento. Cada bloque, entonces, incluía la presentación de un contexto semántico, seguido de dos tareas de asociación de palabras, una en la condición congruente, y una en la condición incongruente (ver Figura 1.3). En la condición congruente, la categoría semántica del contexto coincidía con la categoría semántica de la *palabra objetivo* (por ejemplo, la palabra ambigua “nota” era precedida por un contexto relacionado con la música). En la condición incongruente, la categoría del contexto no coincidía con la categoría semántica de la *palabra objetivo*.

Para contrabalancear estas condiciones, las 16 categorías se dividieron aleatoriamente en dos listas: en una lista, la mitad de las categorías (32 contextos y 32 palabras ambiguas) aparecían en la condición congruente, mientras que, en la otra lista, la otra mitad aparecía en la condición incongruente. Así, cada palabra ambigua y cada contexto aparecían una única vez por participante, y podían estar en cualquiera de las dos condiciones (congruente o incongruente), dependiendo de la lista asignada. Por ejemplo, la categoría “música” aparecía en la condición congruente en la Lista 1 y en la condición incongruente en la Lista 2, y viceversa para la categoría “indumentaria” (ver Figura 1.3). Este diseño contrabalanceado permitió comparar el mismo estímulo, es decir, la misma palabra ambigua, en condiciones experimentales diferentes. De esta forma, controlamos diferencias en el procesamiento dadas por características intrínsecas de cada palabra que no siempre pueden igualarse

completamente, especialmente tratándose de palabras con múltiples significados (por ejemplo, su nivel de imaginabilidad, concreitud o familiaridad).

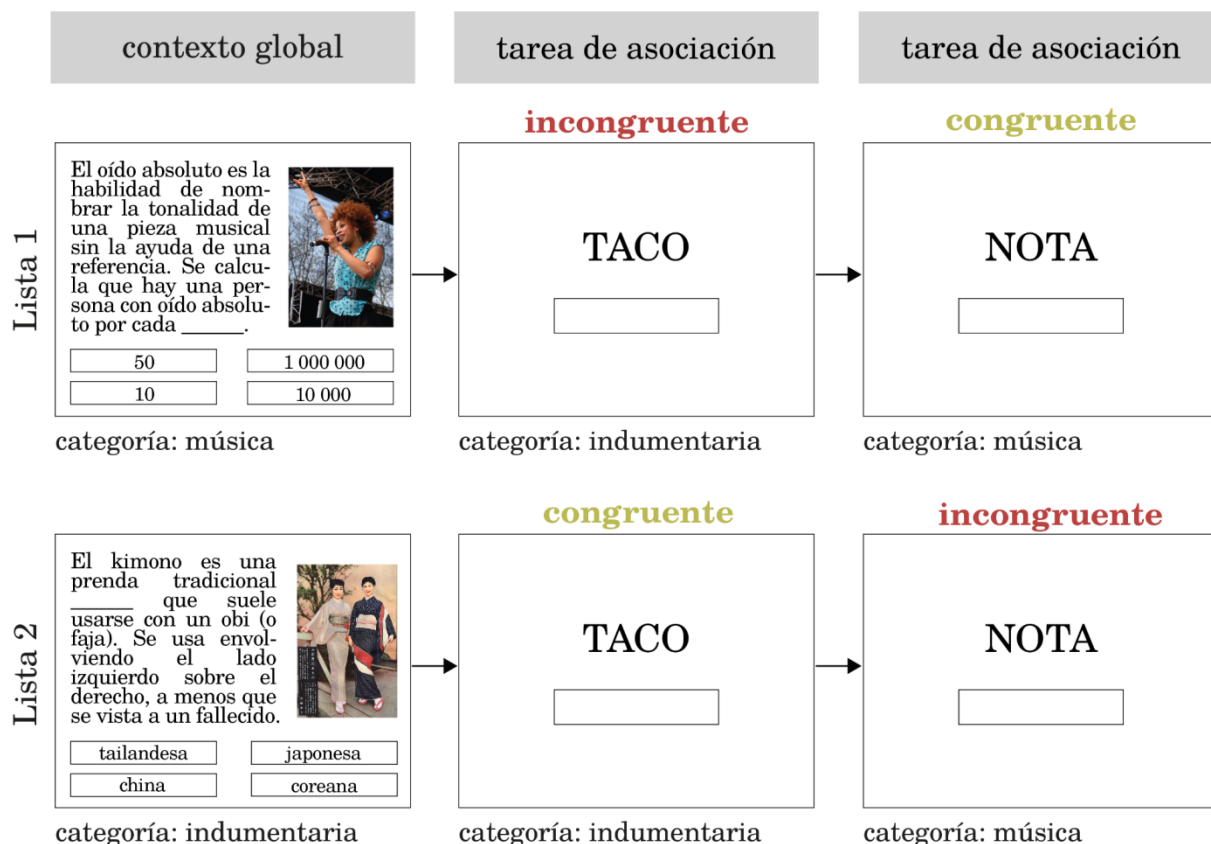


Figura 1.3. **Ejemplos ilustrativos de un bloque para cada lista.** En cada bloque, se presenta un contexto global que incluye una tarea de control (seleccionar la palabra faltante), perteneciente a una categoría determinada. A continuación, se muestran dos *palabras objetivo* en una tarea de asociación: una en la condición incongruente y otra en la condición congruente, en orden pseudoaleatorio. En la Lista 1 (bloque superior), la palabra “nota” aparece en la condición congruente y la palabra “taco” en la incongruente, mientras que en la Lista 2 (bloque inferior), ocurre lo inverso.

1.1.4.1. Experimento 1A

El experimento utilizó un diseño intra-sujeto 1x2 e incluyó 48 bloques, y 96 ensayos totales: 32 en la condición congruente, 32 en la condición incongruente y 32 distractores. De esta forma, en 32 de los 48 bloques totales, el contexto fue inmediatamente seguido por dos ensayos de tareas de asociación de palabras ambiguas presentadas secuencialmente: una en la condición congruente y la otra en la condición incongruente (en orden pseudoaleatorio, de modo que en la mitad de los bloques la condición congruente aparecía primero y viceversa). En los 16 bloques restantes, el contexto fue seguido por dos *palabras distractoras*. Las mismas 32 *palabras distractoras* aparecieron en ambas listas y siempre fueron

precedidas por contextos que no coincidían con su categoría semántica. La duración promedio de todos los bloques experimentales fue de 21 minutos (DE = 5).

1.1.4.2. Experimento 1B

El diseño intra-sujeto 1x2 de este experimento fue equivalente al del Experimento 1A (32 ensayos congruentes, 32 incongruentes y 32 de relleno). Sin embargo, a diferencia del Experimento 1A, se introdujo un intervalo de tiempo entre el contexto y la *palabra objetivo* con el objetivo de evaluar la dinámica del efecto contextual (Figura 1.4). En lugar de presentarse en el mismo bloque que su contexto, las *palabras objetivo* aparecían en el bloque siguiente. Por ejemplo, en un primer bloque se presentaba un contexto de categoría “música” pero las *palabras objetivo* eran ambas de otras categorías, como “raíz” (categoría “matemática”) y “partido” (categoría “política”). El bloque siguiente comenzaba con un nuevo contexto (por ejemplo, de categoría “animales”), y junto a ese contexto se presentaba una *palabra objetivo* congruente con el bloque anterior, como “nota” (categoría “música”), y otra incongruente, como “taco” (categoría “indumentaria”). Esta estructura se repetía a lo largo del experimento, de modo que siempre había un bloque intermedio entre la presentación del contexto y las *palabras objetivo* asociadas a él. El intervalo promedio entre el contexto y la aparición de sus *palabras objetivo* era de aproximadamente 50 segundos. La duración promedio de todos los bloques experimentales fue de 22 minutos (DE = 5).

1.1.4.3. Experimento 1C

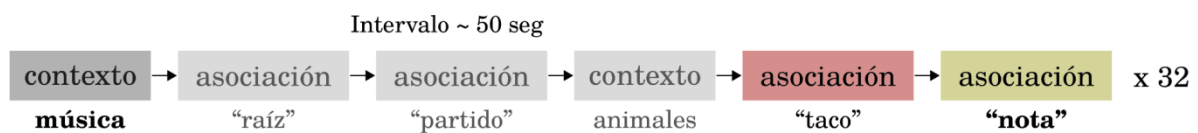
El experimento utilizó un diseño intra-sujeto 1x2 e incluyó 24 bloques y 48 ensayos: 16 ensayos congruentes, 16 incongruentes y 16 de relleno (la mitad que en los experimentos anteriores). En este caso, se introdujo un intervalo de tiempo entre el contexto global y la *palabra objetivo* mediante la inclusión de una tarea matemática (Figura 1.4). Durante la misma, aparecían distintos números en la pantalla y los participantes tenían que ir sumándolos sucesivamente e indicar luego el resultado final. De esta forma, a diferencia del Experimento 1B en donde durante el intervalo los participantes se les presentaban otras tareas de asociación y otro contexto global, en este caso, el intervalo no poseía contenido lingüístico. Al igual que en el Experimento 1B, la duración promedio del intervalo era de 50 segundos. En este caso, sin embargo, al duplicar la duración del experimento tras añadir la tarea matemática, se procedió a dividir el mismo a la mitad, y aumentar el tamaño de la muestra.

Entonces, en 16 de los 24 bloques, la presentación del contexto global era seguida por una tarea matemática simple y luego dos *palabras objetivo*: una congruente y otra incongruente con el contexto global (en orden pseudoaleatorio). En los 8 bloques restantes, el contexto fue seguido por dos *palabras distractoras*. Las mismas 16 *palabras distractoras* aparecieron en ambas listas y siempre fueron precedidas por contextos que no coincidían con su categoría semántica. La duración promedio de todos los bloques experimentales fue de 33 minutos (DE = 4).

Experimento 1A



Experimento 1B



Experimento 1C

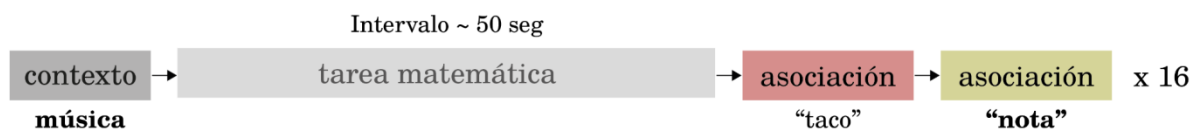


Figura 1.4. **Estructura de bloques para cada experimento del Capítulo 1.** En el Experimento 1A, las *palabras objetivo* (“taco” y “nota”) se presentan inmediatamente tras el contexto global (por ejemplo, de temática musical). En los Experimentos 1B y 1C, se introduce un intervalo de aproximadamente 50 segundos entre el contexto y las *palabras objetivo*: en 1B, mediante la intercalación de otro bloque; en 1C, con una tarea matemática sin contenido lingüístico. Los experimentos también incluían bloques con dos *palabras distractoras* (no ilustrados).

1.1.5. Procesamiento y análisis de datos

1.1.5.1. Análisis de consistencia

En la tarea de asociación de palabras, las respuestas para las *palabras objetivo* en cada condición se calificaron manualmente de acuerdo a si eran consistentes o no con el significado de interés, es decir, con el significado relacionado con la categoría seleccionada. Por ejemplo, la palabra “nota” pertenecía a la categoría “música” y, por lo tanto, respuestas como “canción” o “escuchar” se calificaron como “consistentes”, mientras que respuestas como “pluma” o “escribir” se

calificaron como “inconsistentes”. Así, se obtuvo la proporción de respuestas consistentes para la condición incongruente y para la congruente.

Los datos de consistencia se analizaron en R (v4.4.0; {R Core Team}, 2024), utilizando la función *glmer* del paquete lme4 (v1.1.35.3; Bates et al., 2015) para realizar un modelo lineal generalizado mixto (GLMM) usando una familia binomial y la función de enlace logit¹, incluyendo la Congruencia temática del contexto como factor fijo (niveles dentro de los participantes: incongruente [0] y congruente [1]). Finalmente, se realizó un modelo para examinar si el efecto del contexto dependía de la frecuencia del significado, el cual incluyó la Congruencia temática, la Frecuencia relativa del significado de interés (factor cuantitativo entre palabras, estimado durante la selección de estímulos) y su interacción como factores fijos.

En este tipo de análisis, las variables categóricas como la Congruencia temática se codifican como variables ficticias (o *dummy*), donde uno de los niveles se toma como referencia y los efectos se estiman en relación con dicho nivel. En este caso, la condición incongruente se trató como el nivel de referencia y se estimaron los parámetros (β) para la condición congruente. Las estimaciones β se presentan en la escala del modelo —logit— y no en la escala respuesta (probabilidades). La significancia del factor fijo se determinó con una Prueba de razón de verosimilitud (o *Likelihood-ratio test*), comparando el modelo que incluye el factor con un modelo que omite dicho factor.

Todos los modelos incluyeron a los participantes y a las palabras como factores aleatorios. Estos factores se incluyen para tener en cuenta la variabilidad inherente entre individuos y entre ítems, permitiendo generalizar los resultados más allá de la muestra específica utilizada. La estructura de los efectos aleatorios, es decir, qué términos de variación (interceptos y pendientes) se permiten variar por participante y por palabra, se determinó comparando el Criterio de Información de Akaike de cada modelo y con un Prueba de razón de verosimilitud, utilizando un enfoque de mejor camino hacia adelante (Barr et al., 2013). En el Apéndice C se detalla el modelo completo utilizado en cada caso, junto con un enlace al OSF que contiene los datos y los códigos empleados en los análisis.

1.1.5.2. Análisis de redes semánticas

Con el objetivo de explorar en mayor profundidad cómo el contexto influye en el procesamiento semántico, se examinó la estructura de las redes construidas a

¹ La función de enlace logit se define como $\log(p / (1 - p))$, donde p es la probabilidad de una respuesta igual a 1.

partir de las respuestas de todos los participantes. Mientras que los análisis anteriores se enfocaron en la proporción de respuestas consistentes con el significado de interés —una medida binaria—, este enfoque permite captar variaciones más complejas en la organización semántica general. En lugar de limitarse a determinar si las respuestas son o no consistentes, considera cuáles son esas respuestas y cómo se relacionan entre sí semánticamente según la condición experimental. Esto permite caracterizar con mayor riqueza los patrones de activación semántica que emergen bajo distintos contextos.

Todo el análisis se implementó en R (v4.4.0; {R Core Team}, 2024) utilizando el paquete `igraph` (Csárdi et al., 2025).

1.1.5.2.1. Construcción de las redes

Se construyó una red semántica por cada palabra ambigua en cada condición, resultando en un total de 128 redes (64 palabras ambiguas $\times$ 2 condiciones: congruente e incongruente). En cada red, los nodos representaron las respuestas producidas en esa condición, y los enlaces pesados reflejaron la similitud semántica entre pares de respuestas. Para estimar dicha similitud, se emplearon dos enfoques complementarios basados en distintos tipos de representaciones semánticas: uno derivado de la base de datos de asociación libre SWOW-RP y otro basado en corpus textuales, utilizando un modelo preentrenado de `fastText` (Mikolov et al., 2017).

Para estimar las representaciones semánticas con SWOW, se construyó una matriz de asociación que refleja con qué frecuencia una palabra fue dada como respuesta a otra (fuerza asociativa). Esta matriz se ponderó utilizando la información mutua puntual positiva (PPMI), que permite capturar cuán específica o informativa es una respuesta en función de su distribución (es decir, respuestas dadas frecuentemente a muchas palabras son consideradas menos informativas). Así, cada palabra quedó representada como un vector de asociación que resume su perfil asociativo, y cuya similitud con otros vectores refleja el grado en que comparten vecinos asociativos (ver De Deyne et al., 2019), para más detalles).

En el caso de `fastText`, se utilizó el modelo preentrenado `cc.es.300.bin`, entrenado sobre un corpus multilingüe que incluye Wikipedia y Common Crawl. Este modelo representa cada palabra como un vector de 300 dimensiones, construido a partir de patrones de coocurrencia en grandes volúmenes de texto. Una ventaja importante de este modelo es que puede generar representaciones para palabras fuera de vocabulario gracias al uso de subpalabras (n-gramas), lo que mejora notablemente su cobertura léxica.

En ambos casos, la similitud entre respuestas se calculó como el coseno del ángulo entre sus vectores, una medida continua que varía entre -1 y 1. Si el ángulo es cero, su similitud es uno; cuanto mayor sea el ángulo, menor será su similitud. Esta métrica es independiente de la longitud del vector (los dos vectores pueden incluso tener longitudes diferentes), por lo que es una medida muy comúnmente usada para espacios de alta dimensión (Landauer & Dumais, 1997). Para el análisis, se conservaron únicamente los valores positivos de similitud, por ser los que reflejan algún grado de relación significativa. Previamente, las respuestas fueron corregidas manualmente para unificar tildes y mayúsculas. Luego, se conservaron únicamente aquellas palabras que estaban en el vocabulario del modelo correspondiente o para las cuales fue posible generar una representación vectorial, en el caso de fastText. Cabe destacar que fastText ofreció una mayor cobertura (~98%) en comparación con SWOW (~80%).

Finalmente, los pesos de los enlaces se ajustaron en función de la proporción de aparición de cada respuesta, de manera que el peso final entre la respuesta i y la respuesta j se definió como:

$$peso_{ij}^{(c)} = similitud_{ij} \times prop_i^{(c)} \times prop_j^{(c)}$$

Ecuación 1.1

donde $similitud_{ij}$ representa la similitud semántica entre las respuestas i y j (estimada con SWOW o con fastText), y $prop_i^{(c)}$ y $prop_j^{(c)}$ son las proporciones de cada respuesta dentro del conjunto de respuestas de esa palabra ambigua en la condición c (congruente o incongruente).

1.1.5.2.2. Validación de la estructura de redes

Antes de analizar efectos contextuales en las estructuras de las redes, se llevó a cabo una validación del método evaluando si su estructura reflejaba los distintos significados de cada palabra ambigua. Para ello, se aplicó un algoritmo de detección de comunidades a las redes construidas a partir de las respuestas de los participantes, y se comparó este agrupamiento automático con la clasificación manual basada en la consistencia con el significado de interés. Una alta coincidencia entre ambas clasificaciones indicaría que la organización de la red representa adecuadamente el significado de interés, y respaldaría su uso para el análisis de cambios en la activación de este significado.

El agrupamiento de comunidades se realizó mediante el método *cluster_optimal*, que estima la partición de nodos que maximiza la modularidad del grafo. Esta optimización se formula como un problema de programación

entera y se resuelve mediante la librería GLPK. Luego, para determinar si ambas particiones (manual y automática) agrupaban las respuestas de manera similar en función del significado que representan, se utilizó el índice de Rand, una medida que permite cuantificar la similitud entre dos particiones. Sin embargo, para estimar este índice, primero fue necesario identificar cuál de las comunidades generadas por el algoritmo correspondía al significado de interés. Esta asignación se realizó utilizando el índice de Jaccard, que mide el grado de solapamiento entre dos conjuntos como la proporción entre los elementos compartidos (intersección) y el total de elementos únicos (unión). Se calculó este índice entre cada comunidad detectada y el conjunto de respuestas clasificadas manualmente como consistentes, y se seleccionó como representativo del significado de interés aquella comunidad con el mayor valor de Jaccard. Dado que el algoritmo podía generar más de dos comunidades, y la clasificación manual era binaria (consistente vs. no consistente), se procedió a binarizar la partición automática: se consideró por un lado la comunidad identificada como correspondiente al significado de interés, y por el otro, todas las comunidades restantes. De esta manera, ambas particiones pudieron ser comparadas directamente. Finalmente, se calculó el índice de Rand entre la partición automática binarizada y las etiquetas manuales, definido como:

$$\text{Índice de Rand} = (VP + VN) / \text{pares totales}$$

Ecuación 1.2

donde los verdaderos positivos (VP) son los pares de respuestas que ambas particiones agrupan juntas, y los verdaderos negativos (VN) son los pares que ambas particiones asignan a grupos distintos. El índice refleja la proporción total de acuerdos entre ambas particiones.

Finalmente, para evaluar la significancia estadística de posibles diferencias en el valor del índice de Rand entre condiciones de Congruencia temática, se utilizó un análisis de permutación. Así, se generó una distribución nula mediante permutaciones aleatorias de las etiquetas de condición, y el valor p se estimó como la proporción de permutaciones que producían diferencias iguales o mayores a la observada.

En resumen, tras el agrupamiento automático de comunidades, los pasos para evaluar la validez de la red fueron: (1) identificar la comunidad correspondiente al significado de interés mediante el índice de Jaccard; (2) calcular la similitud entre la partición automática binarizada y la clasificación manual con el índice de Rand; y (3) estimar la significancia estadística de las diferencias en el índice de Rand entre condiciones a través de un análisis de permutación.

1.1.5.2.3. Métricas de redes

Para evaluar los efectos del contexto en la activación del significado de interés, se calcularon distintas métricas que permiten caracterizar las respuestas asociadas a ese significado dentro de la red. Para ello, se extrajo un subgrafo, es decir, la porción de la red formada exclusivamente por las respuestas consistentes con el significado de interés y las conexiones entre ellas. Sobre estos subgrafos se estimaron indicadores de conectividad, eficiencia y organización interna (ver Figura 1.2), obteniendo una medida por red (es decir, por cada palabra en cada condición). En particular:

- Fuerza (conectividad): promedio de la suma de los pesos de los enlaces que conectan a cada nodo con sus vecinos. Esta métrica refleja cuán fuertemente conectadas están, en promedio, las respuestas dentro del subgrafo.
- Camino más corto (eficiencia): longitud promedio del camino pesado más corto entre pares de nodos del subgrafo. Cuanto más cortos son estos caminos, mayor es la eficiencia, ya que la información puede transmitirse más fácilmente entre las respuestas.
- Modularidad (organización): se estimó la contribución del subgrafo a la modularidad pesada total de la red. Esta medida refleja el grado en que el subgrafo forma un grupo cohesivo, con enlaces densos entre sus nodos y relativamente pocos enlaces con el resto de la red. Calculamos, para cada palabra, la modularidad del subgrafo (Q_c) utilizando la siguiente ecuación (basada en Clauset et al., 2004):

$$Q_c = \frac{1}{2m} \sum_{i,j \in M} \left[A_{ij} - \frac{k_i k_j}{2m} \right]$$

Ecuación 1.3

donde A_{ij} es la matriz de adyacencia pesada del subgrafo, k_i y k_j son las fuerzas (suma de pesos de enlaces) de los nodos i y j pertenecientes al subgrafo, m es el peso total de la red, y M representa el conjunto de nodos del subgrafo.

Los subgrafos que contenían un único nodo fueron excluidos del análisis, ya que no era posible calcular métricas de conectividad ni de estructura interna.

Finalmente, para evaluar la significancia estadística de las diferencias entre condiciones, se utilizó un análisis de permutación. Para cada métrica, se generó una distribución nula mediante permutaciones aleatorias de las etiquetas de

condición, y el valor p se estimó como la proporción de permutaciones que producían diferencias iguales o mayores a la observada.

1.2. Resultados

1.2.1. Análisis de consistencia

1.2.1.1. Experimento 1A

En este experimento evaluamos la influencia de un contexto global, es decir, un breve texto perteneciente a una categoría semántica específica, sobre la preferencia de significado de una palabra ambigua, utilizando una tarea de asociación de palabras. Se compararon dos condiciones: una congruente, en la que el contexto favorecía un significado específico de la palabra, y otra incongruente, en la que el contexto no era compatible con ninguno de sus significados.

La condición incongruente mostró una consistencia promedio de 0,38 [error estándar (EE) = 0,01] (Figura 1.5), que es muy similar a la frecuencia media del significado de 0,35 determinada con la base de datos SWOW-RP, en la cual no hay contexto presente durante la tarea de asociación de palabras. Tal como se esperaba, esta consistencia promedio aumentó a 0,51 (EE = 0,01) cuando se presentó un contexto temáticamente congruente antes de la *palabra objetivo*, es decir, en la condición congruente. El análisis estadístico confirmó que la diferencia en la consistencia entre las condiciones de contexto incongruente y congruente fue significativa [$\beta = 0,68$, (EE) = 0,08; $\chi^2(1) = 50,19$, $p < ,001$] (ver Apéndice C para un resumen de los resultados de cada experimento).

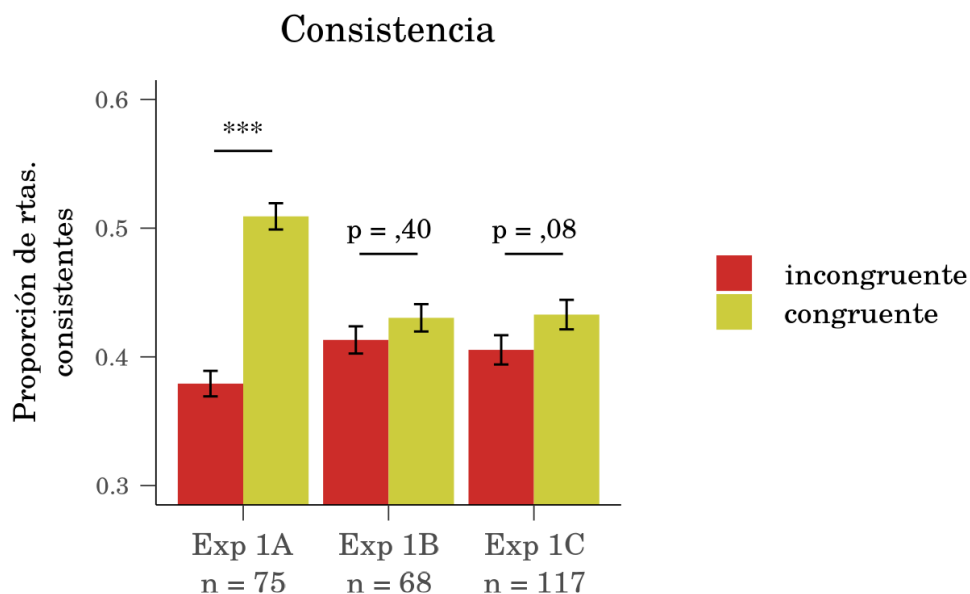


Figura 1.5. Experimentos 1A, 1B y 1C: consistencia promedio de respuestas. A. Proporción media $\pm$ error estándar de respuestas asociadas que son consistentes con el significado de interés en cada condición. *** $p < ,0001$.

Además, planteamos la hipótesis de que el efecto del contexto semántico dependería de la frecuencia del significado de interés, de manera que ocurriría una mayor modulación para los significados menos frecuentes. Sin embargo, no encontramos interacciones significativas entre la Congruencia temática y la Frecuencia relativa del significado [$\beta = -0,72$, EE = 0,50; $\chi^2 (1) = 2,12$, $p = ,15$]. Así, incluso para palabras con una frecuencia de significado de interés muy alta (por ejemplo, el sentido corporal de la palabra “palma”) el contexto es capaz de modificar las respuestas asociadas, aumentando aún más la consistencia con el significado relacionado con el contexto.

En resumen, los resultados de este experimento demuestran que el contexto global que precede a una palabra ambigua modula la preferencia de significado asociada, aumentando la consistencia entre el contexto (por ejemplo, “música”) y el significado de la palabra (por ejemplo: nota musical en lugar de escribir una nota).

1.2.1.1.1. Análisis suplementarios

Se realizaron tres modelos adicionales para verificar, en este primer experimento, si el efecto del contexto dependía de tres factores potencialmente influyentes: (1) la precisión en las respuestas de la tarea de control del contexto global (seleccionar la palabra faltante); (2) la posición en la que apareció la *palabra objetivo*, ya sea en primer o segundo lugar; y (3) el hecho de que los

participantes hubieran advertido la relación entre las dos tareas (según lo informado en el cuestionario final). El primer modelo incluyó como factores fijos la Congruencia temática, la Precisión en la tarea de control (niveles dentro de participantes: incorrecta [0] y correcta [1]) y su interacción. El segundo modelo incluyó la Congruencia temática, la Posición de la *palabra objetivo* (niveles dentro de palabras: primera [0] o segunda [1]) y su interacción como factores fijos. El tercer modelo incluyó la Congruencia temática, la Conciencia de la relación entre tareas (niveles entre participantes: sin conciencia [0] y con conciencia [1]) y su interacción como factores fijos.

Para la tarea de control, el 59% de las respuestas fueron correctas (por encima del nivel de azar del 25%). El análisis de este factor no reveló interacciones significativas entre la Congruencia temática y la Precisión en la tarea de control [$\chi^2(1) = 2,19$, $p = ,14$]. El análisis del segundo modelo tampoco reveló una interacción significativa entre la Congruencia temática y la posición de la *palabra objetivo* [$\chi^2(1) = 0,01$, $p = ,81$]. Finalmente, en cuanto a la Conciencia de la relación, el 60% de los participantes informó haber notado la relación entre las dos tareas. Sin embargo, tampoco encontramos una interacción significativa entre la Congruencia temática y la Conciencia de la relación [$\chi^2(1) = 1,61$, $p = ,21$].

Estos resultados indican que responder incorrectamente a la tarea de control, no haber notado la relación entre las tareas o que la *palabra objetivo* aparezca en segundo lugar no elimina ni disminuye la modulación del contexto sobre la selección de significado.

1.2.1.2. Experimento 1B

En este experimento nos propusimos evaluar la dinámica del efecto contextual introduciendo un intervalo de tiempo breve entre la presentación del contexto global y la *palabra objetivo*, mediante la intercalación de otro contexto y tareas de asociación entre ambos eventos.

Tal como se observa en la Figura 1.5, la condición incongruente mostró una consistencia promedio de 0,41 (EE = 0,01) mientras que la condición congruente presentó una consistencia promedio de 0,43 (EE = 0,01). El análisis estadístico no mostró diferencias significativas entre las condiciones de contexto incongruente y congruente [$\beta = 0,07$, EE = 0,08; $\chi^2(1) = 0,71$, $p = ,40$], por lo que no se encontraron evidencias de un efecto contextual.

Estos resultados sugieren que el efecto contextual que modula la preferencia por un significado asociado no se manifiesta cuando se introduce un intervalo de tiempo breve entre el contexto y la *palabra objetivo*.

1.2.1.3. Experimento 1C

En este experimento nos propusimos evaluar la dinámica del efecto contextual introduciendo un intervalo de tiempo breve de duración similar al del Experimento 1B (aproximadamente 50 segundos) entre la presentación del contexto global y la *palabra objetivo*, pero esta vez intercalando una tarea matemática sin contenido lingüístico.

La condición incongruente mostró una consistencia promedio de 0,41 (EE = 0,01), mientras que la condición congruente alcanzó un valor promedio de 0,43 (EE = 0,01) (Figura 1.5). Nuevamente, el análisis estadístico no reveló diferencias significativas entre ambas condiciones [$\beta = 0,13$, EE = 0,08; $\chi^2(1) = 3,07$, $p = ,080$].

Estos resultados indican que, al igual que en el Experimento 1B, el efecto contextual que modula la preferencia por un significado asociado no se manifiesta cuando se introduce un intervalo entre el contexto y la *palabra objetivo*.

1.2.2. Análisis de redes semánticas

1.2.2.1. Validación de la estructura de redes

En primer lugar, se evaluó el grado de concordancia entre la clasificación automática de comunidades y la clasificación manual, utilizando el índice de Rand. Para el Experimento 1A, los resultados muestran que dicho índice no difirió entre condiciones y alcanzó un valor promedio de 0,70 (EE = 0,02) en SWOW, y de 0,65 (EE = 0,01) en fastText. Este patrón se replicó en el Experimento 1B [SWOW: 0,70 (EE = 0,02); fastText: 0,66 (EE = 0,01)] y en el Experimento 1C [SWOW: 0,68 (EE = 0,01); fastText: 0,66 (EE = 0,01)]. Estos valores sugieren una buena correspondencia entre la clasificación manual y la segmentación automática, lo que indica que la estructura de las redes puede captar, al menos en parte, el significado de interés.

Además, el número de comunidades detectadas por el algoritmo de agrupamiento fue, en promedio, coherente con la cantidad típica de significados asociados a palabras ambiguas. Tanto en SWOW ($M = 2,48$; EE = 0,06) como en fastText ($M = 2,10$; EE = 0,05), el promedio fue de 2 a 3 comunidades, un patrón que se observó para los tres experimentos (1A, 1B y 1C).

1.2.2.2. Métricas de redes

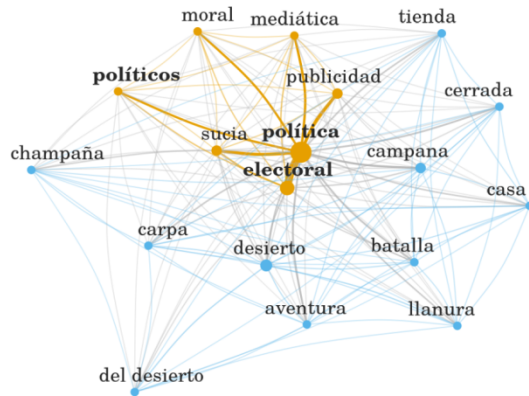
En la Figura 1.6 se muestran como ejemplo las redes de cada condición para dos de las palabras ambiguas del Experimento 1A que presentaron mayor diferencia de fuerza promedio entre condiciones: “campaña” y “estación”. Los nodos representan las respuestas dadas para cada palabra en cada condición, mientras que su tamaño indica la proporción de ocurrencia de cada respuesta. El color de los nodos indica su pertenencia a las comunidades determinadas automáticamente. Además, aquellos nodos corregidos manualmente como consistentes se muestran en negrita. El grosor de los vértices entre nodos corresponde a su peso utilizando fastText: la similitud entre los pares de palabras, y ponderadas por la proporción de cada palabra según la Ecuación 1.1. Finalmente, el método que se utilizó para determinar la posición de los nodos en la visualización es el algoritmo de Fruchterman-Reingold, el cual posiciona más cerca entre sí a los nodos adyacentes y aleja aquellos que no lo son.

En el caso de la palabra ambigua “campaña” (Figura 1.6A), puede observarse que en ambas condiciones se distinguen dos comunidades bien definidas, que remiten a los significados vinculados al campo y a la política, respectivamente. Sin embargo, en la condición congruente, el clúster relacionado con el significado político —el sesgado por el contexto global— presenta mayor número de nodos, mayor conectividad y proporción. En cambio, en la condición incongruente, predomina el clúster vinculado al otro significado. Un patrón similar se observa en la palabra “estación”, donde se identifican dos comunidades correspondientes a sus acepciones más frecuentes: estaciones del año y estaciones de transporte. Nuevamente, en la condición congruente predomina el clúster vinculado al transporte (el significado sesgado por el contexto) por su proporción y la fuerza de sus conexiones.

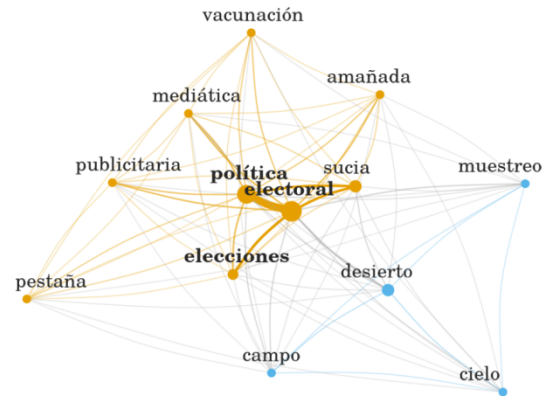
En ambos casos, las palabras corregidas manualmente como consistentes (en negrita) tienden a encontrarse dentro de las comunidades automáticas correspondientes al significado de interés. Sin embargo, la correspondencia no es perfecta, lo cual refleja diferencias entre los métodos manuales y automáticos. Esta discrepancia también se refleja en el índice de Rand, cercano a 0,7, que indica, según la Ecuación 1.2, la proporción total de acuerdos entre ambas particiones.

A. Campaña

incongruente



congruente

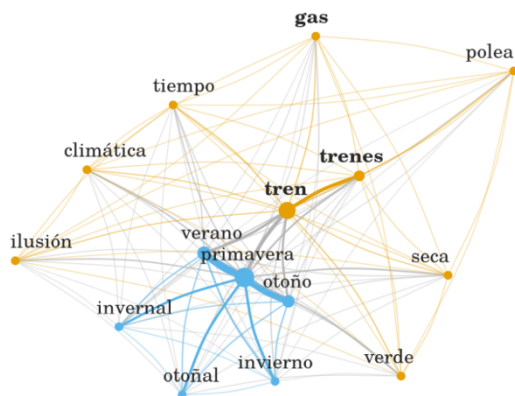


proporción (tamaño del nodo)

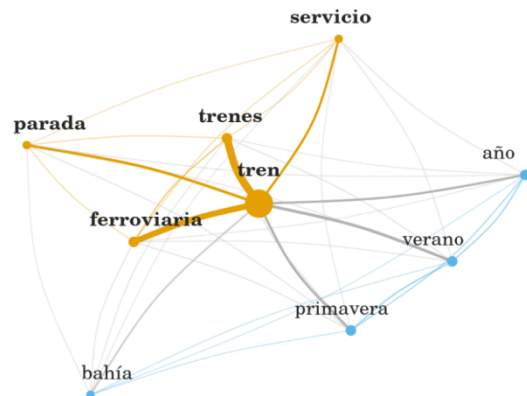


B. Estación

incongruente



congruente



proporción (tamaño del nodo)



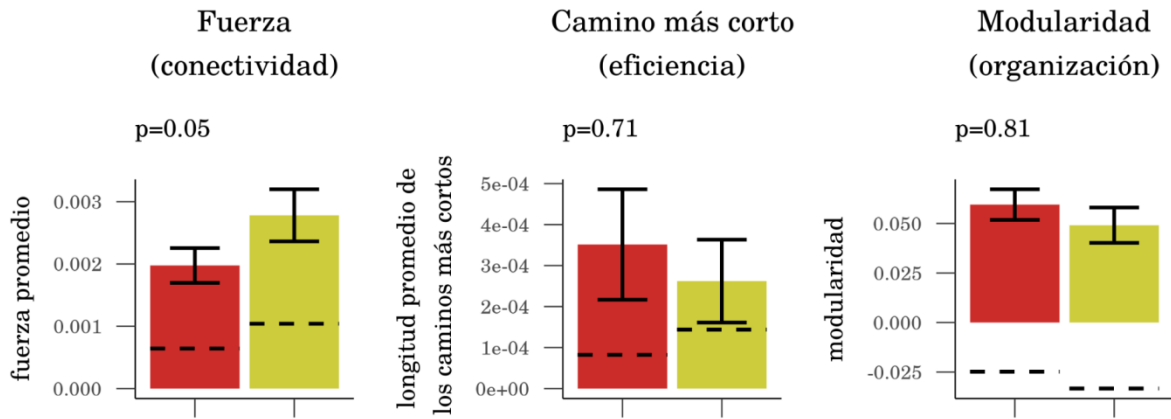
Figura 1.6. **Experimento 1A: visualización de redes por condición para dos palabras con alta diferencia de fuerza entre condiciones: “campaña” (A) y “estación” (B).** Los nodos representan respuestas, su tamaño indica la proporción, el color su pertenencia automática a una comunidad, y el trazo en negrita marca las respuestas corregidas como consistentes. El grosor de los vértices corresponde a su peso.

Al analizar la estructura del subgrafo de nodos consistentes del Experimento 1A (Figura 1.7), lo primero que puede observarse es que, para todas las métricas y en ambas condiciones, los valores de la red fueron superiores a los de una red

aleatoria (línea punteada), es decir, se observan subgrafos conectados, eficientes y modulares. Esto sugiere la presencia de comunidades de palabras que remiten a una misma categoría semántica (o significado). Cabe aclarar que los valores de fuerza y de camino más corto se ubican en un rango numérico bajo porque las redes se construyeron con enlaces pesados (cuyo peso máximo es 1), de modo que los cálculos reflejan distancias y sumas de pesos, y no un número discreto de conexiones.

Además, se observó una mayor fuerza promedio de la condición congruente en comparación con la condición incongruente, tanto al utilizar SWOW ($p = .05$, marginal) como fastText ($p < .01$), lo que indica asociaciones semánticas más fuertes cuando el contexto es congruente con el significado de la palabra ambigua. En contraste, no se encontraron diferencias significativas entre condiciones en la longitud promedio del camino más corto ni en la contribución a la modularidad total del subgrafo consistente; por lo tanto, no se obtuvo evidencia concluyente de que la eficiencia o la organización de la red varíen en función del contexto. En conjunto, los resultados convergen entre ambos modelos semánticos y reflejan una estructura más integrada en la condición congruente.

A. SWoW



B. fastText

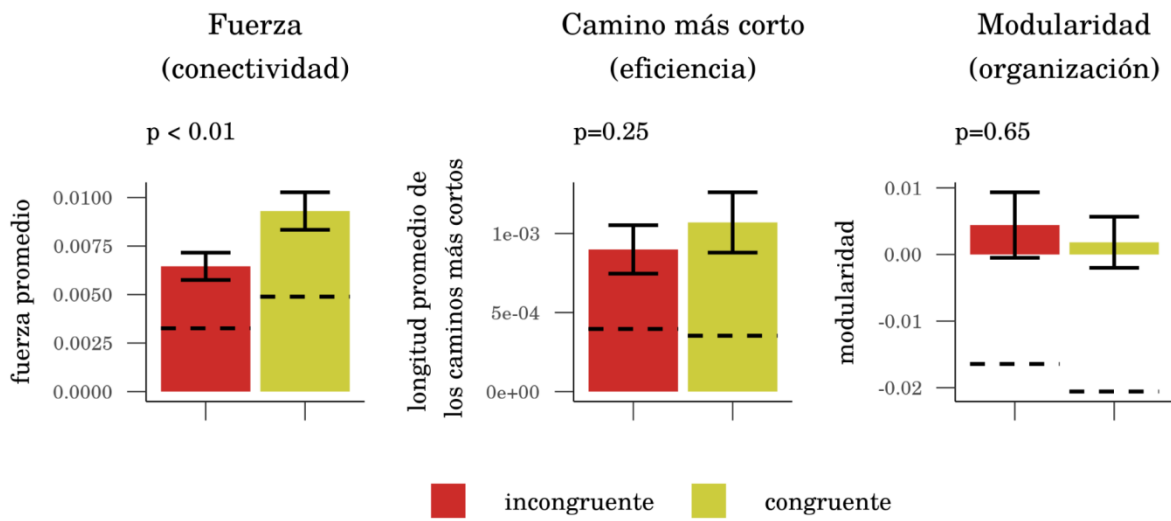


Figura 1.7. Experimento 1A: métricas de redes. Se presentan las métricas de fuerza, camino más corto y modularidad para cada condición (congruente e incongruente), al utilizar SWOW (A) y fastText (B). Cada barra muestra la media de la métrica correspondiente $\pm$ error estándar. La línea punteada indica el valor de la misma métrica calculada para redes aleatorias generadas mediante un proceso de reconfiguración de los enlaces (rewiring), en el que los pesos de los bordes fueron permutados aleatoriamente, manteniendo la estructura de conexiones de las redes originales.

Al analizar el subgrafo de nodos consistentes del Experimento 1B y del Experimento 1C, observamos nuevamente que para todas las métricas y en ambas condiciones, los valores de la red fueron superiores a los de una red aleatoria (línea punteada), evidenciando subgrafos conectados, eficientes y modulares (Figura S1 y Figura S2 del Material suplementario del Capítulo 1). Sin embargo, en este caso no se encontraron diferencias significativas entre condiciones en ninguna de las métricas de red analizadas: fuerza promedio, longitud promedio del camino más corto o contribución a la modularidad total.

En consecuencia, no se halló evidencia concluyente de que la conectividad, eficiencia u organización de la red varíen en función de la Congruencia temática, cuando se introduce un intervalo breve entre la presentación del contexto y la palabra ambigua.

1.3. Discusión

En este primer capítulo realizamos una serie de experimentos en modalidad online para evaluar si un contexto global sesga la interpretación de palabras ambiguas. Este contexto consistió en la presentación de un texto y una imagen sobre una temática específica (p. ej., animales), que podía coincidir o no con la categoría de la palabra ambigua (por ejemplo, “flamenco”) presentada posteriormente en una tarea de asociación.

En el Experimento 1A demostramos, con una gran muestra de participantes, que el contexto global influye en la interpretación de la palabra ambigua subsiguiente. Cuando la temática del contexto es congruente con uno de los sentidos de la palabra (p. ej., leer un texto relacionado con animales antes de presentar la palabra “flamenco”), observamos un aumento del 13% en las respuestas asociadas a ese significado (Figura 1.5), en comparación con un contexto incongruente. Es importante destacar que el valor de consistencia en la condición incongruente fue comparable con la frecuencia del significado de interés estimada a partir de SWOW-RP, basada también en una tarea de asociación de palabras, pero realizada a gran escala y sin información contextual previa. Esta comparación es relevante ya que podrían existir efectos inespecíficos del contexto incongruente. Por ejemplo, un contexto incongruente de temática “economía” presentado antes de la palabra “flamenco” podría generar asociaciones relacionadas con economía, aunque no estén directamente vinculadas a ninguno de los significados de la palabra. La comparación con SWOW-RP indica que los contextos incongruentes no provocan este tipo de sesgo, o al menos que, si existe, no afecta el valor de consistencia. En este sentido, se comportan de manera similar a no presentar ningún contexto previo, lo que respalda su uso como línea de base válida para la frecuencia del significado.

Por otro lado, contrario a nuestra predicción, las respuestas de asociación de palabras no mostraron una modulación en función de la frecuencia relativa del significado. Es decir, la facilitación contextual ocurrió tanto para significados de baja frecuencia como para aquellos de alta frecuencia inicial. Una posible explicación es que la influencia del contexto global sea lo suficientemente fuerte como para sobreponerse a las diferencias de frecuencia, generando un sesgo hacia el significado congruente en ambos casos (ver Blott et al., 2022, para una

explicación similar). Asimismo, no puede descartarse que la frecuencia relativa de los significados ejerza un papel relevante cuando la palabra ambigua aparece explícitamente en el contexto, pero no cuando el sesgo proviene de un contexto global como el utilizado en nuestro experimento.

En resumen, estos resultados sugieren que las asociaciones de palabras constituyen una herramienta sensible para captar los cambios en el significado derivados de un contexto semántico global previo. Además de aportar evidencia sobre la influencia del contexto en el acceso al significado, este experimento valida tanto el protocolo experimental como los estímulos utilizados. En los capítulos siguientes, utilizaremos este abordaje para examinar las preguntas subsiguientes de esta tesis.

Dinámica del efecto contextual

La dinámica del efecto contextual fue evaluada en los Experimentos 1B y 1C. Observamos que cuando transcurre aproximadamente un minuto entre la presentación del contexto y la palabra, el efecto contextual desaparece tanto si hay interferencia lingüística (Experimento 1B), como en ausencia de interferencia (Experimento 1C). Estos resultados sugieren que, al menos bajo este tipo de manipulación, los efectos del contexto global tienen una duración limitada. En línea con la literatura previa, consideramos poco probable que estos resultados sean originados por un *priming* semántico (ver sección “Mecanismos cognitivos: integración y predicción” en la Introducción general), si bien no podemos descartar esta posibilidad. A diferencia de la facilitación por asociación de pares de palabras nuestros contextos establecían un marco temático amplio. De este modo, consideramos que el efecto observado respondería a la construcción de representaciones semánticas globales más que a la activación local entre palabras relacionadas.

Esto contrasta con los experimentos de Rodd et al. (2013), que mostraron que la exposición a oraciones con palabras ambiguas en contextos que favorecían uno de sus significados (por ejemplo, “muñeca” en referencia a la parte del cuerpo en “Ella llevaba una pulsera alrededor de la *muñeca*”) llevó a los participantes a producir más asociaciones de la palabra ambigua vinculadas con ese significado incluso 20 minutos después, y hasta 12 horas más tarde si en el medio había un período de sueño (Gaskell et al., 2019). Aún más cercano a nuestro enfoque, estos autores también observaron un efecto de sesgo hasta 20 minutos después cuando las oraciones no incluían la palabra ambigua en sí misma, sino una palabra semánticamente relacionada (p. ej., “Ella llevaba una pulsera alrededor del *brazo*”) (Curtis et al., 2022). Sin embargo, existen diferencias metodológicas importantes entre nuestros experimentos y los de esta línea de investigación.

En primer lugar, a diferencia de la mayoría de los estudios mencionados, los contextos que utilizamos para sesgar las palabras ambiguas no incluían la palabra ambigua en sí misma. La exposición directa a la palabra probablemente produzca un sesgo más específico y duradero, en parte porque llevaría a la formación de una memoria episódica que asocia la palabra ambigua con el contexto, tal como sugieren los autores para explicar sus hallazgos. En nuestro caso, al no presentar explícitamente la palabra, es menos probable que el efecto se deba a una memoria episódica; proponemos, en cambio, que surge de la construcción de una representación semántica del contexto, cuya activación sería más transitoria.

En segundo lugar, mientras que los estudios previos orientaban el contexto hacia un único significado específico de la palabra ambigua, nuestros experimentos utilizaron contextos temáticamente más amplios. Por ejemplo, el término “muñeca” se sesgaba mediante un texto que describía características generales del esqueleto humano. Este tipo de contexto, menos focalizado en un solo significado de la palabra, probablemente genere un sesgo menos específico y directo. No obstante, consideramos que refleja de manera más adecuada el efecto del contexto global o temático general, en contraste con la especificidad de sesgar un único significado. Cabe destacar, sin embargo, que otras propiedades del contexto, como su extensión o el grado de conexión temática con la palabra objetivo, podrían influir en la magnitud del efecto, un punto que retomaremos en la Discusión general.

Contribuciones del análisis de redes semánticas

Para estudiar en mayor profundidad cómo el contexto influye en el procesamiento semántico, se realizó un análisis de redes semánticas. A diferencia del análisis de consistencia, que se limita a determinar si las respuestas son o no consistentes, este enfoque considera cuáles son esas respuestas y cómo se relacionan semánticamente entre sí según la condición experimental. Partiendo de la idea de que la estructura de la red afecta los procesos de acceso y recuperación de información, planteamos la hipótesis de que la red resultante bajo el contexto congruente favorecería la activación de significados relacionados por sobre la activación de otros. En particular, evaluamos distintas variables como la conectividad, la eficiencia y la organización de las redes construidas a partir de las respuestas de los participantes bajo cada condición experimental.

Previo al análisis de las variables experimentales, realizamos una validación de la herramienta observando varios indicadores de que la estructura de la red efectivamente captura los distintos significados de las palabras. En primer lugar,

los valores de conectividad, eficiencia y modularidad superaron a los de redes aleatorias, lo que evidencia la presencia de subgrafos conectados, eficientes y modulares. Esto apunta a la formación de comunidades de palabras que remiten a un mismo significado o categoría semántica. En segundo lugar, el número de comunidades detectadas por el algoritmo de agrupamiento fue, en promedio, consistente con la cantidad típica de significados asociados a palabras ambiguas. Finalmente, encontramos una alta correspondencia entre las comunidades semánticas detectadas automáticamente y las identificadas manualmente, lo que refuerza la validez del método para reflejar divisiones de significado. Aunque el objetivo principal no fue optimizar estos procedimientos, los resultados preliminares sugieren que la clasificación automática de comunidades constituye una vía prometedora para cuantificar la ambigüedad semántica, cuestión que retomaremos en la Discusión general.

Una vez validada la herramienta, analizamos si el contexto influía en la estructura de las redes. Los resultados mostraron que, en el Experimento 1A, la condición congruente presentó redes con mayor conectividad entre los nodos consistentes (es decir, asociados al significado de interés) en comparación con la condición incongruente. Esto refleja no solo una mayor proporción de respuestas vinculadas al significado esperado, sino también una mayor similitud entre ellas, lo que podría favorecer su activación y reducir la competencia con sentidos alternativos. Este patrón se observó tanto en redes construidas a partir de datos conductuales (SWOW) como en aquellas derivadas de vectores semánticos de modelos preentrenados con grandes corpus textuales (fastText). Aunque los efectos fueron más fuertes en las redes de fastText (posiblemente debido a la magnitud del corpus de entrenamiento), la replicación del patrón con SWOW refuerza la solidez del hallazgo y además destaca el valor de este tipo de medidas conductuales: a pesar de basarse en un volumen de datos mucho menor, muestran la sensibilidad suficiente para detectar cambios en la conectividad provocados por el contexto. Finalmente, no encontramos diferencias en las otras métricas evaluadas (camino más corto y modularidad), por lo que no habría evidencia de que el contexto afecte la eficiencia u organización de la red. Una posible explicación es que el efecto del contexto sea principalmente local, reforzando la conectividad entre los nodos consistentes sin alterar métricas que reflejan la relaciones más globales de la red, como el camino más corto o la modularidad.

Una última consideración sobre esta metodología es preguntarse si las redes construidas a nivel poblacional (es decir, a partir de la combinación de las respuestas de todos los participantes para cada palabra) pueden considerarse representativas de lo que ocurre a nivel individual cuando se presenta una

palabra. Hasta ahora, la mayoría de los estudios de redes cognitivas han estimado redes a nivel grupal, y solo unos pocos han intentado estimar la red semántica de un individuo (Siew et al., 2019). Estas redes agregadas han demostrado ser útiles para predecir el comportamiento, y se ha observado que los patrones de resultados a partir de redes poblacionales agregadas suelen coincidir con los obtenidos en redes individuales (Wulff et al., 2022). No obstante, sabemos que las representaciones semánticas están fuertemente moduladas por la experiencia personal y, por ello, examinar las diferencias individuales en la estructura de las redes semánticas podría aportar información valiosa sobre variaciones en el procesamiento (tema que se discute más adelante). Este enfoque, sin embargo, enfrenta importantes limitaciones metodológicas, principalmente porque requiere recopilar grandes cantidades de datos de cada participante.

Robustez del efecto contextual

Con el fin de evaluar la robustez de los efectos contextuales en el Experimento 1A, realizamos una serie de análisis adicionales en donde evaluamos factores alternativos que podrían dar cuenta o afectar los resultados observados.

En primer lugar, analizamos si la precisión en la tarea de control (seleccionar la palabra faltante) se asociaba a un mayor efecto contextual, como posible indicador de atención o involucramiento durante la presentación del contexto. Este análisis no mostró una interacción significativa entre la precisión y el efecto contextual. No obstante, como se explicó en la sección 1.1.3 “Procedimiento”, dicha tarea fue concebida principalmente para sostener el interés de los participantes, pero su nivel de dificultad y componente aleatorio limitan su valor como medida fiable de compromiso. Por este motivo, tareas diseñadas específicamente para evaluar el grado de concentración o atención serían más adecuadas para determinar si un mayor involucramiento se traduce efectivamente en un efecto contextual más pronunciado.

En segundo lugar, evaluamos la posición de la *palabra objetivo* (primera o segunda dentro del bloque). Si bien el orden fue contrabalanceado, una posibilidad era que el efecto sea más fuerte en primer lugar, considerando que el efecto del contexto global parece ser de corto plazo. No obstante, la posición tampoco interactuó con la magnitud del efecto contextual. Una posible explicación es que, más allá del tiempo transcurrido, el diseño en bloques (que combina el contexto global y la tarea de asociación) favorezca un procesamiento integrado de ambos elementos. Así, aunque el contexto y la *palabra objetivo* se presenten como tareas separadas, pertenecer al mismo bloque podría generar un marco interpretativo común, lo que haría que el orden de aparición (primero o

segundo) no tenga un impacto diferencial. Esta idea también podría explicar parte de los resultados observados cuando se introduce un intervalo entre el contexto y la palabra. Ya sea mediante la inclusión de otro bloque intercalado (Experimento 1B) o de una tarea matemática (Experimento 1C), en ambos casos se interrumpe la continuidad del bloque original. Esta discontinuidad, más allá del mero paso del tiempo, podría contribuir a la pérdida del efecto contextual.

Por último, consideramos si advertir la relación entre las dos tareas (según el cuestionario final) modificaba el efecto contextual. Esto apuntaba a identificar posibles estrategias conscientes en una tarea deliberada como la asociación de palabras, en donde solo quienes perciben la relación responden con palabras consistentes. Sin embargo, tampoco se encontró que este factor interactuara con el efecto contextual. Esto sugiere que los efectos del contexto global no dependen exclusivamente de una estrategia consciente, aunque no puede descartarse que algunos participantes la hayan adoptado.

En conjunto, estos análisis indican que el efecto del contexto global fue robusto y no se vio modulado significativamente por la precisión en la tarea de control, la posición de la *palabra objetivo* ni la conciencia sobre la relación entre tareas.

La influencia de las experiencias personales en el rol contextual

En el presente estudio, mostramos que el procesamiento de palabras ambiguas se ve influido por la experiencia reciente. Sin embargo, experiencias más duraderas, como aquellas derivadas de los intereses personales y trayectorias de vida individuales, también podrían tener un impacto relevante en las preferencias de significado. Por ejemplo, Rodd et al. (2016) evaluaron la interpretación de palabras ambiguas relacionadas con remo (por ejemplo “pluma”, que refiere a una posición del remo) en un grupo de remeros recreativos. Los autores encontraron que el sesgo hacia el significado relacionado con el remo aumentaba con los años de experiencia de los participantes en esta actividad.

En este sentido, resulta pertinente preguntarse hasta qué punto estas experiencias de vida pueden haber influido en la disponibilidad de ciertos significados y si contribuyen a explicar parte de la variabilidad observada entre participantes. Aunque el cuestionario final incluyó una pregunta general sobre el interés personal en cada categoría semántica, este aspecto no formaba parte del objetivo principal del estudio, por lo que los datos no fueron incorporados en los análisis principales. Además, si bien el tamaño muestral fue adecuado para detectar efectos robustos a nivel grupal, el número relativamente limitado de

participantes reduce la capacidad para obtener conclusiones robustas sobre las diferencias individuales.

De manera exploratoria, los resultados del cuestionario sugieren que un mayor interés en una categoría temática se asocia con una mayor consistencia en la elección del significado relacionado (por ejemplo, las personas con mayor interés en la categoría “música” tienden a interpretar la palabra “nota” en su acepción musical). No obstante, este efecto no interactuó con la manipulación del contexto. Esto indica que, más allá de que el significado inicialmente sea más o menos accesible según intereses personales, la facilitación contextual se observa en igual magnitud. Este hallazgo es consistente con la ausencia de interacción entre la frecuencia inicial del significado de interés (calculada con SWOW) y el efecto contextual. Es decir, aquí nuevamente no importa la frecuencia inicial del significado: la facilitación contextual se da de igual forma en casos en los que el significado tiene baja frecuencia (p. ej., acepción musical de “nota” para individuos sin interés en la música), como en casos de alta frecuencia (p. ej., acepción musical de “nota” para individuos con mucho interés en la música). Estudios futuros que incluyan una caracterización más detallada de las experiencias personales, muestras más amplias y una manipulación directa del interés personal podrían aportar mayor claridad sobre el rol de este factor en el acceso al significado.

2 Efectos del contexto global sobre el esfuerzo cognitivo en el procesamiento de palabras²

² Los estudios incluidos en este capítulo se encuentran publicados en: Laurino, J., & Kaczer, L. (2025). Pupil size tracks the effects of global context and semantic ambiguity on word-meaning processing. *Journal of Cognition*, 8(1), 42.

2.1. Introducción

En este capítulo se abordará el **objetivo 2** de la tesis: examinar en qué medida el contexto semántico global reduce el esfuerzo cognitivo durante la desambiguación; y evaluar si la influencia del contexto varía en función del grado de ambigüedad de la palabra.

Tras haber comprobado de manera robusta que el contexto global puede sesgar la interpretación de palabras ambiguas, aquí nos proponemos examinar si estos efectos también se reflejan en una medida neurofisiológica como el esfuerzo cognitivo. En un primer estudio (Experimento 2A), analizamos si los efectos contextuales, además de evidenciarse en la tarea de asociación, se manifiestan como una reducción de la dilatación pupilar. En un segundo estudio (Experimento 2B), evaluamos los efectos contextuales en conducta y pupilometría empleando una tarea con mayor implicación semántica, la tarea de relación semántica, bajo la hipótesis de que el efecto del contexto será más pronunciado cuanto más profundo sea el procesamiento semántico requerido. Asimismo, en este experimento examinamos si la influencia del contexto difiere entre palabras ambiguas y no ambiguas.

Dado que en ambos estudios se empleó pupilometría, fue necesario llevarlos a cabo de manera presencial y realizar adaptaciones específicas al protocolo experimental. A continuación, se describen estos cambios metodológicos, así como las consideraciones específicas vinculadas al uso de la pupilometría como técnica de medición.

2.1.1 Adaptaciones metodológicas: la modalidad auditiva

La principal modificación con respecto al experimento anterior fue el cambio en la modalidad de presentación de las *palabras objetivo*, que se presentó de forma auditiva en lugar de escrita, con una cruz de fijación en pantalla durante su reproducción. Esta decisión metodológica fue tomada con el fin de obtener señales pupilares lo más limpias y controladas posible, minimizando fuentes externas de variabilidad. En primer lugar, la presentación auditiva de la *palabra objetivo* permite mantener condiciones de luminancia constantes y evitar fluctuaciones en el diámetro pupilar debidas a variaciones en la iluminación (Hutton, 2019). Por ejemplo, palabras más largas como “flamenco” podrían provocar una mayor dilatación pupilar que palabras más cortas como “arco” simplemente por generar mayor exposición visual. Además, el uso de una cruz de fijación —un estímulo visual pequeño y centrado— durante la presentación auditiva contribuye a minimizar el efecto de acortamiento pupilar, que es una

aparente reducción del diámetro pupilar causada por movimientos oculares (Hayes & Petrov, 2016).

Si bien existen antecedentes de tareas de asociación libre de palabras en modalidad auditiva (por ejemplo, Blott et al., 2022), es importante notar que el presente diseño implica un procesamiento intermodal: el contexto global se presenta de forma escrita, mientras que la palabra ambigua se presenta auditivamente. Múltiples trabajos previos han evidenciado efectos entre modalidades en el procesamiento del lenguaje (Gilbert et al., 2018; Holcomb & Anderson, 1993; Swinney, 1979). Sin embargo, esta evidencia no se centra ni en efectos específicos de un contexto global ni en la evaluación con pupilometría. Por lo tanto, observar efectos contextuales bajo estas condiciones no solo confirmaría y replicaría los hallazgos del capítulo anterior, sino que también ofrecería evidencia adicional a favor de los efectos contextuales entre modalidades.

2.1.2 Tarea de relación semántica

En el Experimento 2B buscamos emplear una tarea que exigiera un mayor grado de implicación semántica, bajo la hipótesis de que el efecto del contexto será más pronunciado cuanto más profundo sea el procesamiento semántica de la tarea (ver Haro et al., 2023, para una comparación entre tareas con distintos niveles de compromiso semántico). Consideramos que la tarea de relación semántica resulta especialmente adecuada para este propósito.

Tal como se indicó en la Introducción general (sección “Cómo medir el procesamiento de palabras”), en la tarea de relación semántica se presentan dos palabras consecutivamente y se debe decidir lo más rápido posible si ambas están relacionadas o no. Esta tarea permite evaluar en qué medida la primera palabra facilita el procesamiento de la segunda, así como estimar la influencia de distintos factores que modulan esta relación. En el caso de palabras ambiguas, se ha utilizado para examinar el rol de la experiencia reciente en la selección de significados: por ejemplo, la palabra “nota” solo se vinculará con “canción” si se accede a su acepción musical (Gilbert et al., 2018). Siguiendo una lógica parecida a Gilbert et al. (2018), en nuestro experimento, la primera palabra de la tarea de la relación semántica corresponderá a la *palabra objetivo*, mientras que la segunda hará referencia al significado que se sesga (por ejemplo, ‘NOTA–canción’). De esta forma podrá evaluarse si el contexto global que precede a la palabra ambigua facilita el acceso a dicho significado.

Además, un objetivo adicional del Experimento 2B es determinar si los efectos contextuales varían según el grado de ambigüedad de la *palabra objetivo*. Nuestra hipótesis es que el efecto contextual será mayor para las palabras

ambiguas, en comparación con las no ambiguas, ya que estas últimas resultan suficientemente informativas por sí mismas y la información contextual adicional es más redundante (en línea con lo propuesto en la sección “Interacción entre el contexto y propiedades ” de la Introducción general). Para ello incorporamos también un grupo de palabras no ambiguas. La tarea de relación semántica resulta especialmente adecuada para este propósito, porque permite registrar tanto la precisión como los tiempos de respuesta, lo cual ofrece una sensibilidad mayor para detectar diferencias más chicas que pudieran presentarse en el procesamiento de palabras no ambiguas (Curtis et al., 2022). En cambio, la tarea de asociación libre no es apropiada en este caso, dado que en ausencia de múltiples significados no se observarían cambios en la consistencia de las respuestas.

En síntesis, mientras que la tarea de asociación libre no exige seleccionar un significado concreto, la tarea de relación semántica requiere una decisión rápida y correcta directamente orientada al nivel semántico. Esto reduce posibles sesgos de respuesta, implica un mayor compromiso semántico por parte de los participantes y aporta una sensibilidad mayor para detectar diferencias sutiles.

2.1.3 Análisis de datos de pupilometría: la utilidad de las curvas de crecimiento

El tamaño pupilar es una medida continua en el tiempo, y múltiples métricas pueden derivarse de su evolución. La mayoría de los estudios en pupilometría cognitiva se centran en determinar si las manipulaciones experimentales afectan el tamaño pupilar dentro de un intervalo de interés. Sin embargo, no existe un único enfoque estandarizado para responder esta pregunta. Es común calcular medidas como la dilatación máxima, la latencia al pico o la dilatación promedio en una ventana temporal. No obstante, se han propuesto otros métodos más sofisticados, como modelos aditivos generalizados, análisis por permutación basada en clústeres o validación cruzada (Mathôt & Vilotijević, 2022; Winn et al., 2018).

En este trabajo, optamos por utilizar el Análisis de curvas de crecimiento (o GCA, por sus siglas en inglés), un enfoque que permite un análisis temporal de la dilatación pupilar sin basarse en un valor único (Geller et al., 2016; Kuchinsky et al., 2013; McLaughlin et al., 2022, 2024; Winn et al., 2015). Consiste en un modelo de efectos mixtos en el cual se puede definir una forma funcional para describir los efectos no lineales del tiempo. En pupilometría, esta forma funcional suelen ser los polinomios de orden superior (Mirman, 2014). Por ejemplo, un modelo polinomial de tercer orden para modelar el tamaño de la pupila (Y) en función del tiempo tendría cuatro parámetros:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{tiempo} + \beta_2 \cdot \text{tiempo}^2 + \beta_3 \cdot \text{tiempo}^3$$

Ecuación 2.1

que corresponden a la intersección (β_0), la pendiente lineal (β_1) y la inclinación de la curvatura cuadrática (β_2) y cúbica (β_3). En la Figura 2.1 se ilustra cómo distintos órdenes polinómicos ajustan los datos de una curva hipotética: la línea punteada corresponde a un modelo lineal, la rayada a uno cuadrático, y la sólida a uno cúbico, mostrando cómo modelos de mayor orden capturan mejor la forma real de la curva. Es importante destacar que, aunque las funciones polinómicas permiten capturar cambios no lineales en el tiempo, tal como se ilustra en la Figura 2.1, los modelos siguen siendo una regresión lineal porque son lineales en sus parámetros (es decir, los parámetros se combinan linealmente).

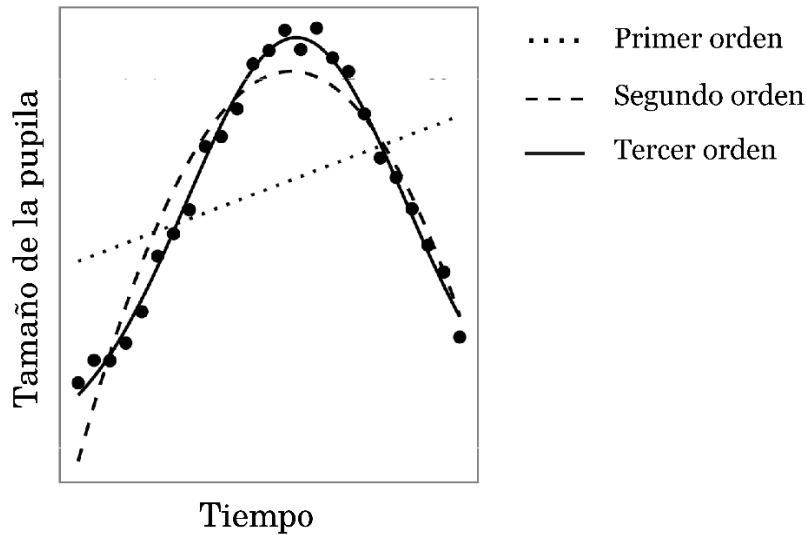


Figura 2.1. **Ejemplo de la curva de respuesta pupilar.** Los puntos negros representan datos hipotéticos, mientras que las líneas muestran tres posibles modelos de ajuste: primer orden (línea punteada), segundo orden (línea rayada) y tercer orden (línea sólida). *Figura adaptada de Mirman (2014).*

Una estrategia recomendada para determinar el orden polinómico del modelo es comparar modelos sucesivos evaluando si la inclusión de términos polinómicos adicionales mejora significativamente el ajuste sin incurrir en sobreajuste, por ejemplo, utilizando el Criterio de Información de Akaike (AIC). Por otro lado, se pueden usar criterios teóricos para restringir los términos a aquellos sobre los que se espera un efecto de la variable experimental, asegurando así la interpretabilidad del modelo (Mirman, 2014). Además, debido a la alta correlación entre los términos temporales, suelen emplearse polinomios ortogonales (centrados y escalados), para poder evaluar sus efectos de forma independiente. Una vez definido el modelo base (Ecuación 2.1), se incorporan efectos aleatorios que modelan la variabilidad entre individuos y estímulos (por

ejemplo, palabras). Finalmente, se incluyen las condiciones experimentales y sus interacciones con los términos temporales, lo que permite modelar cómo varía la forma de la curva pupilar según cada condición.

En resumen, elegimos el análisis de curvas de crecimiento porque permite tratar el tiempo como una variable continua, sin necesidad de promediar sobre ventanas temporales arbitrarias, y porque permite modelar explícitamente la variabilidad entre condiciones, individuos y estímulos (Hershman et al., 2023; McLaughlin et al., 2023).

2.1.4 Objetivos e hipótesis del capítulo

Partiendo del objetivo 2 que orienta este capítulo, se formulan de manera más detallada los siguientes objetivos e hipótesis:

1. **Evaluar si un contexto semántico global reduce el esfuerzo cognitivo asociado al procesamiento de palabras ambiguas.** Utilizando el diámetro pupilar como índice de esfuerzo cognitivo, esperamos que la dilatación pupilar asociada al procesamiento de palabras ambiguas sea menor cuando estas están precedidas por un contexto congruente.
2. **Analizar si los efectos contextuales en la reducción del esfuerzo cognitivo son mayores al utilizar una tarea con mayor compromiso semántico.** Se espera que la tarea de relación semántica (Experimento 2B), que implica un mayor compromiso semántico que la tarea de asociación (Experimento 2A), genere efectos más pronunciados en la dilatación pupilar.
3. **Examinar si el efecto contextual depende de la frecuencia relativa de los significados.** Retomando los resultados del capítulo anterior, no esperamos una interacción entre efecto contextual y frecuencia relativa en la tarea de asociación (Experimento 2A). Sin embargo, dada la mayor sensibilidad de la tarea de relación semántica para detectar diferencias sutiles, planteamos que en este caso sí podrá observarse un mayor efecto contextual para los significados menos frecuentes en comparación con los más frecuentes (Experimento 2B).
4. **Evaluar si la influencia del contexto varía en función del grado de ambigüedad de la palabra.** Se sostiene que los efectos contextuales, tanto comportamentales como de pupilometría, serán mayores para palabras ambiguas que para palabras no ambiguas (Experimento 2B).

2.2. Métodos

2.2.1. Participantes

Los participantes fueron reclutados vía mail y a través de las redes sociales del laboratorio (Twitter, Facebook e Instagram). Previo a comenzar el experimento, firmaron un consentimiento informado aprobado por el Comité de Ética del Instituto de Investigaciones Médicas Alfredo Lanari. Todos eran hablantes nativos de español con visión normal o corregida a la normalidad. Los participantes recibieron una compensación económica por su participación.

El tamaño de la muestra se basa en literatura previa que utiliza la misma metodología para el estudio del procesamiento del significado de las palabras (Guasch et al., 2017; Haro et al., 2023; Kuchinke et al., 2007). Establecimos criterios de exclusión para participantes cuya performance en una tarea de control de atención fuera menor a tres desviaciones estándar de la media, o cuya proporción de respuestas correctas fuera menor al 25% esperado por azar. Ningún participante fue excluido según estos criterios. Dos fueron excluidos en el Experimento 2A debido a que no siguieron las instrucciones de la tarea experimental (escribieron la misma palabra presentada en la tarea de asociación de palabras como respuesta); y dos fueron excluidos del Experimento 2B debido a un bajo rendimiento en la tarea de relación semántica (por debajo del 70% de precisión).

La muestra final del Experimento 2A consistió en 23 participantes con una edad promedio de 26,1 años [desvío estándar (DE) = 6,0], de las cuales 9 (39%) se identificaron como mujeres, 13 (57%) como varones y 1 (4%) no especificaron su género. La muestra final del Experimento 2B consistió en 32 participantes con una edad promedio de 21,9 años (DE = 2,9), de las cuales 15 (47%) se identificaron como mujeres, 3 (9%) como varones y 14 (44%) no especificaron su género.

2.2.2. Materiales

2.2.2.1. Palabras objetivo

En el Experimento 2A se utilizaron las mismas 64 palabras ambiguas en español como *palabras objetivo* que en los Experimentos 1A, 1B y 1C del Capítulo 1. Las *palabras objetivo* ambiguas eran sustantivos que pertenecían a 16 categorías semánticas predefinidas, con cuatro palabras por categoría (p. ej., música, economía, fútbol, animales, etc.) y tenían una frecuencia relativa del significado de interés media de $0,35 \pm 0,17$ DE. A diferencia del Capítulo 1, las palabras en los experimentos de pupilometría fueron presentadas en formato

auditivo. Para ello, usamos una voz masculina en español rioplatense generada con Texvoz (www.texvoz.com), un generador de voz similar a la humana a partir de texto. Los audios de las palabras ambiguas tuvieron una duración media de $431 \text{ ms} \pm 100 \text{ DE}$ (rango = 253 – 675 ms). Además, se utilizaron las mismas 32 *palabras distractoras* que los experimentos previos (en este caso, en formato auditivo) para que la lógica del experimento no fuera evidente para los participantes.

En el Experimento 2B, incluimos *palabras objetivo* tanto ambiguas como no ambiguas. Para evitar aumentar la duración del experimento, seleccionamos un subconjunto de 32 palabras de las 64 *palabras objetivo* ambiguas utilizadas en el Experimento 2A. Para cada una de las 16 categorías del Experimento 2A, elegimos dos de las cuatro palabras ambiguas que mostraron las mayores diferencias de consistencia entre las condiciones. Las 32 *palabras objetivo* no ambiguas pertenecían a las mismas 16 categorías semánticas que las palabras ambiguas. Para crear este conjunto, seleccionamos palabras etiquetadas como no ambiguas en los corpus de ambigüedad semántica disponibles o que cumplían los criterios de ser “potencialmente no ambiguas”, según la definición de Haro, Ferré, et al. (2017) (es decir, palabras que tenían una única entrada y cinco o menos acepciones en el Diccionario de la Lengua Española de la Real Academia Española). Para crear los estímulos auditivos, se utilizó la misma voz masculina del español rioplatense que el experimento anterior, generada con Texvoz (www.texvoz.com). El audio de las palabras ambiguas tuvo una duración media de $430 \text{ ms} \pm 100 \text{ DE}$ (rango = 253 – 606 ms), mientras que el audio de las palabras no ambiguas tuvo una duración media de $494 \text{ ms} \pm 88 \text{ DE}$ (rango = 365 – 805 ms). Además, se utilizaron las mismas 32 *palabras distractoras* en formato auditivo.

Finalmente, para la tarea de relación semántica del Experimento 2B, seleccionamos un conjunto de palabras que permitiría evaluar si los participantes las percibían como relacionadas o no con las *palabras objetivo*. A estas las denominamos *palabras prueba* (ver Figura 2.2). Se incluyeron dos tipos: un conjunto de palabras relacionadas con las *palabras objetivo* (es decir, *palabras prueba* relacionadas), y un conjunto de palabras no relacionadas, asociadas a las *palabras distractoras* (es decir, *palabras prueba* no relacionadas), con el fin de equilibrar las respuestas. Así, las *palabras objetivo* siempre se presentaban junto a *palabras prueba* relacionadas, tanto en el caso de las ambiguas (p. ej., “nota–CANTO”) como en el de las no ambiguas (p. ej., “trompeta–VIENTO”). En cambio, las *palabras distractoras* siempre se presentaban junto a *palabras prueba* no relacionadas (p. ej., “espejo–DIRECTOR”). Las *palabras prueba* eran

todos sustantivos con propiedades léxicas similares a las de las *palabras objetivo*, que no aparecían en el contexto global ni eran sinónimos de la *palabra objetivo*.

La lista completa de los estímulos se encuentra en el Apéndice A, y sus propiedades léxicas se describen en el Apéndice B.

2.2.2.2. Contextos semánticos

Tanto para el Experimento 2A como para el Experimento 2B se utilizaron los mismos 64 contextos globales que en los experimentos del Capítulo 1 (Experimentos 1A, 1B y 1C), los cuales consistían en un texto junto con una imagen, representativos de las mismas 16 categorías semánticas que las *palabras objetivo*, con cuatro contextos por categoría. La longitud varió de 30 a 35 palabras [media (M) = 33,41; DE = 1,60] y ni el texto ni la imagen contenían la *palabra objetivo* en sí misma.

Se utilizaron los mismos 16 contextos distractores que en los experimentos previos. Estos se emparejaron con las *palabras distractoras* y eran representativos de otras ocho categorías. La longitud también varió de 30 a 35 palabras (M = 33,35; DE = 1,66).

2.2.3. Procedimiento

2.2.3.1. Experimento 2A

Los participantes fueron evaluados en una sala silenciosa con iluminación media en el Instituto de Fisiología, Biología Molecular y Neurociencias (IFIByNE, UBA – CONCIET). Se sentaron con la cabeza apoyada en un soporte para el mentón y la frente, a una distancia de 50 cm de una pantalla de computadora de 23,8" con una resolución de 1920 × 1080 píxeles. Durante todo el experimento, usaron auriculares. Se registraron continuamente el diámetro pupilar y los movimientos oculares de ambos ojos durante la tarea mediante un dispositivo de seguimiento ocular, EyeLink 1K (SR Research Ltd.), con una frecuencia de muestreo de 1000 Hz. Para presentar los estímulos del experimento se utilizó el software PsychoPy (Peirce et al., 2019). Antes de los ensayos experimentales, se realizó una calibración del *eye-tracker* de nueve puntos.

La estructura de los ensayos experimentales fue igual a la del Capítulo 1: consistieron en la presentación de una *palabra objetivo* en una tarea de asociación de palabras, precedida por un contexto global. Nuevamente, los ensayos se agruparon en bloques, de modo que dos tareas de asociación de

palabras compartían el mismo contexto global (ver Figura 2.2 para un ejemplo ilustrativo).

La presentación del contexto global siguió el mismo procedimiento que en el Capítulo 1: un texto breve acompañado por una imagen, junto con una tarea de control atencional. Sin embargo, durante la tarea de asociación se implementaron dos modificaciones respecto al capítulo anterior, con el objetivo de obtener mediciones más precisas del diámetro pupilar: se incorporó un período de línea de base previo a la presentación de la palabra; y las palabras se presentaron en modalidad auditiva. Para ello, una cruz de fijación (negra sobre fondo gris [#808080 Hex]) aparecía en pantalla 3000 ms antes de la presentación auditiva de la *palabra objetivo* o *distractora*, funcionando como período de línea de base. La cruz permanecía un total de 4000 ms desde el inicio de la palabra. Una vez que la cruz de fijación desaparecía, se pedía a los participantes que escribieran la primera palabra que se les viniera a la mente. Este procedimiento permitió mantener condiciones de luminancia constantes entre el período de línea de base y la presentación de las palabras, y minimizar el efecto de acortamiento pupilar.

El experimento comenzó con un único bloque de práctica, tras el cual se verificaba que los participantes pudieran escuchar correctamente los estímulos auditivos. Al finalizar el experimento, se les solicitaba que completaran el mismo cuestionario final que se utilizó en el Capítulo 1 evaluando niveles de concentración, posibles inconvenientes, conciencia de relación entre las dos tareas, y atracción hacia cada una de las categorías.

2.2.3.2. Experimento 2B

Los participantes fueron evaluados en la misma sala y en el mismo entorno que en el Experimento 2A.

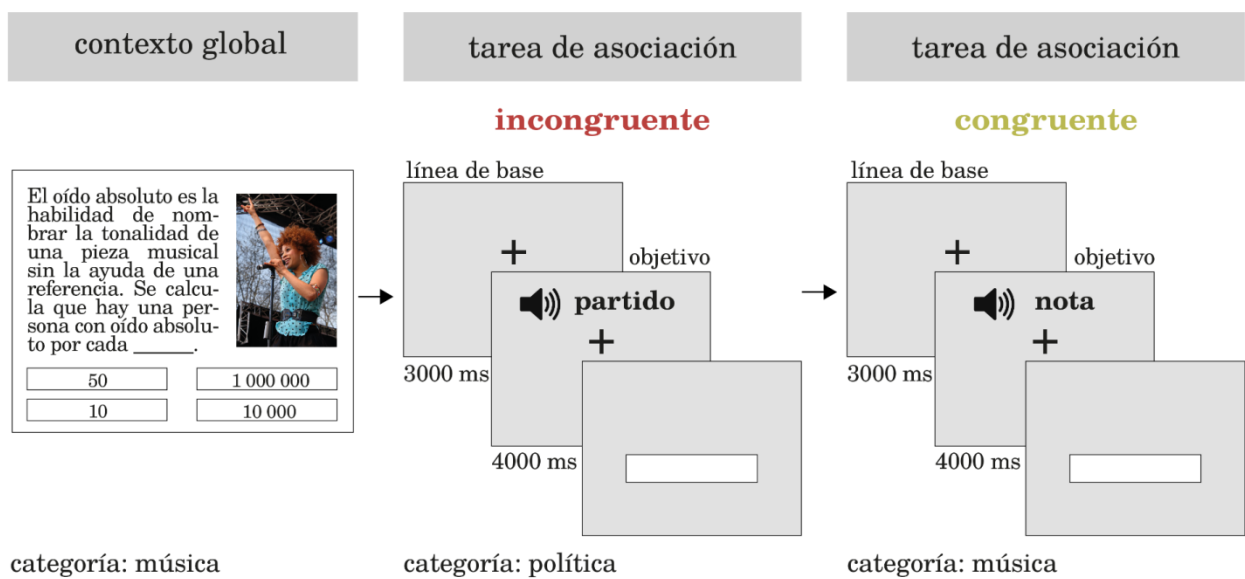
Los ensayos experimentales consistían en la presentación de una *palabra objetivo* dentro de una tarea de relación semántica, precedida por un contexto global. Para reducir la duración del experimento y la fatiga de los participantes, los ensayos se agruparon en bloques, donde tres tareas de relación semántica compartían el mismo contexto global. Cada bloque incluía, entonces, la presentación de un contexto global seguida por tres tareas de relación semántica secuenciales (ver Figura 2.2 para un ejemplo ilustrativo).

La presentación del contexto global siguió el mismo procedimiento que en el Experimento 2A. En la tarea de relación semántica, se instruía a los participantes a decidir, de la manera más rápida y precisa posible, si un par de

palabras presentadas secuencialmente estaban relacionadas o no. La primera palabra del par era una *palabra objetivo* (ambigua o no ambigua) o una *palabra distractora*, y la segunda correspondía a la palabra prueba. Las *palabras objetivo* siempre se presentaban junto a *palabras prueba* relacionadas, tanto en el caso de las ambiguas (p. ej., “nota–CANTO”) como en el de las no ambiguas (p. ej., “trompeta–VIENTO”). En cambio, las *palabras distractoras* siempre se presentaban junto a *palabras prueba* no relacionadas (p. ej., “espejo–DIRECTOR”). Una cruz de fijación (negra sobre fondo gris [#808080 Hex]) aparecía en pantalla 2000 ms antes de la presentación auditiva de la *palabra objetivo* o *distractora*, intervalo que se utilizaba como período de línea de base. Esta cruz permaneció visible hasta el final de la tarea de relación semántica. Dos segundos después del inicio de la *palabra objetivo* o *distractora*, los participantes escuchaban la palabra prueba y debían responder “sí” o “no”. Si no respondían dentro de los 2000 ms posteriores al inicio de la palabra prueba, la cruz de fijación se volvía roja para indicar que la respuesta había sido demasiado lenta. Las respuestas se registraban mediante el teclado, utilizando la tecla ‘j’ para las respuestas afirmativas y la tecla ‘k’ para las respuestas negativas. La duración promedio de todos los bloques experimentales fue de 18 minutos.

El experimento comenzaba con dos bloques de práctica, tras los cuales se verificaba que los participantes pudieran escuchar correctamente los estímulos auditivos. Al finalizar el experimento, los participantes completaban el mismo cuestionario final que en el Experimento 2A.

Experimento 2A



Experimento 2B

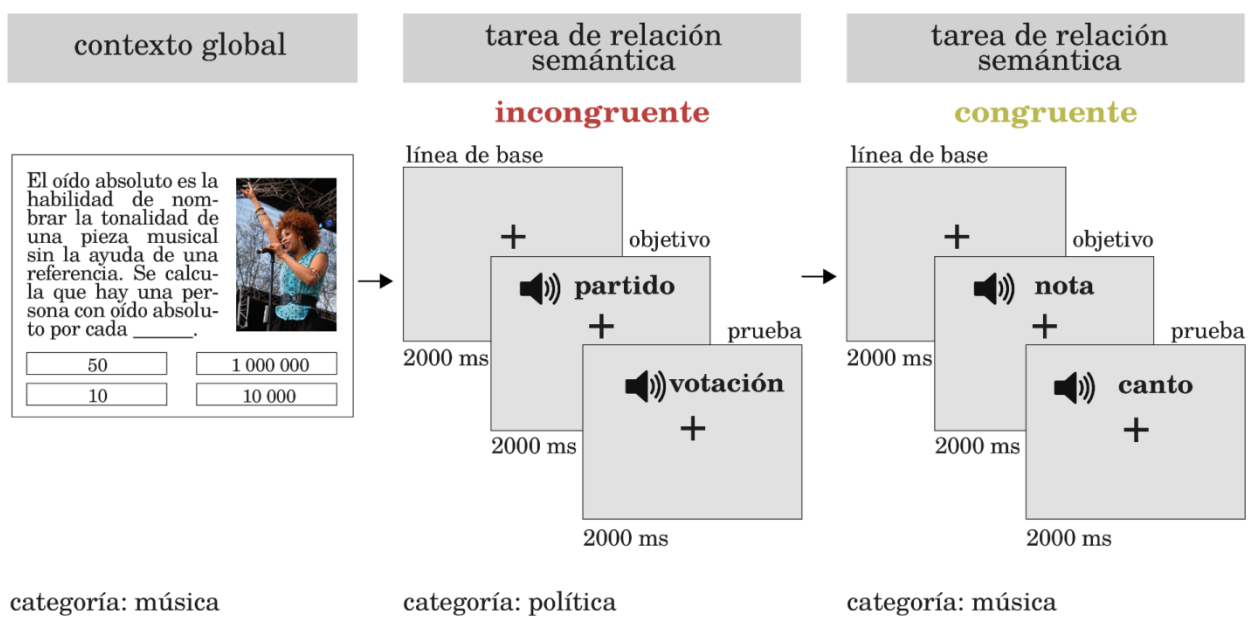


Figura 2.2. **Ejemplo ilustrativo de un bloque para cada experimento.** En ambos experimentos, en cada bloque se presenta un contexto global que incluye una tarea de control (seleccionar la palabra faltante), perteneciente a cierta categoría. A continuación, se muestran dos *palabras objetivo* ambiguas: una en condición congruente y otra en condición incongruente, presentadas en orden pseudoaleatorio. En el Experimento 2A, las *palabras objetivo* se presentaban en una tarea de asociación, y también se incluían bloques adicionales compuestos por un contexto distractor seguido de dos *palabras distractoras*. En el Experimento 2B, las *palabras objetivo* se presentaban en una tarea de relación semántica, seguidas por una palabra prueba relacionada; además, cada bloque incluía una tercera tarea de relación semántica, compuesta por una *palabra*

distractora y una palabra prueba no relacionada (ver Figura 2.3). Este experimento también incluía bloques con *palabras objetivo* no ambiguas.

2.2.4. Diseño

2.2.4.1. Experimento 2A

El diseño fue equivalente al del Experimento 1A: intra-sujeto 1x2, con 48 bloques y 96 ensayos en total (32 congruentes, 32 incongruentes y 32 distractores). La manipulación de la congruencia, el contrabalanceo y la presentación pseudoaleatoria de los ensayos se implementaron siguiendo exactamente el mismo procedimiento que en el Experimento 1A.

2.2.4.2. Experimento 2B

El experimento siguió un diseño intra-sujeto 2x2 e incluyó 32 bloques, y 96 ensayos totales: 32 en la condición congruente, 32 en la condición incongruente y 32 distractores. La lógica de contrabalanceo de categorías siguió el mismo criterio que en los experimentos previos.

A diferencia de estudios anteriores, en esta ocasión se incluyeron tanto palabras ambiguas como no ambiguas. Así, en 16 de los 32 los bloques, el contexto era seguido por dos palabras ambiguas con sus respectivas *palabras prueba* relacionadas —una en la condición congruente y otra en la condición incongruente— y por una *palabra distractora* con su palabra prueba no relacionada (en orden pseudoaleatorio, de modo que en un tercio de los bloques las condiciones congruente, incongruente y distractora aparecían en primer, segundo y tercer lugar, respectivamente). En los 16 bloques restantes, el contexto era seguido por dos palabras no ambiguas con sus *palabras prueba* relacionadas —una en la condición congruente y otra en la incongruente— y por una *palabra distractora* con su palabra prueba no relacionada. En la Figura 2.3 se resume este diseño, que da lugar a 16 ensayos por cada una de las cuatro condiciones experimentales: congruente-ambigua, congruente-no ambigua, incongruente-ambigua e incongruente-no ambigua.

Experimento 2B

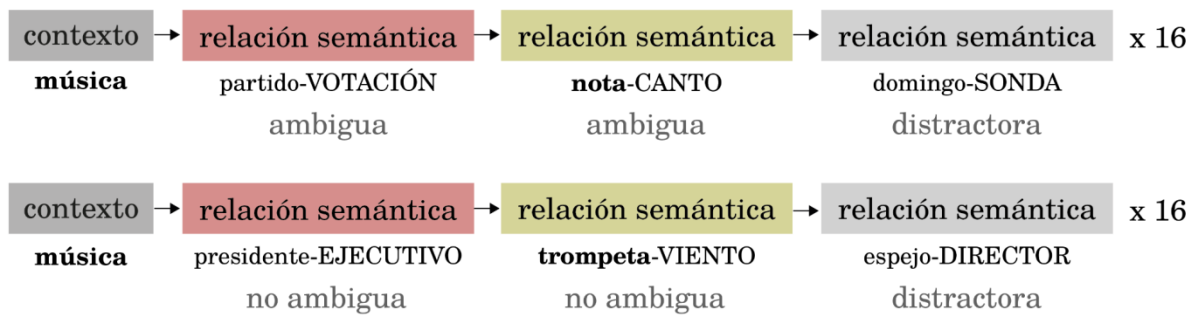


Figura 2.3. **Estructura de bloques para un mismo participante en el Experimento 2B.** En cada bloque un contexto global (por ejemplo, de temática musical), era seguido por tres tareas de relación semántica: dos con *palabras objetivo* — una congruente (verde) y una incongruente (rojo)— y una no relacionada con una *palabra distractora*. En la mitad de los bloques las *palabras objetivo* eran ambas ambiguas (“partido”, “nota”; bloque superior), mientras que en la otra mitad, las *palabras objetivo* eran ambas no ambiguas (“presidente”, “trompeta”; bloque inferior).

2.2.5. Procesamiento y análisis de datos

Los datos se analizaron en R (v4.4.0; (R Core Team}, 2024). Todos los modelos incluyeron a los participantes y a las palabras como factores aleatorios. La estructura de los efectos aleatorios, es decir, qué términos de variación (interceptos y pendientes) se permiten variar por participante y por palabra, se determinó igual que en los experimentos del Capítulo 1: comparando el Criterio de Información de Akaike de cada modelo y con una Prueba de razón de verosimilitud (o *Likelihood-ratio test*), utilizando un enfoque de mejor camino hacia adelante (Barr et al., 2013). La significancia del factor fijo también se determinó con una Prueba de razón de verosimilitud, comparando el modelo que incluye el factor con un modelo que omite dicho factor. La condición incongruente y el Tipo de palabra no ambigua (si corresponde) se trataron como niveles de referencia y se estimaron los parámetros para los niveles de condición congruente y ambigua. Los análisis *post-hoc* pareados se realizaron usando el paquete emmeans en R (v1.10.1; Lenth, 2024). Para modelos con funciones de enlace, las estimaciones β se presentan en la escala del modelo —logit— y no en la escala respuesta (probabilidades). En el Apéndice C se detalla el modelo completo utilizado en cada caso, junto con un enlace al OSF que contiene los datos y los códigos empleados en los análisis.

2.2.5.1. Comportamiento

2.2.5.1.1. Experimento 2A

Se aplicó el mismo procedimiento de procesamiento y análisis de los datos comportamentales que en los experimentos del Capítulo 1. Las respuestas de la tarea de asociación de palabras fueron calificadas manualmente según su consistencia o no con el significado de interés, lo que permitió calcular, para cada *palabra objetivo* y condición, la proporción de respuestas consistentes. Los datos de consistencia se analizaron con la función *glmer* del paquete *lme4* (v1.1.35.3; (Bates et al., 2015) para realizar un modelo lineal generalizado mixto (GLMM) usando una familia binomial y la función de enlace logit, incluyendo la Congruencia temática del contexto como factor fijo (niveles dentro de los participantes: incongruente [0] y congruente [1]). Finalmente, se realizó un modelo para examinar si el efecto del contexto dependía de la frecuencia del significado, el cual incluyó la Congruencia temática del contexto, la Frecuencia relativa del significado de interés (factor cuantitativo entre palabras) y su interacción como factores fijos.

2.2.5.1.2. Experimento 2B

En la tarea de relación semántica, los datos de precisión se analizaron con la función *glmer* del paquete *lme4* para realizar un modelo lineal mixto generalizado (GLMM) utilizando una familia binomial y la función de enlace logit. Los tiempos de respuesta se midieron desde el inicio de la presentación de la palabra prueba y el límite superior fue el final del ensayo (2000 ms). Los ensayos con tiempos de respuesta inferiores a 300 ms se tomaron como incorrectos (0% de los datos). Los tiempos de respuesta (RT) se analizaron con la función *lmer* del paquete *lmerTest* (v3.1.3; Kuznetsova et al., 2017) para realizar un modelo lineal mixto (LMM). Para este análisis, se incluyeron únicamente los ensayos con respuestas correctas en la tarea de relación semántica (descartando el 8,64% de los datos). Los tiempos de respuesta se transformaron en log10 [$\log RT = \log_{10}(RT)$] dado que la inspección visual de un gráfico de residuos frente a valores ajustados y un histograma de residuos reveló desviaciones de la homocedasticidad y la normalidad. Tras transformar los RT, se eliminó cualquier logRT que estuviera más de dos desviaciones estándar por encima o por debajo de la media de cada participante por condición (3% de los datos restantes). Los modelos para los datos de precisión y logRT incluyeron la Congruencia temática del contexto (niveles intra-participantes: incongruente [0] y congruente [1]), el Tipo de palabra (niveles intra-palabra: no ambigua [0] y ambigua [1]) y su interacción como efectos fijos. Finalmente, para los datos de precisión y logRT, se

realizó un modelo que incluyó la Congruencia temática y la frecuencia relativa del significado (factor cuantitativo inter-palabras) como efectos fijos.

2.2.5.2. Pupilometría

2.2.5.2.1. Experimento 2A

Para analizar el diámetro pupilar, se siguieron las pautas de preprocesamiento descritas en Mathôt & Vilotijević (2022). Se presentan acá los datos del ojo izquierdo porque se ajustaron mejor a una forma polinómica que se utilizó en el Análisis de curvas de crecimiento (descrito más abajo), aunque el mismo patrón de resultados se observó en ambos ojos. En primer lugar, se detectaron los parpadeos e interpolaron utilizando el modo ‘avanzado’ de reconstrucción de parpadeos implementado en la biblioteca Python DataMatrix (v1.0.13; Mathôt, 2024). Este algoritmo identifica el inicio y el final del parpadeo a partir de un umbral de velocidad (el tamaño pupilar disminuye y aumenta rápidamente debido al cierre y apertura del párpado) y elimina los 10 milisegundos inmediatamente antes y después del evento, por su baja fiabilidad. Posteriormente, realiza una interpolación de los valores faltantes: el algoritmo intenta primero una interpolación mediante *splines* cúbicos (que ajusta curvas suaves usando segmentos polinómicos) y, si esta no es viable, recurre a una interpolación lineal. Una vez interpolados los parpadeos, los datos se redujeron en un factor de 10, de 1000 Hz a 100 Hz. Después de la reducción de muestreo, cada serie temporal de cada ensayo fue corregida por la línea base, restando el tamaño medio de la pupila en los 500 ms previos a la presentación de la palabra. Se aplicaron dos criterios de exclusión de ensayos para el análisis de tamaño pupilar (notar que estos ensayos no fueron excluidos del análisis de asociación de palabras). Primero, se excluyó un ensayo si contenía el 40% o más de valores NaN en el período de 500 ms antes y hasta 4000 ms después del inicio de la *palabra objetivo* (desaparición de la cruz de fijación). En total, se excluyeron 19 ensayos basados en este criterio (1,35% de los ensayos). En segundo lugar, se excluyeron ensayos con tamaños extremos de pupila en la línea base. Para cada participante de forma separada, los tamaños de pupila de la línea base se convirtieron en puntuaciones *z*, y los ensayos donde el tamaño de la pupila de la línea base *z-score* era mayor que 2 o menor que -2 fueron excluidos. Este segundo criterio excluyó 63 ensayos adicionales (4,47% del total de los ensayos). El número final de ensayos fue de 1326, con 661 ensayos en la condición congruente y 665 en la condición incongruente.

El análisis de datos de la pupila se realizó con el paquete *lme4* de R implementando un Análisis de curvas de crecimiento (o GCA, por sus siglas en inglés). La ventana temporal seleccionada para el análisis GCA fue desde 500 ms

hasta 3000 ms después del inicio de la *palabra objetivo*. Esta ventana se eligió teniendo en cuenta el retraso de la respuesta pupilar y porque es un tiempo en el cual la medición se ajusta a una forma polinómica mientras se conserva la curva de la respuesta pupilar. Es importante destacar que la ventana temporal se definió antes de realizar el análisis de los efectos de interés (Peelle & Van Engen, 2021). El modelo GCA incluyó polinomios ortogonales de cuarto orden —es decir, términos lineal, cuadrático, cúbico y cuártico— como efectos fijos. Además, se incorporó la variable experimental Congruencia temática (niveles intra-participantes: incongruente [0] y congruente [1]), junto con su interacción con los polinomios, también como efectos fijos. En este modelo, el efecto fijo de la Congruencia temática determinará si existen diferencias en la magnitud general entre los niveles (es decir, si la curva se desplaza verticalmente). Por otro lado, las interacciones entre la condición y cada parámetro polinómico determinarán si la forma de la respuesta pupilar varía según la condición: la inclinación de la pendiente para el componente lineal y la agudeza de los picos para los componentes cuadrático, cúbico y cuártico.

2.2.5.2.2. Experimento 2B

Para el análisis de datos de pupilometría, se siguieron las mismas pautas de preprocesamiento y criterios de exclusión de ensayos que en el Experimento 2A. Primero, se excluyeron 39 ensayos debido a que contenían el 40% o más de entradas NaN en el período de 500 ms antes y hasta 2000 ms después del inicio de la *palabra objetivo* (2.18% de los ensayos). En segundo lugar, se excluyeron 69 ensayos adicionales con tamaños extremos de pupila en la línea base (3,85% del total de los ensayos). Cabe destacar que estos ensayos no fueron excluidos del análisis de la tarea de relación semántica. Finalmente, sólo los ensayos que fueron precisos en la tarea de relación semántica se consideraron para el análisis pupilar (eliminando el 9,03% de los datos restantes). El número final de ensayos fue 1532, con 389 ensayos en la condición congruente y 346 en la condición incongruente para las palabras ambiguas, y 402 ensayos en la condición congruente y 395 en la condición incongruente para las palabras no ambiguas.

El análisis de datos de la pupila se realizó con el paquete lme4 de R implementando un Análisis de curvas de crecimiento (o GCA, por sus siglas en inglés). La ventana temporal seleccionada para este análisis fue de 500 ms a 2000 ms después del inicio de la *palabra objetivo*. El modelo GCA incluyó polinomios ortogonales de tercer orden, la Congruencia temática (niveles intra-participantes: incongruente [0] y congruente [1]), Tipo de palabra (niveles intra-palabras: no ambigua [0] y ambigua [1]) y su interacción como efectos fijos.

Finalmente, evaluamos si el tamaño de la pupila predecía las mediciones conductuales. Realizamos un modelo lineal mixto (LMM) para los logRTs, como se explicó anteriormente, el cual en este caso sólo incluyó el tamaño medio de la pupila (promediado a través del tiempo para cada ensayo) como efecto fijo. La ventana temporal del tamaño de la pupila seleccionada para este análisis fue la misma que en el GCA (500 ms a 2000 ms después del inicio de la *palabra objetivo*).

2.3. Resultados

2.3.1. Experimento 2A

2.3.1.1. Comportamiento

En este primer experimento, nos preguntamos si los efectos contextuales globales tienen una respuesta pupilar asociada, de modo que se espera un tamaño pupilar menor cuando el contexto coincide con el significado de la palabra, lo cual indicaría una menor carga cognitiva. Para este propósito, se evaluó la influencia de un contexto global sobre la preferencia de significado de una palabra mediante una tarea de asociación libre, mientras se registraban medidas pupilares.

En línea con lo observado en el capítulo anterior (Experimento 1A), los resultados comportamentales indican que, mientras que la condición incongruente mostró una consistencia promedio de 0,39 [error estándar (EE) = 0,02], este valor se elevó a 0,52 (EE = 0,02) para la condición congruente. El análisis estadístico confirmó que la diferencia entre las condiciones de contexto fue significativa [$\beta = 0,65$, EE = 0,12; $\chi^2(1) = 29,48$, $p < ,001$] (ver Apéndice C para un resumen de los resultados de cada experimento).

Al analizar el efecto del contexto semántico en función de la frecuencia relativa del significado, no se encontraron interacciones significativas entre la Congruencia temática y la frecuencia relativa del significado [$\beta = -0,27$, EE = 0,76; $\chi^2(1) = 0,12$, $p = ,73$], en línea con lo obtenido para el Experimento 1A. Esto sugiere que, incluso en palabras con una frecuencia de significado muy sesgada, el contexto logra modificar las respuestas asociadas, aumentando la consistencia con el significado relacionado con el contexto.

2.3.1.1.1. Análisis suplementarios

Se realizaron tres modelos adicionales para verificar si el efecto del contexto dependía de tres factores potencialmente influyentes: (1) la precisión en las respuestas de la tarea de control del contexto global (seleccionar la palabra

faltante); (2) la posición en la que apareció la *palabra objetivo*, ya sea en primer o segundo lugar; y (3) el hecho de que los participantes hubieran advertido la relación entre las dos tareas (según lo informado en el cuestionario final). El primer modelo incluyó como factores fijos la Congruencia temática, la Precisión en la tarea de control (niveles dentro de participantes: incorrecta [0] y correcta [1]) y su interacción. El segundo modelo incluyó la Congruencia temática, la Posición de la *palabra objetivo* (niveles dentro de palabras: primera [0] o segunda [1]) y su interacción como factores fijos. El tercer modelo incluyó la Congruencia temática del contexto, la Conciencia de la relación entre tareas (niveles entre participantes: sin conciencia [0] y con conciencia [1]) y su interacción como factores fijos.

Para la tarea de control, el 59% de las respuestas fueron correctas (por encima del nivel de azar del 25%). El análisis de este factor no reveló interacciones significativas entre la Congruencia temática y Precisión en la tarea de control [$\chi^2(1) = 0,04$, $p = ,84$]. El análisis del segundo modelo tampoco reveló una interacción significativa entre la Congruencia temática y la posición de la *palabra objetivo* [$\chi^2(1) = 1,89$, $p = ,17$]. Finalmente, en cuanto a la Conciencia de la relación, el 74% de los participantes informó haber notado la relación entre las dos tareas. Sin embargo, tampoco se encontró una interacción significativa entre la Congruencia temática y Conciencia de la relación [$\chi^2(1) = 1,06$, $p = ,30$].

Estos resultados indican que responder incorrectamente a la tarea de control, no haber notado la relación entre las tareas o que la *palabra objetivo* aparezca en segundo lugar no elimina ni disminuye la modulación del contexto sobre la selección de significado.

2.3.1.2. Pupíloimetría

En cuanto al análisis pupilar, los polinomios lineal, cuadrático, cúbico y cuártico mejoraron significativamente el ajuste del modelo (todos $p < ,001$). Como se muestra en la Tabla 2.1, la inclusión del término de la Congruencia temática en el intercepto, y de su interacción con el polinomio lineal y el polinomio cúbico también mejoró significativamente el ajuste del modelo, lo que indica que estos efectos fueron significativos.

Tabla 2.1. **Experimento 2A: comparaciones de modelos mediante pruebas de razón de verosimilitud en el análisis de curvas de crecimiento.**

Efecto fijo	β	χ^2 (1)	p
Polinomio lineal	150,20	9673,6	< ,001 ***
Polinomio cuadrático	-220,10	19097	< ,001 ***
Polinomio cúbico	23,67	397,32	< ,001 ***
Polinomio cuártico	27,86	313,74	< ,001 ***
Cong. temática (referencia: incongruente)	-1,55	65,27	< ,001 ***
Cong. temática $\times$ Polinomio lineal	17,92	34,99	< ,001 ***
Cong. temática $\times$ Polinomio cuadrático	3,18	1,10	0,29
Cong. temática $\times$ Polinomio cúbico	16,73	30,44	< ,001 ***
Cong. temática $\times$ Polinomio cuártico	-2,81	0,86	0,35

Nota. Todos los modelos incluyeron interceptos aleatorios para participantes y palabras. Se incluyeron pendientes aleatorias para los términos lineal, cuadrático y cúbico por participante, y para los términos lineal, cuadrático, cúbico y cuártico por palabra.

El análisis del efecto principal de la Congruencia temática (nivel de referencia: incongruente) indicó que la condición congruente presentó un menor valor medio de tamaño pupilar ($\beta = -1,55$, EE = 0,19, $p < ,001$), una pendiente más positiva ($\beta = 17,92$, EE = 3,03, $p < ,001$), y un término de inflexión más pronunciado ($\beta = 16,73$, EE = 3,03, $p < ,001$), en comparación con la condición incongruente (Figura 2.4).

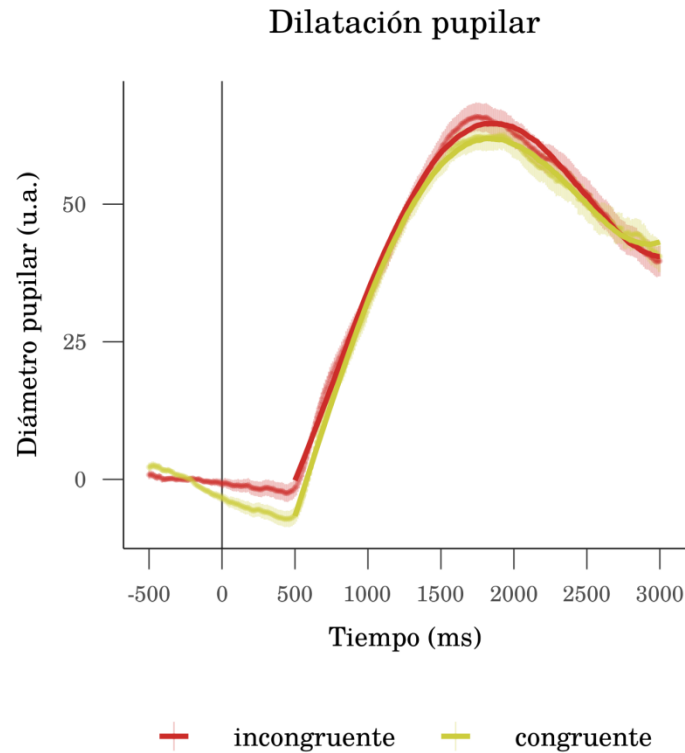


Figura 2.4. **Experimento 2A: dilatación de la pupila para cada condición.** Diámetro pupilar (unidades arbitrarias de EyeLink) a lo largo del tiempo para la condición incongruente (rojo) y congruente (verde). Los puntos representan las medias $\pm$ error estándar de los datos crudos. El ajuste del modelo de curvas de crecimiento se muestra con líneas sólidas. El inicio de la palabra en formato auditivo se indica con una línea vertical sólida (tiempo cero).

Así, se observa que el diámetro pupilar aumenta luego de la presentación de una palabra ambigua aislada (auditiva), alcanzando un pico alrededor de los 1800 ms, siguiendo una trayectoria polinómica. Además, este aumento es modulado por la Congruencia temática entre el contexto previo y el significado de la *palabra objetivo*. Mostramos que una condición congruente da lugar a un pico más bajo y a una forma diferente de la curva (mayor pendiente e inflexión) de respuesta pupilar en comparación con una condición incongruente. Si exploramos en mayor detalle la dinámica del efecto contextual, podemos ver que hay una divergencia temprana entre las condiciones, que comienza alrededor de los 500 ms, y una reaparición posterior del efecto alrededor de los 1500 ms. Este patrón probablemente refleja componentes distintos del procesamiento, como el reconocimiento temprano de la palabra y la activación semántica posterior. Retomaremos posibles interpretaciones de esta dinámica en la discusión de este capítulo. A partir de estos resultados, se sugiere que el contexto global reduce las

demandas neurocognitivas asociadas al procesamiento del significado de una palabra ambigua.

2.3.2. Experimento 2B

2.3.2.1. Comportamiento

En primer lugar, nos preguntamos si el contexto global reduce el tiempo de procesamiento de una palabra, utilizando una tarea de relación semántica con mediciones pupilares. Además, evaluamos si las palabras más ambiguas presentan mayores efectos del contexto en comparación con las palabras no ambiguas. Así, el diseño factorial incluye el Tipo de palabra (palabras ambiguas y no ambiguas), así como las comparaciones de Congruencia temática contexto-palabra (incongruente y congruente).

El análisis de los datos de precisión (ver Figura 2.5A) presentó una interacción no significativa entre la Congruencia temática y el Tipo de palabra [$\beta = 0,53$, error estándar (EE) = 0,38; $\chi^2(1) = 1,90$, $p = ,17$], y un efecto principal de la Congruencia temática [$\beta = 0,65$, EE = 0,18; $\chi^2(1) = 13,68$, $p < ,001$] y del Tipo de palabra [$\beta = -1,11$, EE = 0,34; $\chi^2(1) = 10,20$, $p = ,0014$], de tal forma que la condición congruente fue más precisa que la incongruente y las palabras ambiguas fueron menos precisas que las palabras no ambiguas. Sin embargo, dado que estábamos particularmente interesadas en evaluar si el efecto del contexto difería entre las palabras ambiguas y no ambiguas, evaluamos el efecto simple de la Congruencia temática para ambos Tipos de palabras. Los contrastes simples pareados indicaron que las palabras ambiguas presentaron respuestas más precisas en la condición congruente que en la incongruente ($\beta = 0,82$, EE = 0,22, $p < ,001$), mientras que las palabras no ambiguas no presentaron diferencias significativas en la precisión entre las condiciones de contexto incongruente y congruente ($\beta = 0,30$, EE = 0,31, $p = ,36$).

El análisis de los tiempos de respuesta (ver Figura 2.5B) presentó una interacción no significativa entre la Congruencia temática y el Tipo de palabra [$\beta = 0,00$, EE = 0,02; $F(1; 59,59) = ,02$, $p = ,89$], y un efecto principal de la Congruencia temática [$\beta = -0,03$, EE = 0,01; $F(1; 60,56) = 12,99$, $p < ,001$] y del Tipo de palabra [$\beta = 0,06$, EE = 0,02; $F(1; 58,02) = 15,81$, $p < ,001$], lo que indica que la condición congruente fue más rápida que la incongruente y que las palabras ambiguas provocaron respuestas más lentas que las palabras no ambiguas. En este caso, los contrastes simples pareados indicaron que la condición congruente presentó respuestas más rápidas tanto para las palabras ambiguas ($\beta = -0,03$, EE = 0,01, $p = ,010$) como para las palabras no ambiguas ($\beta = -0,04$, EE = 0,01, $p = ,020$).

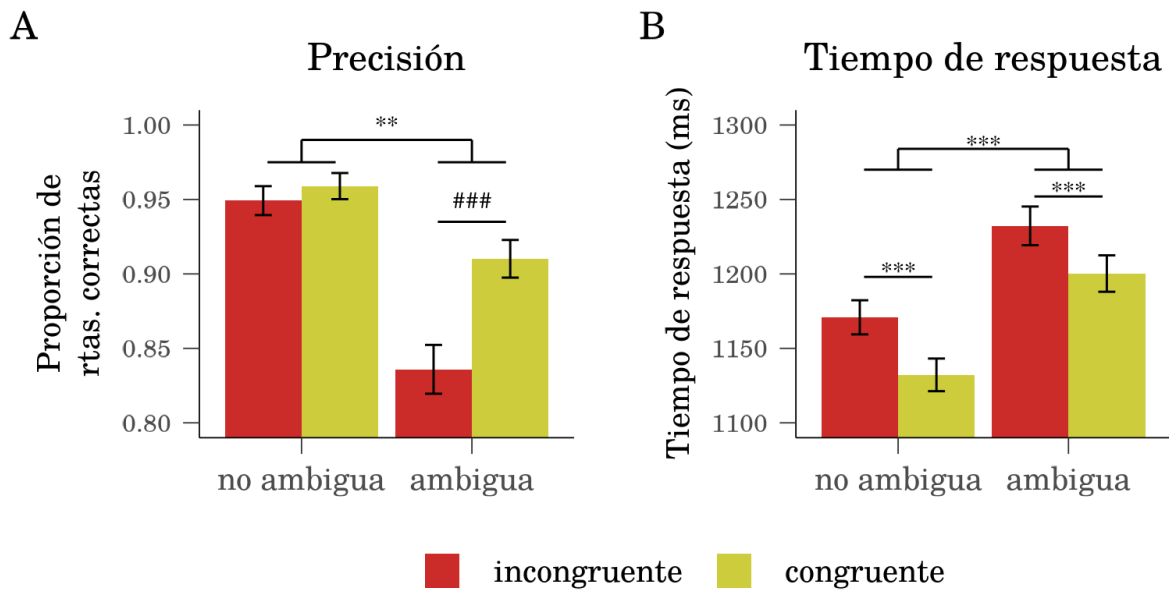


Figura 2.5. **Experimento 2B: precisión y tiempo de respuesta promedio.** A. Precisión media (proporción de juicios correctos de relación entre la *palabra objetivo* y palabra prueba) $\pm$ error estándar en cada condición. B. Media de los tiempos de respuesta (en milisegundos) de las respuestas correctas $\pm$ error estándar. ### $p < ,001$ (contrastes simples pareados); ** $p < ,01$ (efecto principal); *** $p < ,001$ (efecto principal).

Al enfocarnos en los efectos de la frecuencia relativa del significado de interés de las palabras ambiguas sobre los datos de precisión, no encontramos interacciones significativas con la Congruencia temática [$\beta = -1,96$, $EE = 1,72$; $\chi^2(1) = 1,29$, $p = ,26$], un efecto principal de la Congruencia temática, como se esperaba [$\beta = 0,81$, $EE = 0,22$; $\chi^2(1) = 14,55$, $p < ,001$], y un efecto principal de la frecuencia relativa del significado [$\beta = 4,91$, $EE = 1,57$; $\chi^2(1) = 9,68$, $p = ,002$], siendo los significados más frecuentes más precisos. En el caso de los tiempos de respuesta, la interacción entre la Congruencia temática y la frecuencia relativa del significado fue significativa [$\beta = 0,29$, $EE = 0,09$; $F(1;29,10) = 9,72$, $p = ,004$], de tal forma que el efecto de la Congruencia temática fue mayor para los significados menos frecuentes (Figura 2.6). Por lo tanto, a diferencia de los resultados previos con asociaciones de palabras, acá encontramos que la frecuencia relativa del significado tuvo un impacto en la modulación del contexto sobre los tiempos de respuesta de la tarea de relación semántica.

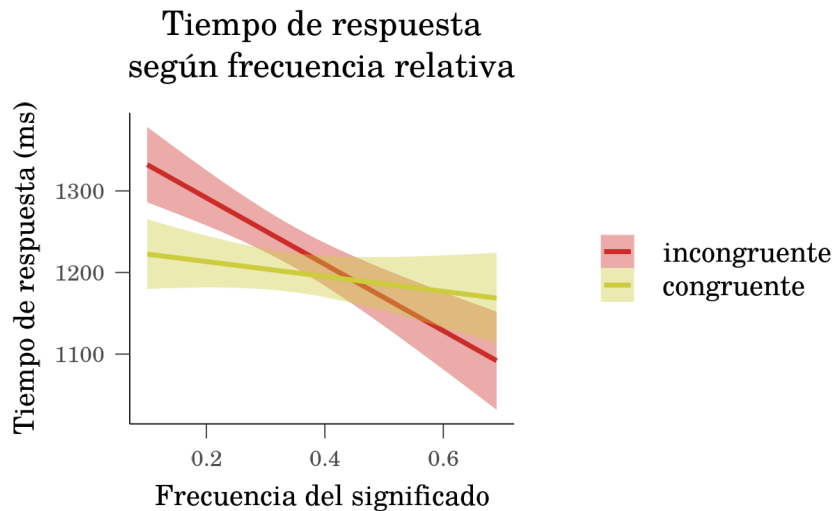


Figura 2.6. **Experimento 2B: tiempo de respuesta según la frecuencia relativa del significado de interés.** Media predicha por el modelo de los tiempos de respuesta (en milisegundos) de las respuestas correctas $\pm$ error estándar, en función de la frecuencia relativa del significado de interés para las palabras ambiguas.

2.3.2.1.1. Análisis suplementarios

Al igual que en los experimentos anteriores, se realizaron tres modelos adicionales tanto para los datos de precisión como para los tiempos de reacción log-transformados (logRT), con el objetivo de evaluar si el efecto del contexto dependía de los siguientes factores: (1) la precisión en las respuestas de la tarea de control del contexto global (seleccionar la palabra faltante); (2) la posición en la que apareció la *palabra objetivo*, ya sea en primer o segundo lugar; y (3) el hecho de que los participantes hubieran advertido la relación entre las dos tareas (según lo informado en el cuestionario final). El primer modelo incluyó como factores fijos la Congruencia temática, la Precisión en la tarea de control (niveles dentro de participantes: incorrecta [0] y correcta [1]) y su interacción. El segundo modelo incluyó la Congruencia temática, la Posición de la *palabra objetivo* (niveles dentro de palabras: primera [0] o segunda [1]) y su interacción como factores fijos. El tercer modelo incluyó la Congruencia temática, la Conciencia de la relación entre tareas (niveles entre participantes: sin conciencia [0] y con conciencia [1]) y su interacción como factores fijos.

En la tarea de control, el 57% de las respuestas fueron correctas, un valor superior al nivel de azar esperado (25%). Para la precisión en la tarea de relación semántica, no se observó una interacción significativa entre la Congruencia temática y el desempeño en la tarea de control [$\chi^2(1) = 1,60$, $p = ,21$], ni tampoco en los tiempos de respuesta [$F(1;1832,9) = 1,16$, $p = ,28$]. El análisis del segundo

modelo tampoco reveló una interacción significativa entre la Congruencia temática y la posición de la *palabra objetivo* para la precisión [$\chi^2(1) = 3,30$, $p = ,19$], ni para los tiempos de respuesta [$F(2;67,38) = 2,27$, $p = ,11$]. En cuanto a la Conciencia de la relación, esta fue menor que en el Experimento 2A (asociación de palabras): solo el 31% de los participantes reportaron haber notado dicha relación. Tampoco se encontró una interacción significativa entre la Congruencia temática y Conciencia de la relación para la precisión [$\chi^2(1) = 0,35$, $p = ,55$], ni para los tiempos de respuesta [$F(1;1765,2) = 0,91$, $p = ,34$].

2.3.2.2. Pupilometría

En cuanto al análisis de pupilometría, los polinomios lineal, cuadrático y cúbico mejoraron significativamente el ajuste (todos $p < ,001$). Como se muestra en la Tabla 2.2, incluir la Congruencia temática en el intercepto y su interacción con el término lineal mejoró el ajuste del modelo, lo cual indica que estos efectos fueron significativos.

Tabla 2.2. **Experimento 2B: comparaciones de modelos mediante pruebas de razón de verosimilitud en el análisis de curvas de crecimiento.**

Efecto fijo	β	$\chi^2 (1)$	p
Polinomio lineal	-71,99	1557,1	< ,001 ***
Polinomio cuadrático	-80,94	1958,8	< ,001 ***
Polinomio cúbico	18,47	156,34	< ,001 ***
Cong. temática (referencia: incongruente)	-2,44	473,72	< ,001 ***
Tipo de palabra (referencia: no ambigua)	-0,19	1,18	0,28
Cong. temática $\times$ Tipo de palabra	-6,33	159,17	< ,001 ***
Cong. temática $\times$ Polinomio lineal	12,08	15,43	< ,001 ***
Cong. temática $\times$ Polinomio cuadrático	4,82	2,46	0,12
Cong. temática $\times$ Polinomio cúbico	3,32	1,17	0,28
Tipo de palabra $\times$ Polinomio lineal	9,23	0,37	0,54
Tipo de palabra $\times$ Polinomio cuadrático	18,48	3,61	0,058
Tipo de palabra $\times$ Polinomio cúbico	-1,05	0,03	0,86

Nota. Todos los modelos incluyeron interceptos aleatorios para participantes y palabras, así como pendientes aleatorias para los términos lineal, cuadrático y cúbico tanto por participante como por palabra.

Al examinar el efecto principal de la Congruencia temática (nivel de referencia: incongruente [0]), el mismo indicó que la condición congruente presentó un tamaño promedio de pupila más pequeño ($\beta = -2,44$, $EE = 0,35$, $p < ,001$) y un término de pendiente más positivo ($\beta = 12,08$, $EE = 3,07$, $p < ,001$), en

comparación con la condición incongruente. Además, la Tabla 2.2 muestra que la interacción entre la Congruencia temática y Tipo de palabra también mejoró significativamente el ajuste del modelo ($p < ,001$), lo que indica que el efecto del contexto fue mayor para las palabras ambiguas (Figura 2.7, panel izquierdo), en comparación con las palabras no ambiguas ($\beta = -6,33$, $EE = 0,50$, $p < ,001$) (Figura 2.7, panel derecho).

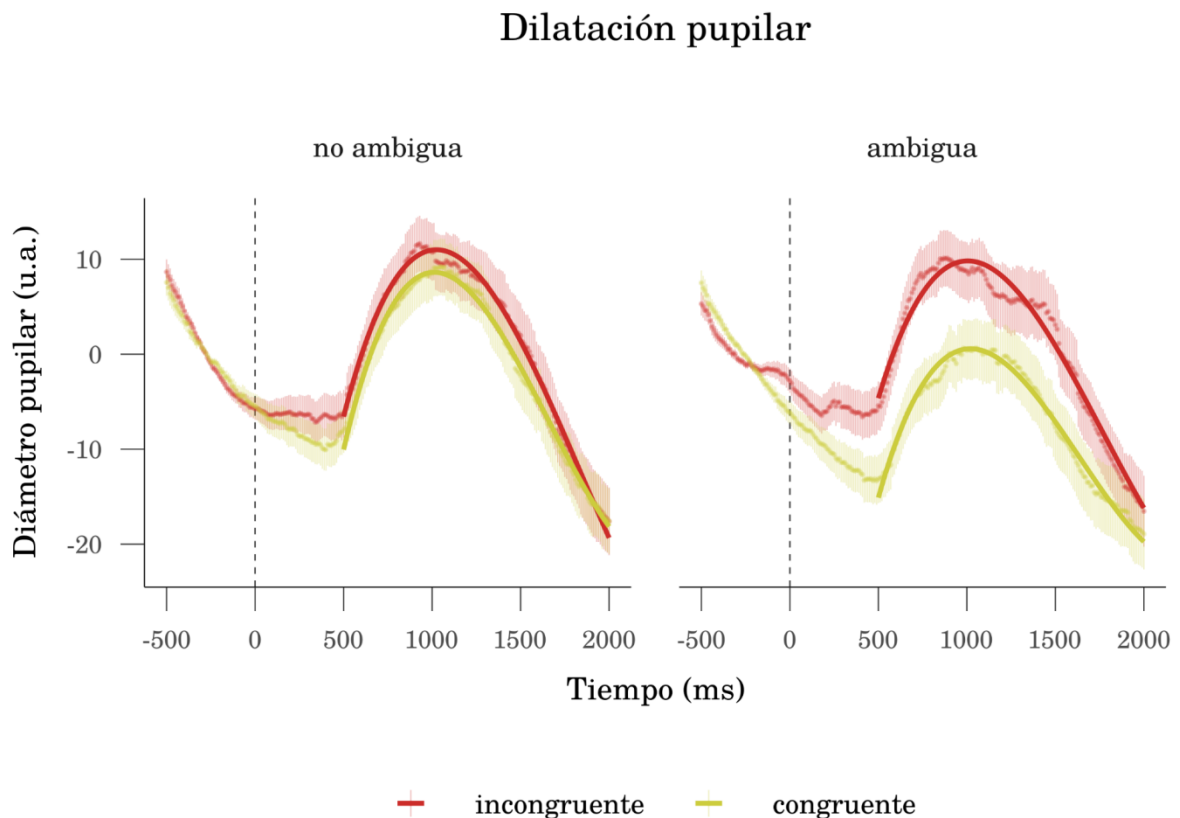


Figura 2.7. Experimento 2B: dilatación de la pupila para cada condición. Diámetro pupilar (unidades arbitrarias de EyeLink) a lo largo del tiempo para la condición incongruente (rojo) y congruente (verde), según el Tipo de palabra. Los puntos representan las medias $\pm$ error estándar de los datos crudos. El ajuste del modelo de curvas de crecimiento se muestra con líneas sólidas. El inicio de la palabra en formato auditivo se indica con una línea vertical punteada (tiempo cero).

Si nos focalizamos en la dinámica del efecto contextual podemos ver que, al igual que para el Experimento 2A, hay una divergencia temprana entre las condiciones alrededor de los 500 ms. En este caso, sin embargo, la diferencia se mantiene durante toda la ventana temporal del análisis.

Finalmente, nos interesaba evaluar si la reducción en la dilatación pupilar estaba asociada con un tiempo de respuesta más rápido. El análisis reveló efectos

no significativos del tamaño promedio de la pupila sobre los tiempos de respuesta [$\beta = 0,00$, $EE = 0,00$; $F(1; 1379,3) = 0,61$, $p = ,44$]. Por lo tanto, nuestros datos sugieren que el tamaño de la pupila no explica los efectos conductuales obtenidos en la tarea de relación semántica.

2.4. Discusión

Los experimentos presentados en este capítulo refuerzan la evidencia sobre los efectos del contexto global en el procesamiento de palabras, al demostrarlo de forma convergente mediante dos enfoques conductuales (una tarea de asociación de palabras y una tarea de relación semántica), complementados con una medida neurofisiológica: la dilatación pupilar. En conjunto, los resultados indican que el contexto semántico global no solo modula las respuestas comportamentales, sino que también reduce el esfuerzo cognitivo implicado en el procesamiento de palabras.

En el primer experimento (Experimento 2A) replicamos, a nivel conductual, los efectos del contexto global previamente observados en el Experimento 1A del capítulo anterior. Una vez más, cuando la temática del contexto era congruente con uno de los significados de la *palabra objetivo* ambigua, se obtuvo un 13% más de respuestas consistentes con ese significado que era incongruente. Este porcentaje es igual al registrado en el Experimento 1A, realizado de forma online y con la *palabra objetivo* presentada de forma escrita. Así, los resultados refuerzan la robustez del efecto bajo el protocolo empleado y muestran que la presentación del contexto y de la palabra en modalidades distintas (contexto escrito y palabra auditiva, en este caso) no atenúa la magnitud del efecto, aportando evidencia adicional sobre la intermodalidad de la facilitación contextual.

Asimismo, combinamos la tarea de asociación de palabras con un registro de pupilometría para evaluar el esfuerzo cognitivo asociado. Encontramos que la condición congruente presentó un tamaño pupilar promedio menor a lo largo de la curva de respuesta, en comparación con la condición incongruente (Figura 2.4). Este hallazgo sugiere que el contexto global atenúa la carga cognitiva asociada al procesamiento de palabras ambiguas. Consideramos este resultado particularmente llamativo dada la naturaleza abierta de la tarea y la ausencia de instrucciones explícitas que fomentaran una interacción semántica entre el contexto y la palabra.

La tarea de relación semántica para evaluar efectos contextuales

En el segundo experimento de este capítulo (Experimento 2B), el procesamiento de las palabras objetivo se evaluó mediante una tarea de relación semántica. Esta elección se basó en tres razones principales. Primero, al requerir una decisión explícita sobre el significado, demanda un mayor compromiso semántico. En línea con lo propuesto por Haro et al. (2023), planteamos que este mayor compromiso debería potenciar los efectos del contexto en la respuesta pupilar. Segundo, la tarea de relación semántica registra tiempos de respuesta y es más rápida, lo que reduce la posibilidad de sesgos conscientes. Tercero, queríamos incluir palabras no ambiguas, que no pueden evaluarse adecuadamente mediante la tarea de asociación.

Los resultados muestran que el procesamiento del significado de las palabras estuvo modulado tanto por la congruencia del contexto como por la ambigüedad, así como por su interacción (Figura 2.5). Un contexto congruente redujo los tiempos de respuesta y aumentó la precisión, mientras que la ambigüedad produjo el patrón inverso. En particular, el análisis de precisión reveló un mayor efecto del contexto en las palabras ambiguas que en las no ambiguas.

En cuanto a la pupilometría, y en consonancia con los hallazgos del Experimento 2A, los contextos congruentes se asociaron con una menor dilatación pupilar (Figura 2.7). Además, tal como predecíamos, el mayor compromiso semántico de la tarea de relación semántica se reflejó en efectos de contexto más pronunciados en comparación con la tarea de asociación del Experimento 2A. La dilatación pupilar también evidenció una interacción entre congruencia y ambigüedad, con efectos más marcados para palabras ambiguas.

En conjunto, el Experimento 2B mostró efectos del contexto global tanto en medidas conductuales como pupilares, para palabras ambiguas y no ambiguas, siendo dichos efectos significativamente mayores en las primeras. Estos resultados se alinean con estudios que analizan la interacción entre propiedades léxicas (como la ambigüedad) y el contexto (ver sección “Interacción entre el contexto y propiedades léxicas” de la Introducción general). Desde esta perspectiva, niveles altos de ambigüedad implican una mayor variabilidad en el significado y, por ende, una mayor dependencia del contexto para resolver la incertidumbre asociada (Hoffman, 2016; Schwanenflugel & Stowe, 1989).

Finalmente, la correlación entre pupilometría y comportamiento mostró que el tamaño de la pupila no predijo los tiempos de respuesta. Esto sugiere que ambas medidas captan etapas distintas o parcialmente superpuestas del procesamiento (ver Kadem et al., 2020, quien reportó resultados similares con una tarea de

relación semántica). En este sentido, proponemos que la pupilometría constituye un indicador valioso de la actividad neurocognitiva implicada en la integración del contexto con el significado, aportando información complementaria a las medidas conductuales.

Dinámica de la respuesta pupilar

A diferencia de las medidas conductuales, la pupilometría ofrece datos de series temporales que permiten rastrear los cambios en el esfuerzo cognitivo a lo largo de un intervalo de interés, en este caso, el periodo en el que asumimos que ocurre el procesamiento de la palabra. Aunque la pupilometría aún no cuenta con una caracterización definitiva durante el procesamiento léxico, se ha propuesto que distintos componentes de dilatación podrían estar asociados a diferentes fases de dicho procesamiento (Rojas et al., 2024). Por ejemplo, Pluchino et al. (2014) observaron respuestas pupilares tempranas (~280 ms) en condiciones semánticamente relacionadas, y sugirieron que la congruencia semántica acelera el procesamiento perceptivo temprano, diferenciándolo de procesos posteriores de detección y evaluación de asociaciones semánticas. Sobre la base de esto, ofrecemos una interpretación preliminar de la dinámica de respuesta de la pupila. En ambos experimentos, se observa una divergencia temprana entre las condiciones alrededor de 500 ms. Esta divergencia podría reflejar una facilitación en el acceso léxico cuando el contexto global respalda el significado previsto. Por otro lado, la reemergencia del efecto en el Experimento 2A y su presencia sostenida en el Experimento 2B podrían estar relacionados con procesos más tardíos de integración semántica de significados congruentes con el contexto. Las implicancias de esta interpretación en términos de los mecanismos que intervienen en los efectos contextuales se desarrollan con mayor detalle en la Discusión general.

Influencia de la frecuencia del significado en el efecto contextual

En ambos experimentos de este capítulo examinamos si el efecto del contexto global sobre palabras ambiguas estaba modulado por la frecuencia relativa del significado de interés. La evidencia previa sobre este punto es heterogénea y proviene de protocolos experimentales diversos: algunos estudios han informado ausencia de efectos contextuales cuando el significado favorecido es de frecuencia muy baja (Binder & Morris, 1995; Rayner et al., 1994); otros han encontrado que la facilitación contextual es más pronunciada precisamente cuando el significado favorecido por el contexto es poco frecuente (Rodd et al., 2013); y finalmente, también se han reportado casos en los que no se observa interacción entre el contexto y la frecuencia del significado (Blott et al., 2022).

En el Experimento 2A, en consonancia con lo hallado en el Experimento 1A del capítulo anterior, las respuestas en la tarea de asociación de palabras no mostraron una modulación por la frecuencia relativa. En cambio, en el Experimento 2B, que empleó una tarea de relación semántica con mayor sensibilidad, sí observamos que los efectos del contexto global dependían de la frecuencia relativa: los tiempos de respuesta indicaron una mayor facilitación cuando el significado favorecido por el contexto era menos frecuente (Figura 2.6). Este patrón sugiere que la información contextual resulta más útil cuando el significado no es el más habitual, y que la capacidad para detectar este efecto puede depender de la sensibilidad de la tarea utilizada. Este resultado es relevante para investigaciones que abordan la ambigüedad léxica como variable explicativa. En particular, aporta evidencia de un efecto gradual de la frecuencia relativa, respaldando la idea de que la ambigüedad de las palabras debe considerarse como un continuo más que como una propiedad binaria en donde las palabras son bien monosémicas o polisémicas (ver Rodd, 2020, para una propuesta afín). Además, contribuye a determinar el papel de la frecuencia en la delimitación de los efectos contextuales, con implicancias para la selección de estímulos en estudios futuros.

No obstante, cabe señalar que el rango de frecuencias utilizado en nuestros estudios fue relativamente acotado y no incluyó valores extremos. Una manipulación más específica y controlada de la frecuencia relativa permitiría determinar con mayor precisión si, bajo este protocolo, el efecto contextual se modula de manera sistemática por la frecuencia.

Efectos de la ambigüedad semántica en el procesamiento de palabras

El Experimento 2B incluyó una comparación entre palabras ambiguas y no ambiguas. Si bien este análisis no constituye una de las preguntas centrales de la tesis, caracterizar las diferencias entre ambos tipos de palabras resulta relevante para establecer un perfil de referencia sobre el cual interpretar posteriormente los efectos contextuales. A nivel conductual, encontramos una desventaja para las palabras ambiguas en términos de precisión y tiempos de respuesta, en línea con trabajos previos que reportan desventajas para homónimos en comparación con palabras no ambiguas, tanto en tareas de decisión léxica como en tareas semánticas (Armstrong & Plaut, 2008; Brown, 2008; Rodd et al., 2002). En contraste, los datos de pupilometría no mostraron que las palabras ambiguas, por sí mismas, implicaran un mayor esfuerzo cognitivo, lo que difiere de lo reportado por Haro et al. (2023) y Kadem et al. (2020). Es decir, los resultados del Experimento 2B (Figura 2.7) muestran que la ambigüedad no tiene un efecto principal significativo en la dilatación pupilar.

En cuanto a nuestros resultados conductuales, resulta pertinente considerar el mecanismo cognitivo que podría explicar la desventaja observada en el procesamiento de las palabras ambiguas. Como se mencionó en la Introducción general (en la sección “Procesamiento de palabras ambiguas”), una de las propuestas sostiene que la desventaja se debe a la competencia entre las representaciones semánticas de las palabras ambiguas (Beretta et al., 2005; Rodd et al., 2002). En cambio, otra propuesta plantea que esta desventaja surge por dificultades en la toma de decisiones, derivadas de las demandas de seleccionar respuestas específicas de la tarea, y que no refleja una dificultad en el acceso al significado (Hino et al., 2006; Pexman et al., 2004). Sugerimos que nuestros resultados se ajustan mejor a esta segunda explicación, ya que la desventaja de la ambigüedad se observó únicamente cuando la tarea exigía emitir una decisión semántica (esto es, en la tarea de relación semántica) después de escuchar la *palabra prueba*. Esto apunta a que el costo se originaría en la etapa decisional, más que en la competencia semántica durante el procesamiento. En contraste, la medición del tamaño pupilar durante el procesamiento de la palabra no mostró un efecto de ambigüedad, probablemente porque, en ese momento, los participantes aún no habían escuchado la palabra prueba y no debían tomar una decisión. No obstante, no podemos descartar que la ausencia de este efecto en la pupilometría responda a limitaciones metodológicas.

Nuestros resultados difieren de los estudios de Haro et al. (2023) y Kadem et al. (2020), que encontraron un efecto de la ambigüedad semántica en el tamaño de la pupila. Varios aspectos metodológicos podrían explicar esta discrepancia en los efectos observados. En primer lugar, las tareas utilizadas en ambos estudios fueron muy diferentes de las empleadas en nuestro experimento. Por ejemplo, Haro et al. (2023) encontraron un efecto de ambigüedad en el tamaño de la pupila en una tarea de número de significados, donde los participantes tenían que indicar si una palabra escrita tenía uno o más significados. Esta es una tarea que, además de presentarse los estímulos en formato escrito (vs. auditivo en nuestro experimento), implica niveles muy altos de procesamiento semántico e induce conciencia explícita de la multiplicidad de significados de las palabras ambiguas. De hecho, cuando estos autores emplearon tareas que no requieren la activación simultánea de todos los significados o son menos demandantes semánticamente (categorización semántica o decisión léxica), no encontraron diferencias en la respuesta pupilar entre palabras ambiguas y no ambiguas. En el caso de Kadem et al. (2020), las palabras no se presentaron de forma aislada, sino dentro oraciones auditivas que contenían o no palabras ambiguas. Por lo tanto, los cambios en el tamaño de las pupilas reflejan demandas cognitivas

relacionadas con la comprensión de oraciones, más que con el procesamiento de palabras individuales.

Una consideración metodológica adicional es la selección de palabras ambiguas. A diferencia de Haro et al. (2023), que utilizaron puntuaciones de número de significados, y Kadem et al. (2020), que emplearon entradas de diccionario (y un idioma diferente, p. ej., inglés), nosotros empleamos una puntuación derivada de una tarea de asociación de palabras para seleccionar palabras ambiguas. Las ventajas de este enfoque para la selección de palabras ambiguas se desarrollarán en la Discusión general.

3 Generalización de la facilitación contextual en una población bilingüe

3.1 Introducción

En este capítulo se abordará el **objetivo 3** de la tesis: analizar en una población bilingüe si el efecto del contexto global en un idioma se generaliza al procesamiento de palabras en otro idioma.

Hasta el momento, hemos caracterizado el rol del contexto semántico global en términos de su dinámica, su interacción con propiedades léxicas en particular, la ambigüedad de las palabras— y su reducción del esfuerzo cognitivo. Como parte de esta caracterización, en este capítulo nos proponemos explorar si los efectos del contexto global se extienden también al procesamiento de palabras en otra lengua.

Esta pregunta adquiere relevancia en contextos bilingües. Los hablantes bilingües tienen la capacidad de representar y usar activamente dos lenguas, lo que refleja una notable plasticidad en el acceso y procesamiento lingüístico. Numerosos estudios sugieren que el léxico bilingüe es integrado, y que el acceso a las palabras no se encuentra restringido por el idioma (de Groot et al., 2000; Dijkstra & Heuven, 2002; Martin et al., 2009). En ese sentido, se ha observado que el procesamiento de palabras ambiguas en un idioma puede estar influido por experiencias recientes en otro idioma (Duyck & Warlop, 2009; Poort et al., 2016; Wen & van Heuven, 2017). Por ejemplo, en el trabajo de Poort et al. (2016) participantes bilingües holandés-inglés leyeron oraciones que contenían una palabra objetivo que era un cognado, es decir, palabras que poseen la misma forma y significado en ambos idiomas, como “*hotel*”), o un homógrafo interlingual, es decir, palabras que se escriben igual pero tienen significados distintos en los dos idiomas (como “*room*”, que significa “habitación” en inglés pero “crema” en holandés). Dieciséis minutos más tarde, en una tarea de decisión léxica en inglés, los participantes mostraron facilitación para cognados y un efecto inhibitorio para homógrafos. Estos resultados evidencian que el contexto lingüístico previo en un idioma puede modular la activación léxica en otro idioma, incluso con un intervalo temporal considerable.

En este capítulo planteamos la hipótesis de que el efecto del contexto semántico global no se restringe a una sola lengua, sino que puede operar de manera interlingüística. Para evaluarlo, adaptamos el protocolo del Experimento 2A a una población bilingüe, durante una estancia de investigación en el laboratorio de Lenguaje y Bilingüismo de la Dra. Clara D. Martin en el *Basque Center on Cognition, Brain and Language* (BCBL, Donostia, España). Concretamente, esperamos observar los efectos contextuales en dos condiciones: una que replique el Experimento 2B, donde el contexto global y la *palabra objetivo* están en el

mismo idioma (condición L1-L1); y otra en la que el contexto global se presenta en un idioma y la *palabra objetivo* en otro (condición L2-L1).

Sin embargo, el bilingüismo no puede entenderse como un fenómeno homogéneo, ya que presenta variabilidad en dimensiones como la edad de adquisición, el nivel de dominio y el uso cotidiano de cada lengua (de Bruin, 2019). Se ha visto que distintos factores de la experiencia lingüística pueden ser moduladores de procesos lingüísticos. Por ejemplo, se ha propuesto que quienes adquieren la segunda lengua de forma temprana y alcanzan una alta dominancia podrían tener un mejor control atencional (Kapa & Colombo, 2013; Singh & Mishra, 2013). Asimismo, los bilingües que alternan con frecuencia entre sus idiomas en la vida diaria (*language switching*) parecen mostrar menores costos al alternar entre tareas no verbales, en comparación con aquellos bilingües que no lo hacen habitualmente (Prior & Gollan, 2011).

Aunque este estudio no busca caracterizar en detalle cómo las distintas dimensiones de la experiencia bilingüe afectan el procesamiento semántico, se presentan a continuación algunos aspectos relevantes del perfil lingüístico de la población, los cuales fueron fundamentales para la adaptación del protocolo, la formulación de las hipótesis y la interpretación de los resultados.

3.1.1 Perfil lingüístico de los participantes

El estudio se llevó a cabo con una población bilingüe español-inglés residente en San Sebastián-Donostia, en el País Vasco. Los participantes eran hablantes nativos de español, con adquisición temprana y excelente dominio de su primera lengua (L1); y de inglés como segunda lengua (L2), adquirida de forma tardía (después de los cinco años) y con un dominio de nivel medio a alto. Además, dicha población no reside en un contexto donde la L2 sea usada habitualmente. La adquisición tardía y el uso limitado de la L2 implican que este grupo no puede considerarse como de bilingüismo general elevado, lo cual es relevante porque condiciona el grado de procesamiento posible en la L2 y, en consecuencia, podría atenuar los efectos contextuales de esta sobre las palabras en L1.

Es importante destacar que la mayoría de los participantes también habla vasco, una de las lenguas cooficiales de la región, por lo que se trata en realidad de personas trilingües. Incluso, en la mayoría de los casos, el vasco fue adquirido antes que el inglés dado el sistema educativo de la región. Así, desde una perspectiva estricta, el español corresponde a la lengua nativa (L1), el vasco a la segunda lengua (L2) y el inglés a la tercera (L3). Este perfil trilingüe de los participantes podría ser relevante, ya que estudios previos han mostrado que la interacción entre lenguas puede variar en función del dominio relativo de cada

una. En personas trilingües se ha observado que el procesamiento de una lengua no nativa (L2) puede verse más interferido por otra lengua no nativa (L3) que por la lengua materna (de Bruin et al., 2023; Stoehr et al., 2024). En el presente estudio, dado que evaluaremos el procesamiento de palabras en la lengua nativa (L1), asumimos que este factor, aunque relevante, no compromete directamente la pregunta de interés. Por lo tanto, a modo de simplificación, nos referiremos al español como lengua nativa (L1) y al inglés como lengua no nativa (L2).

En este contexto, decidimos utilizar el inglés como lengua no nativa (L2) en lugar del vasco por dos motivos. Primero, por motivos conceptuales: el vasco y el español se utilizan de forma muy integrada en la vida cotidiana de la región, con frecuentes alternancias lingüísticas, préstamos y uso mixto (por ejemplo, saludos, nombres de barrios, instituciones, etc.) (Del Moral, 2020). Esto hace que un efecto interlingüístico entre vasco y español resulte menos novedoso, dado su alto grado de interconexión. Segundo, por motivos prácticos: la traducción y adaptación de los estímulos (particularmente los contextos globales) se realizaron durante un período acotado y corto de la estadía, y el uso del inglés facilitó considerablemente este proceso.

Finalmente, para mantener la coherencia con los experimentos anteriores al evaluar los efectos interlingüísticos del contexto global, mantuvimos el uso de las mismas *palabras objetivo* en español (L1) (aunque con algunos reemplazos detallados más adelante en la sección “Materiales”) y traducimos los contextos globales al inglés (L2). Aunque la mayoría de los estudios en bilingüismo se han enfocado en efectos de L1 a L2, y se ha sugerido que estos tienden a ser más fuertes que en la dirección inversa, también existe evidencia de efectos de L2 a L1 (Basnight-Brown & Altarriba, 2007; Duyck & Warlop, 2009). Incluso, en tareas que requieren un procesamiento semántico más profundo, se ha observado que la magnitud del efecto puede ser simétrica en ambas direcciones (Finkbeiner et al., 2004). En base a esto, y considerando la robustez del efecto contextual observado en los capítulos anteriores en tareas semánticas, proponemos que será posible observar un efecto del contexto global en L2 sobre el procesamiento de palabras en L1.

3.1.2 Objetivos e hipótesis del capítulo

Partiendo del objetivo 3 que orienta este capítulo, se formulan de manera más detallada los siguientes objetivos e hipótesis:

1. **Evaluar en una población bilingüe si el efecto del contexto global en la L2 se generaliza al procesamiento de palabras en la L1.** Esperamos observar efectos contextuales tanto en medidas conductuales (tiempos de respuesta y

precisión) como en pupilometría, en dos condiciones: una que replica el Experimento 2B, donde el contexto global y la *palabra objetivo* están en el mismo idioma (condición L1-L1), y otra en la que el contexto global y la *palabra objetivo* pertenecen a idiomas distintos (L2-L1). Dado que esta población no presenta un nivel de bilingüismo general elevado, se anticipa que los efectos contextuales en la condición L2-L1 serán menores que en la condición L1-L1.

2. **Examinar si, al igual que en el experimento anterior, la influencia del contexto es más fuerte en palabras con mayor grado de ambigüedad.** Retomando lo observado en el Experimento 2B esperamos que los efectos contextuales, tanto en medidas conductuales como en pupilometría, sean mayores para palabras ambiguas que para palabras no ambiguas.

3.2 Métodos

3.2.1 Participantes

Los participantes fueron reclutados en el *Basque Center on Cognition, Brain and Language* (BCBL; Donostia, España), a partir de la base de datos del instituto, que incluye personas previamente evaluadas en distintas pruebas de nivel de idioma, habilidades cognitivas e información general. Para este experimento, se seleccionaron hablantes nativos de español con visión normal o corregida a la normalidad, que hubieran adquirido el idioma español antes de los dos años y presentaran un desempeño alto (puntaje > 55) en la prueba BEST (Basque, English, and Spanish Test), una evaluación oral breve de dominio del idioma que utiliza una escala tipo Likert para calificar las habilidades del hablante en distintos niveles de dificultad y estructuras gramaticales. Además, los participantes debían contar con un nivel medio a alto de inglés como segunda lengua, adquirido de manera tardía (edad de adquisición posterior a los cinco años) y con un puntaje superior a 40 en el BEST para ese idioma. Antes de comenzar el experimento, todos firmaron un consentimiento informado y recibieron una compensación económica por su participación.

Previo a la recolección de datos, se realizó un experimento piloto con cinco participantes con estas mismas características, con el objetivo de comprobar el correcto funcionamiento del diseño experimental, la presentación de los estímulos y la calidad de los datos registrados. Los mismos no se incluyeron en la muestra final.

El tamaño de la muestra se determinó en base al Experimento 2B, en el cual observamos efectos del contexto utilizando una metodología muy similar (ver Capítulo 2). Se establecieron criterios de exclusión para participantes cuyo rendimiento en una tarea de control atencional estuviera por debajo de 3

desviaciones estándar de la media, o cuya proporción de respuestas correctas fuera inferior al 25% esperado por azar. Ningún participante fue excluido bajo estos criterios. Sin embargo, un participante fue excluido debido a un bajo rendimiento en la tarea de relación semántica (precisión < 70%).

La muestra final del Experimento 3 estuvo compuesta por 31 participantes, con una edad promedio de 25,6 años [desvío estándar (DE) = 5,1]. De ellos, 22 (71%) se identificaron como mujeres y 9 (29%) como varones. La edad promedio de adquisición del español fue de 0 años, mientras que la del inglés fue de 6,4 años (DE = 1,4); mientras que el desempeño promedio en el BEST fue de 64,9 puntos sobre 65 en español (DE = 0,2) y de 52,2 puntos sobre 65 en inglés (DE = 7,3).

3.2.2 Materiales

3.2.2.1 Palabras objetivo

En el Experimento 3 se utilizaron 64 *palabras objetivo* ambiguas en español. Al igual que en los capítulos anteriores, las *palabras objetivo* ambiguas eran sustantivos pertenecientes a 16 categorías semánticas predefinidas, con cuatro palabras por categoría (por ejemplo, música, economía, fútbol, animales, entre otras). Además, así como en el Capítulo 2, se utilizaron 64 *palabras objetivo* no ambiguas, distribuidas en las mismas 16 categorías semánticas que las palabras ambiguas. Por último, dado que el objetivo de este experimento era evaluar si el contexto en L2 (inglés) influye sobre la interpretación de una *palabra objetivo* en L1 (español), se controló el factor de cognación. Específicamente, si la palabra en L1 era un cognado de su equivalente en L2, con significados, ortografía y pronunciación similares (por ejemplo, público/*public*), el efecto del contexto (por ejemplo, de temática teatral) podría atribuirse tanto a una facilitación interlingüística hacia la *palabra objetivo* en L1 (“público”), como a una activación directa del término en L2 (“*public*”). Por este motivo, se incluyeron mitad de palabras cognadas y mitad de no cognadas para cada categoría, tanto en el conjunto de palabras ambiguas como en el de no ambiguas.

Para crear el conjunto de 64 palabras ambiguas, se utilizaron 41 de las que ya habían sido empleadas en los experimentos del Capítulo 1 (Experimentos 1A, 1B y 1C). Las palabras restantes fueron reemplazadas con respecto al Capítulo 1, ya sea porque su significado en el español de España no coincidía con el sentido de interés (por ejemplo, la palabra “papa” no es ambigua en España, ya que a la verdura se la denomina “patata”), o porque no se cumplía con la proporción de palabras cognadas y no cognadas necesaria. Para reemplazar las 23 palabras descartadas, seleccionamos palabras ambiguas que formaban parte de los corpus de ambigüedad semántica disponibles (Fraga et al., 2017; Haro, Ferré, et al.,

2017; López Cortés & Horno Chéliz, 2021; Monzó, 1991) o cumplieran con el criterio de ser “potencialmente ambiguas” definido por Haro, Ferré, et al. (2017): tener más de una entrada o más de cinco acepciones en el Diccionario de la lengua española de la (Real Academia Española, 2014).

Para crear el conjunto de 64 palabras no ambiguas, se utilizaron 16 de las 32 palabras no ambiguas del Experimento 2B, habiendo descartado a aquellas cuyo significado en el español de España no coincidía con el sentido de interés, o para cumplir con la proporción de cognados necesaria. Para las 48 palabras restantes, al igual que en el Experimento 2B, seleccionamos palabras etiquetadas como no ambiguas en los corpus de ambigüedad semántica disponibles o que cumplieran los criterios de ser “potencialmente no ambiguas”, según la definición de (Fraga et al., 2017; Haro, Ferré, et al., 2017; López Cortés & Horno Chéliz, 2021; Monzó, 1991) (es decir, palabras que tenían una única entrada y cinco o menos acepciones en el Diccionario de la Lengua Española de la Real Academia Española). Finalmente, se utilizaron 64 *palabras distractoras* para que la lógica del experimento no fuera evidente para los participantes.

Por último, se seleccionó un grupo de *palabras prueba* para utilizar en la tarea de relación semántica, cuyas propiedades léxicas y características eran las mismas que en Experimento 2B: *palabras prueba* relacionadas asociadas con las *palabras objetivo* y *palabras prueba* no relacionadas asociadas a las *palabras distractoras*. La selección final de todos estos conjuntos de palabras fue corregida y validada por un hablante nativo del español de España.

El enlace a un repositorio de OSF que contiene la lista completa de estímulos y detalles adicionales se encuentra en el Apéndice A. Las propiedades léxicas de estas palabras se encuentran en el Apéndice B.

1.1.1.1 Contextos semánticos

Se utilizaron 128 contextos globales en español, compuestos por textos representativos de las mismas 16 categorías semánticas que las *palabras objetivo* (4 contextos por categoría). De estos, 64 correspondían a los textos previamente empleados en los experimentos del Capítulo 1 y 2. A diferencia de esos experimentos, en este caso no se incluyeron imágenes junto a los textos, con el fin de controlar estrictamente el idioma del estímulo y evitar posibles efectos adicionales derivados de la interpretación visual. Sin embargo, tal como se mencionó en la Discusión del Capítulo 1, experimentos en nuestro laboratorio indicaron que la facilitación no es dependiente de la presencia de la imagen (Jurado, 2024).

Para completar el total necesario, se elaboraron 64 contextos nuevos (4 por categoría), seleccionados y adaptados a partir de artículos de Wikipedia correspondientes a cada categoría, siguiendo el mismo procedimiento que para los contextos previos. La longitud de los textos en español varió entre 25 y 39 palabras [media (M) = 33,09; DE = 2,94], y ninguno contenía la *palabra objetivo*.

También se utilizaron los mismos 128 contextos globales traducidos al inglés. En este caso, la longitud de los textos varió entre 25 y 37 palabras (M = 30,63; DE = 2,86).

3.3 Procedimiento

Los participantes fueron evaluados en una sala silenciosa con iluminación media. Se sentaron con la cabeza apoyada en un soporte para el mentón y la frente, a una distancia de 90 cm de una pantalla de computadora de 21". Durante todo el experimento, usaron auriculares. Se registraron continuamente el diámetro pupilar y los movimientos oculares del ojo derecho durante la tarea mediante un dispositivo de seguimiento ocular, EyeLink 2K (SR Research Ltd.), con una frecuencia de muestreo de 1000 Hz. Para presentar los estímulos del experimento se utilizó el software PsychoPy (Peirce et al., 2019). Antes de los ensayos experimentales, se realizó una calibración del *eye-tracker* de nueve puntos.

La estructura de los ensayos experimentales fue igual a la del Experimento 2B: consistieron en la presentación de una *palabra objetivo* en una tarea de relación semántica, precedida por un contexto global. Nuevamente, los ensayos se agruparon en bloques, de modo que tres tareas de relación semántica compartían el mismo contexto global (ver Figura 3.1 para un ejemplo ilustrativo).

La presentación del contexto global siguió el mismo procedimiento utilizado en los experimentos anteriores, con la particularidad de que en este caso el contexto consistía exclusivamente en un texto breve, sin imagen (como se detalló en la sección 3.2.2 *Materiales*). Para mantener la atención de los participantes, la pantalla tenía un diseño similar al de un juego (tipo trivia) y el texto incluía una palabra faltante que debían completar, obteniendo 1 punto por cada respuesta correcta. Los participantes tenían 30 segundos para seleccionar la opción correcta entre cuatro alternativas y recibían *feedback* inmediatamente después de su respuesta, con un *tick* o una cruz. Esta tarea de control fue diseñada para ser accesible pero lo suficientemente desafiante como para mantener el compromiso durante la tarea.

La tarea de relación semántica se llevó a cabo siguiendo el mismo procedimiento que en el Experimento 2B: los participantes debían decidir si un par de palabras presentadas secuencialmente (*palabra objetivo* o *distractora* – *palabra prueba*) estaban relacionadas o no. Una cruz de fijación aparecía antes de la presentación de la primera palabra y permanecía visible hasta el final de la tarea, sirviendo como línea de base. La única diferencia respecto al Experimento 2B fue que la cruz de fijación se mostraba 3000 ms antes de la primera palabra (en lugar de 2000 ms), agregando un segundo adicional de línea de base para permitir que la pupila se estabilizara mejor entre ensayos.

En la tarea de relación semántica, se instruía a los participantes a decidir, de la manera más rápida y precisa posible, si un par de palabras presentadas secuencialmente estaban relacionadas o no. La primera palabra del par era una *palabra objetivo* (ambigua o no ambigua) o una *palabra distractora*, y la segunda correspondía a la palabra prueba. Las *palabras objetivo* siempre se presentaban junto a *palabras prueba* relacionadas, tanto en el caso de las ambiguas (p. ej., “nota–CANCIÓN”) como en el de las no ambiguas (p. ej., “trompeta–VIENTO”). En cambio, las *palabras distractoras* siempre se presentaban junto a *palabras prueba* no relacionadas (p. ej., “espejo–DIRECTOR”). Una cruz de fijación (negra sobre fondo gris [#808080 Hex]) aparecía en pantalla 3000 ms antes de la presentación auditiva de la *palabra objetivo* o *distractora*, intervalo que se utilizaba como período de línea de base. Esta cruz permaneció visible hasta el final de la tarea de relación semántica. Dos segundos después del inicio de la *palabra objetivo* o *distractora*, los participantes escuchaban la palabra prueba y debían responder “sí” o “no”. Si no respondían dentro de los 2000 ms posteriores al inicio de la palabra prueba, la cruz de fijación se volvía roja para indicar que la respuesta había sido demasiado lenta. Las respuestas se registraban mediante el teclado, utilizando la tecla ‘j’ para las respuestas afirmativas y la tecla ‘k’ para las respuestas negativas.

Para los estímulos auditivos, se utilizó una voz neuronal masculina del español ibérico generada con Texvoz (www.texvoz.com), un generador de voz artificial con calidad humana. El audio de las palabras ambiguas tuvo una duración media de 530 ms $\pm$ 114 DE (rango = 310 – 812 ms), mientras que el audio de las palabras no ambiguas tuvo una duración media de 609 ms $\pm$ 111 DE (rango = 361 – 860 ms). La duración promedio de todos los bloques experimentales fue de 40 minutos.

El experimento comenzó con un único bloque de práctica, tras el cual se verificaba que los participantes pudieran escuchar correctamente los estímulos auditivos. Al finalizar el experimento, se les preguntaba si habían notado alguna

relación entre las dos tareas (tarea de control del contexto global y tarea de asociación de palabras). Además, se pedía que puntuaran su atracción hacia cada una de las categorías presentadas en una escala del 1 (nada) al 5 (mucho).

Experimento 3

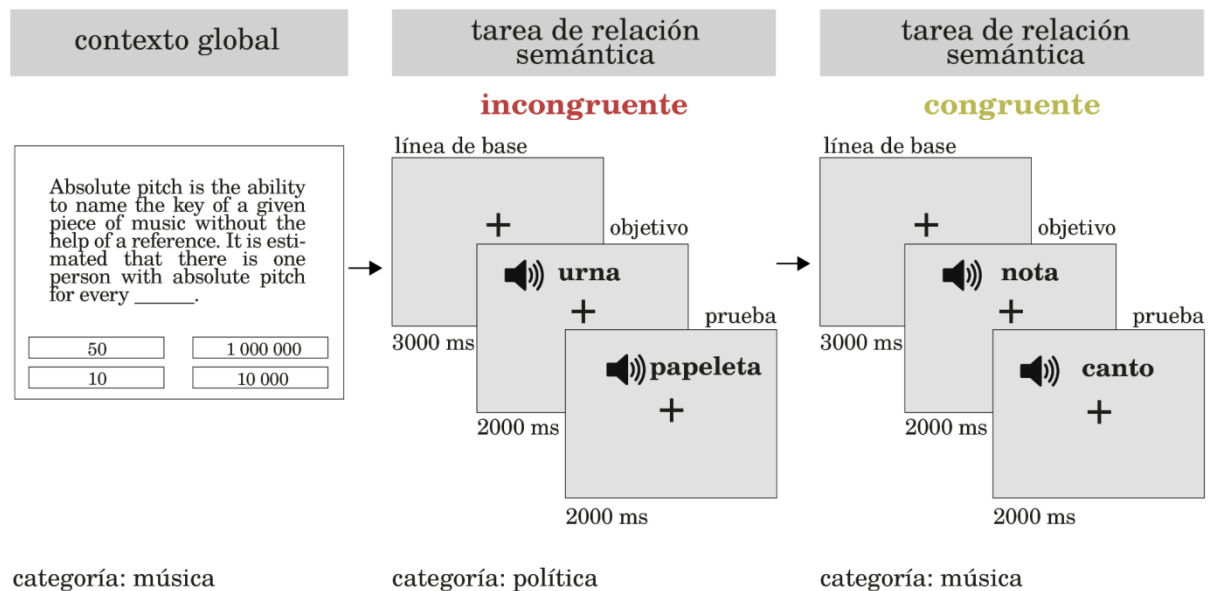


Figura 3.1. **Ejemplo ilustrativo de un bloque del Experimento 3.** En cada bloque, se presenta un contexto global en español o en inglés que incluye una tarea de control (seleccionar la palabra faltante), perteneciente a una determinada categoría. A continuación, se muestran dos *palabras objetivo* —ambiguas o no ambiguas— presentadas en orden pseudoaleatorio: una en condición congruente y otra en condición incongruente. Las *palabras objetivo* se presentaban en una tarea de relación semántica, seguidas por una palabra prueba relacionada. Además, cada bloque incluía una tercera tarea de relación semántica, compuesta por una *palabra distractora* y una palabra prueba no relacionada (ver Figura 3.2).

3.4 Diseño

El experimento siguió un diseño intra-sujeto 3x2 e incluyó 64 bloques, y 192 ensayos totales: 64 en la condición congruente, 64 en la condición incongruente y 64 distractores. En la condición de contexto congruente, la categoría semántica del contexto coincidía con la categoría semántica de la *palabra objetivo* (por ejemplo, la palabra ambigua ‘nota’ era precedida por un contexto relacionado con la música). En la condición de contexto incongruente, la categoría del contexto no coincidía con la categoría semántica de la *palabra objetivo*.

Además, el experimento se dividió en dos partes de 32 bloques cada una, separadas por una pausa de descanso y recalibración del *eye-tracker*. En una de

las partes, todos los contextos se presentaban en español, y en la otra en inglés. El orden de los idiomas fue pseudoaleatorio y contrabalanceado entre participantes.

Para contrabalancear la Congruencia temática del contexto (congruente o incongruente), las 16 categorías se dividieron aleatoriamente en dos listas: en una lista, la mitad de las categorías (64 contextos, 32 palabras ambiguas y 32 palabras no ambiguas) aparecían en la condición congruente, mientras que en la otra lista, la otra mitad aparecía en la condición incongruente. Cada una de estas dos listas fue subdividida a su vez para contrabalancear la Congruencia idiomática del contexto (L1-L1 o L2-L1), de modo que en cada sublista la mitad de los bloques contenían contextos en español y la otra mitad en inglés. De este modo, cada *palabra objetivo* y su contexto aparecían una única vez por participante, pero podían presentarse en cualquiera de las cuatro combinaciones experimentales (congruente/incongruente $\times$ L1-L1/L2-L1), dependiendo de la lista asignada.

En resumen, los 64 bloques del experimento se distribuyeron de la siguiente manera: 16 bloques incluían un contexto en español seguido por dos palabras ambiguas en español (una en condición congruente y otra en condición incongruente), cada una acompañada de su palabra prueba relacionada, y una *palabra distractora* con su respectiva palabra prueba no relacionada. Otros 16 bloques presentaban la misma estructura, pero con *palabras objetivo* no ambiguas. Esta distribución se replicaba en otros 32 bloques con contextos en inglés: 16 con palabras ambiguas y 16 con palabras no ambiguas en español. En todos los casos, los tres ensayos de cada bloque (congruente, incongruente y distractor) se presentaban en orden pseudoaleatorio. Para garantizar el equilibrio, un tercio de los bloques presentaba cada tipo de ensayo en primera, segunda o tercera posición, respectivamente. En la Figura 3.2 se resume este diseño, que da lugar a 16 ensayos por cada una de las ocho condiciones experimentales, resultantes de combinar las cuatro condiciones de Congruencia temática y Tipo de palabra (congruente-ambigua, congruente-no ambigua, incongruente-ambigua e incongruente-no ambigua) con las dos condiciones de Congruencia idiomática (L1-L1 y L2-L1).

Experimento 3

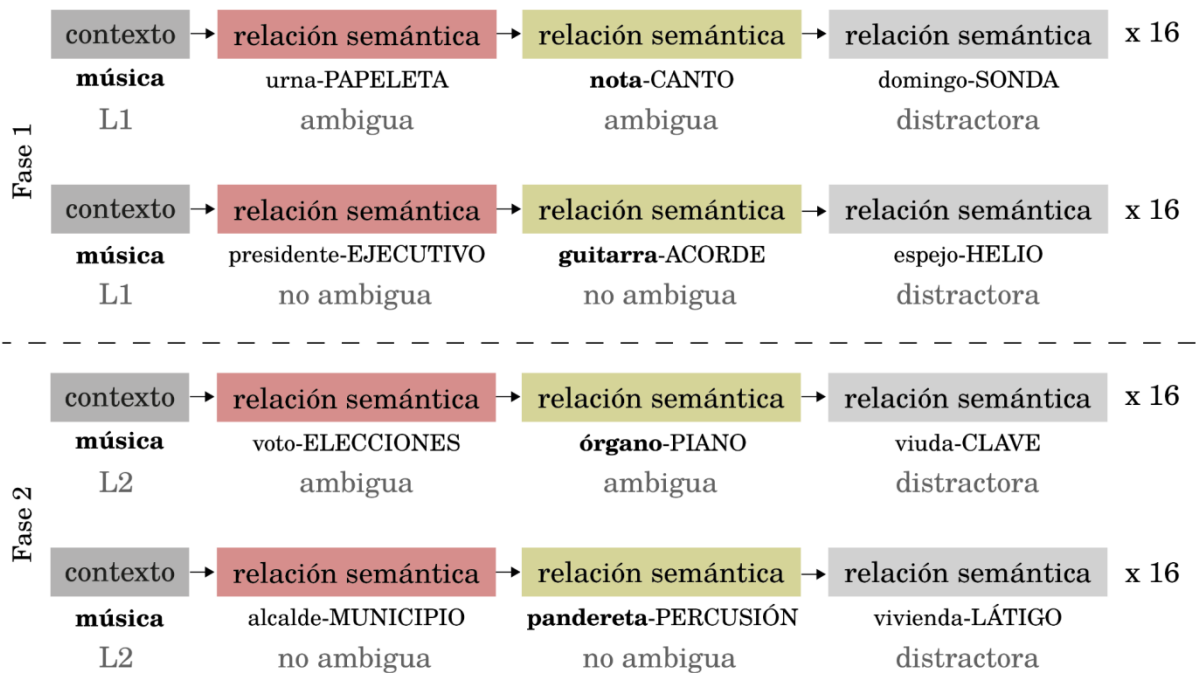


Figura 3.2. **Estructura de bloques para un mismo participante en el Experimento 3.** En cada bloque un contexto global (por ejemplo, de temática musical), era seguido por tres tareas de relación semántica: dos con *palabras objetivo* —una congruente (verde) y una incongruente (rojo)— y una no relacionada con una *palabra distractora*. En la mitad de los bloques las *palabras objetivo* eran ambas ambiguas (“partido”, “nota”; bloque superior de cada fase), mientras que en la otra mitad, las *palabras objetivo* eran ambas no ambiguas (“presidente”, “trompeta”; bloque inferior de cada fase). Además, los bloques se presentaban en dos fases: una con contextos en español (condición L1-L1) y otra con contextos en inglés (condición L2-L1).

3.4.1 Procesamiento y análisis de datos

Los datos se analizaron en R (v4.4.0; ({R Core Team}, 2024). Todos los modelos incluyeron a los participantes y a las palabras como factores aleatorios. La estructura de los efectos aleatorios, la significancia del factor fijo y análisis *post-hoc* pareados se determinaron de la misma manera que en el Capítulo 2 (ver sección “2.2.5 Procesamiento y análisis de datos”). En el Apéndice C se detalla el modelo completo utilizado en cada caso, junto con un enlace al OSF que contiene los datos y los códigos empleados en los análisis.

1.1.1.2 Comportamiento

Al igual que en el Experimento 2B, los datos de precisión de la tarea de relación semántica se analizaron con la función *glmer* del paquete *lme4* para realizar un modelo lineal mixto generalizado (GLMM) utilizando una familia binomial y la

función de enlace logit. Los tiempos de respuesta se midieron desde el inicio de la presentación de la palabra prueba, y el límite superior fue el final del ensayo (2000 ms). Los ensayos con tiempos de respuesta inferiores a 300 ms se tomaron como incorrectos (0,05% de los datos). Los tiempos de respuesta (RT) se analizaron con la función *lmer* del paquete *lmerTest* (v3.1.3; Kuznetsova et al., 2017) para realizar un modelo lineal mixto (LMM). Para este análisis, se incluyeron únicamente los ensayos con respuestas correctas en la tarea de relación semántica (descartando el 10,89% de los datos). Los tiempos de respuesta se transformaron en $\log_{10}$ [$\log RT = \log_{10}(RT)$] dado que la inspección visual de un gráfico de residuos frente a valores ajustados y un histograma de residuos reveló desviaciones de la homocedasticidad y la normalidad. Tras transformar los RT, se eliminó cualquier $\log RT$ que estuviera más de dos desviaciones estándar por encima o por debajo de la media de cada participante por condición (3,45% de los datos restantes). Los modelos para los datos de precisión y $\log RT$ incluyeron la congruencia semántica del contexto (niveles intra-participantes: incongruente [0] y congruente [1]), el Tipo de palabra (niveles intra-palabra: no ambigua [0] y ambigua [1]), la Congruencia idiomática del contexto (niveles intra-participantes: L1-L1 [0] y L2-L1 [1]) y su interacción como efectos fijos.

1.1.1.3 Pupilometría

Para el análisis de datos de pupilometría, se siguieron las mismas pautas de preprocesamiento y criterios de exclusión de ensayos que en el Experimento 2A y 2B. El preprocesamiento consistió en detección y reconstrucción de parpadeos, reducción de muestreo, y corrección por la línea base (restando el tamaño medio de la pupila en los 500 ms previos a la palabra). Luego, se aplicaron dos criterios de exclusión de ensayos para el análisis de tamaño pupilar. Primero, se excluyeron 42 ensayos debido a que contenían el 40% o más de entradas NaN en el período de 500 ms antes y hasta 2000 ms después del inicio de la *palabra objetivo* (1,06% de los ensayos). En segundo lugar, se excluyeron 158 ensayos adicionales con tamaños extremos de pupila en la línea base (3,98% del total de los ensayos). Cabe destacar que estos ensayos no fueron excluidos del análisis de la tarea de relación semántica. Finalmente, sólo los ensayos que fueron precisos en la tarea de relación semántica se consideraron para el análisis pupilar (eliminando el 10,88% de los datos restantes). El número total de ensayos fue 3358. Para las palabras ambiguas, se registraron 406 ensayos en la condición congruente L1-L1, 406 en la condición congruente L2-L1, 385 en la condición incongruente L1-L1 y 385 en la condición incongruente L2-L1. Para las palabras no ambiguas, hubo 440 ensayos en la condición congruente L1-L1, 444 en la

condición congruente L2-L1, 445 en la incongruente L1-L1 y 447 en la incongruente L2-L1.

Al igual que para los experimentos de pupilometría anteriores, el análisis de datos de la pupila se realizó con el paquete lme4 de R implementando un Análisis de curvas de crecimiento (o GCA, por sus siglas en inglés). La ventana temporal seleccionada para el análisis GCA fue desde 500 ms hasta 2000 ms después del inicio de la *palabra objetivo*. El modelo GCA incluyó polinomios ortogonales de tercer orden —es decir, términos lineal, cuadrático y cúbico— como efectos fijos. Además, se incorporaron las variables experimentales Congruencia temática (niveles intra-participantes: incongruente [0] y congruente [1]), Tipo de palabra (niveles intra-palabras: no ambigua [0] y ambigua [1]), Congruencia idiomática (niveles intra-participantes: L1-L1 [0] y L2-L1 [1]) y su interacción como efectos fijos.

Finalmente, evaluamos si el tamaño de la pupila predecía las mediciones conductuales. Realizamos un modelo lineal mixto (LMM) para los logRTs, como se explicó anteriormente, el cual en este caso sólo incluyó el tamaño medio de la pupila (promediado a través del tiempo para cada ensayo) como efecto fijo. La ventana temporal del tamaño de la pupila seleccionada para este análisis fue la misma que en el GCA (500 ms a 2000 ms después del inicio de la *palabra objetivo*).

3.5 Resultados

3.5.1 Comportamiento

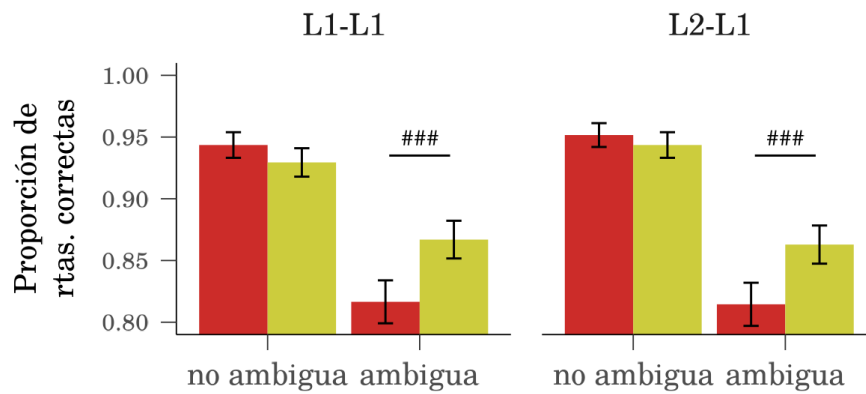
En la tarea de relación semántica, el análisis de los datos de precisión (ver Figura 3.3A) presentó una interacción no significativa entre la Congruencia temática, el Tipo de palabra y la Congruencia idiomática [$\beta = -0,10$, error estándar (EE) = 0,46; $\chi^2(1) = 0,05$, $p = ,83$], y una interacción significativa entre la Congruencia temática y el Tipo de palabra, en línea con los experimentos previos ($\beta = 0,58$, EE = 0,23; $\chi^2(1) = 6,41$, $p = ,011$). Los contrastes simples pareados indicaron que las palabras ambiguas presentaron respuestas más precisas en la condición congruente que en la incongruente ($\beta = 0,38$, EE = 0,13, $p < ,01$), mientras que las palabras no ambiguas no presentaron diferencias significativas en la precisión entre las condiciones de contexto incongruente y congruente ($\beta = -0,21$, EE = 0,19, $p = ,29$). Por último, es importante resaltar que la Congruencia idiomática no mostró interacciones significativas con la Congruencia temática ($\beta = 0,01$, EE = 0,21; $\chi^2(1) = 0,00$, $p = ,97$), indicando que no hay evidencia que respalde que el efecto contextual es menor si el contexto

global se presenta en otro idioma. Es decir, tanto en L1-L1 como en L2-L1 se observarían los mismos patrones de precisión.

El análisis de los tiempos de respuesta (ver Figura 3.3B) presentó una interacción no significativa entre la Congruencia temática, el Tipo de palabra y la Congruencia idiomática [$\beta = 0,01$, $EE = 0,02$; $F(1; 3247,3) = 0,01$, $p = ,81$], una interacción significativa entre la Congruencia temática y el Tipo de palabra [$\beta = -0,03$, $EE = 0,01$; $F(1; 120,7) = 7,37$, $p < ,01$], y una interacción significativa entre la Congruencia temática y la Congruencia idiomática [$\beta = -0,02$, $EE = 0,10$; $F(1; 3248,6) = 4,12$, $p = ,043$]. Al evaluar la primera interacción entre la Congruencia temática y el Tipo de palabra, los contrastes simples pareados indicaron que la condición congruente presentó respuestas significativamente más rápidas que la condición incongruente para las palabras ambiguas ($\beta = -0,03$, $EE = 0,01$, $p = ,011$), y no para las no ambiguas ($\beta = 0,01$, $EE = 0,01$, $p = ,62$). Por otro lado, al evaluar la segunda interacción entre la Congruencia temática y la Congruencia idiomática, los contrastes simples pareados indicaron que la condición congruente presentó respuestas significativamente más rápidas que la condición incongruente para la condición L2-L1 ($\beta = -0,02$, $EE = 0,01$, $p = ,029$), y no para la condición L1-L1 ($\beta = 0,00$, $EE = 0,01$, $p = ,96$). En síntesis, los resultados muestran que, al considerar en conjunto ambos tipos de palabras (interacción entre Congruencia temática y Tipo de palabra), el efecto contextual en los tiempos de respuesta aparece en la condición L2-L1, y no en la L1-L1. Ahora bien, al analizar por separado cada Tipo de palabra (interacción entre Congruencia temática y Tipo de palabra), el efecto también emerge en la condición L1-L1, pero exclusivamente para las palabras ambiguas.

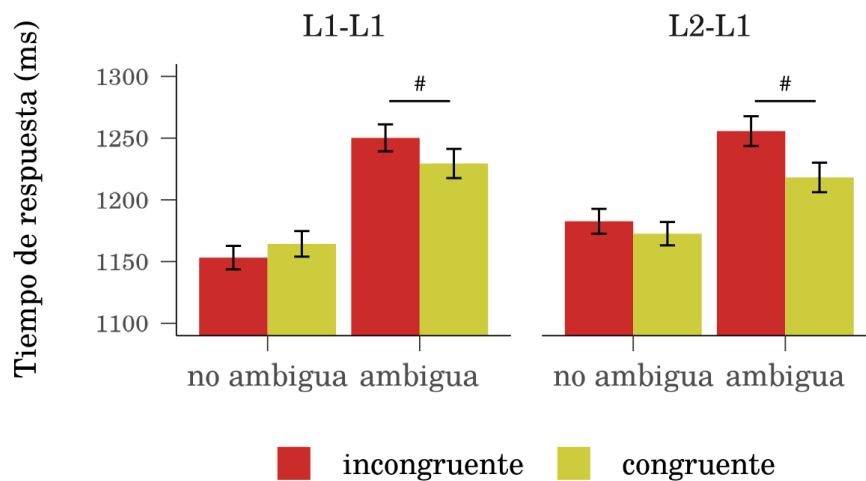
A

Precisión



B

Tiempo de respuesta



■ incongruente ■ congruente

Figura 3.3. **Experimento 3: precisión y tiempo de respuesta promedio.** A. Precisión media (proporción de juicios correctos de relación entre la *palabra objetivo* y palabra prueba) $\pm$ error estándar en cada condición. B. Media de los tiempos de respuesta (en milisegundos) de las respuestas correctas $\pm$ error estándar. ### $p < ,001$ (contrastes simples pareados: Congruencia temática por Tipo de palabra.); # $p < ,05$ (contrastes simples pareados: Congruencia por Tipo de palabra).

1.1.1.4 Análisis suplementarios

Al igual que en los experimentos anteriores, se realizaron modelos suplementarios para los datos de precisión y tiempos de reacción log-transformados (logRT), con el objetivo de evaluar si el efecto del contexto se veía modulado por otros factores potencialmente influyentes. Además de los

predictores ya considerados en capítulos anteriores, como el desempeño en la tarea de control, la conciencia explícita de la relación entre tareas y la posición de aparición de la *palabra objetivo*, se incorporaron dos nuevos análisis. El primero examinó si el efecto contextual en la condición de Congruencia idiomática L2-L1 variaba en función del estado de cognación de la *palabra objetivo*, es decir, si era un cognado entre L2 y L1 (con significado, ortografía y pronunciación similares). El segundo análisis exploró si el efecto contextual en ambas condiciones de Congruencia idiomática (L1-L1 y L2-L1) dependía del momento del experimento en que se presentaron los bloques correspondientes: en la primera fase (antes de la pausa) o en la segunda. La Tabla 3.1 presenta un resumen de estos modelos y sus resultados.

Tabla 3.1. Resultados de modelos suplementarios para las variables de precisión y logRT del Experimento 3.

	Interacción¹	Niveles	Precisión	logRT
1	Precisión en tarea de control ²	Correcta [1] / Incorrecta [0]	$\chi^2(1) = 1,57$, p = ,21	$F(1;3154,9) = 1,34$, p = ,25
2	Posición de palabra objetivo	1ra / 2da / 3ra	$\chi^2(1) = 6,07$, p = ,048	$F(2;3194,3) = 4,39$, p = ,013
3	Conciencia de relación ³	Con conciencia [1] / Sin conciencia [0]	$\chi^2(1) = 2,98$, p = ,084	$F(1;28,99) = 0,18$, p = ,67
4	Cognación	Cognado [0] / No cognado [1]	$\chi^2(1) = 1,19$, p = ,28	$F(1;1549,3) = 0,74$, p = ,39
5	Fase del experimento	1ra fase / 2da fase	$\chi^2(1) = 0,40$, p = ,53	$F(1;125,9) = 0,00$, p = ,98

¹ Interacción entre cada factor fijo listado en la primera columna y la variable Congruencia temática.

² La precisión promedio en la tarea de control del contexto global fue de 55% para los textos en español, y de 54% para los textos en inglés.

³ El 39% de los participantes reportaron haber notado la relación entre tareas (tarea de control y tarea de relación semántica).

En línea con lo observado en los experimentos anteriores, el efecto contextual sobre la precisión y los tiempos de respuesta log-transformados (logRT) se mantiene independientemente de los factores evaluados: el desempeño en la tarea de control, la conciencia explícita de la relación entre tareas, la posición de aparición de la *palabra objetivo*, la cognación y la fase del experimento en la que se presentó cada condición de Congruencia idiomática.

La única variable que mostró una interacción significativa con la Congruencia temática fue la Posición de la *palabra objetivo* tanto sobre la precisión como para los logRT. Los contrastes para la precisión indican que la diferencia entre condiciones congruente e incongruente fue significativa únicamente cuando la *palabra objetivo* apareció en el primer lugar ($\beta = 0,51$, EE = 0,16, $p < ,01$); mientras que para los logRT la diferencia es significativa únicamente cuando la *palabra objetivo* apareció en el segundo lugar ($\beta = -0,04$, EE = 0,01, $p < ,001$), con respuestas más rápidas en la condición congruente. Esto sugiere que el efecto contextual puede estar modulado por la posición en que se presenta la información relevante. No obstante, es importante destacar que el diseño experimental fue cuidadosamente contrabalanceado, de modo que las palabras en condiciones congruentes e incongruentes se presentaron en igual proporción en las tres posiciones, garantizando que los efectos contextuales observados no puedan atribuirse simplemente a la posición de la palabra.

3.5.2 Pupilometría

En cuanto al análisis de pupilometría, los polinomios lineal, cuadrático y cúbico mejoraron significativamente el ajuste (todos $p < ,001$). La Tabla 3.2 presenta los resultados de las comparaciones de modelos mediante pruebas de razón de verosimilitud, detallando la contribución de cada efecto fijo y sus interacciones.

Tabla 3.2. **Experimento 3: comparaciones de modelos mediante pruebas de razón de verosimilitud en el análisis de curvas de crecimiento.**

Efecto fijo	β	χ^2 (1)	p
Polinomio lineal	47,25	573,36	< ,001 ***
Polinomio cuadrático	-124,00	1404,2	< ,001 ***
Polinomio cúbico	14,01	44,50	< ,001 ***
Cong. temática (referencia: incongruente)	-14,46	276,48	< ,001 ***
Tipo de palabra (referencia: no ambigua)	-5,32	0,03	,87
Cong. idiomática (referencia: L1-L1)	-5,99	49,00	< ,001 ***
Cong. temática $\times$ Tipo de palabra	11,84	11,89	< ,001 ***
Cong. temática $\times$ Cong. idiomática	18,16	30,86	< ,001 ***
Cong. idiomática $\times$ Tipo de palabra	14,25	0,50	,48
Cong. temática $\times$ Polinomio lineal	-14,62	8,88	< ,01 **
Cong. temática $\times$ Polinomio cuadrático	21,36	18,81	< ,001 ***
Cong. temática $\times$ Polinomio cúbico	-11,18	5,13	0,023 *
Tipo de palabra $\times$ Polinomio lineal	49,43	3.7809	0,052
Tipo de palabra $\times$ Polinomio cuadrático	29,04	7.6235	< ,001 ***
Tipo de palabra $\times$ Polinomio cúbico	7,41	0,74	0,39
Cong. idiomática $\times$ Polinomio lineal	0,17	0,00	0,96
Cong. idiomática $\times$ Polinomio cuadrático	12,39	7,15	0,028 *
Cong. idiomática $\times$ Polinomio cúbico	8,69	3,07	0,080
Cong. temática $\times$ Tipo de palabra $\times$ Cong. idiomática	-29,28	332,57	< ,001 ***

Nota. Todos los modelos incluyeron interceptos aleatorios para participantes y palabras, así como pendientes aleatorias para los términos lineal, cuadrático y cúbico tanto por participante como por palabra.

Para facilitar la interpretación de estos resultados se analizan por separado los efectos principales y las interacciones más relevantes, con foco en las dos preguntas centrales de este capítulo: en primer lugar, si el efecto del contexto (Congruencia temática) se mantiene tanto en la condición L1-L1 como en la L2-L1; y en segundo lugar, si dicho efecto se ve modulado por el Tipo de palabra (tal como evaluamos en el Experimento 2B).

En primer lugar, podemos ver que incluir tanto el efecto principal de Congruencia temática (nivel de referencia: incongruente [0]), como su interacción con el polinomio lineal, cuadrático y cúbico, mejora el ajuste del modelo. Al examinar los estimadores de estos efectos, se observa que la condición congruente presentó un tamaño promedio de pupila más pequeño que la

condición incongruente ($\beta = -14,46$, $EE = 0,78$, $p < ,001$), una pendiente más negativa ($\beta = -14,62$, $EE = 4,92$, $p < ,01$), un término cuadrático más positivo ($\beta = 21,36$, $EE = 4,92$, $p < ,001$) y un término cúbico más negativo ($\beta = -11,18$, $EE = 4,92$, $p < ,01$). Este patrón sugiere que la congruencia temática modula tanto el nivel basal como la forma de la curva de crecimiento de la dilatación pupilar, posiblemente reflejando una menor demanda de procesamiento en contextos congruentes.

Sin embargo, el efecto de la Congruencia temática no fue homogéneo para todas las condiciones, dado que la interacción entre Congruencia temática y Congruencia idiomática también mejoró significativamente el ajuste del modelo. Para interpretar esta interacción, es importante tener en cuenta que la misma se evalúa a partir del nivel de referencia de la tercera variable del modelo, en este caso, el Tipo de palabra (nivel de referencia: no ambiguas). Así, lo que se observa es que, para las palabras no ambiguas, la condición congruente presenta un menor diámetro pupilar en la condición L1-L1, pero no en la condición L2-L1 ($\beta = 18,16$; $EE = 1,10$; $p < ,001$). Para una interpretación completa que incluya también a las palabras ambiguas, será necesario considerar la interacción triple, que se analiza a continuación.

De forma complementaria, la interacción entre Congruencia temática y Tipo de palabra también resultó significativa, indicando que el efecto contextual fue menor para las palabras ambiguas ($\beta = 11,84$; $EE = 1,14$; $p < ,001$), aunque nuevamente, este resultado refleja únicamente la condición L1-L1 (nivel de referencia de la variable Congruencia idiomática).

Finalmente, la interacción triple entre Congruencia temática, Tipo de palabra y Congruencia idiomática mostró un efecto significativo, el cual se observa en la Figura 3.4. En particular, si bien las palabras no ambiguas no mostraron efectos contextuales en la condición L2-L1, se observó el patrón contrario para las palabras ambiguas, las cuales presentaron un menor tamaño pupilar comparado con las no ambiguas ($\beta = -29,28$, $EE = 1,60$, $p < ,001$).

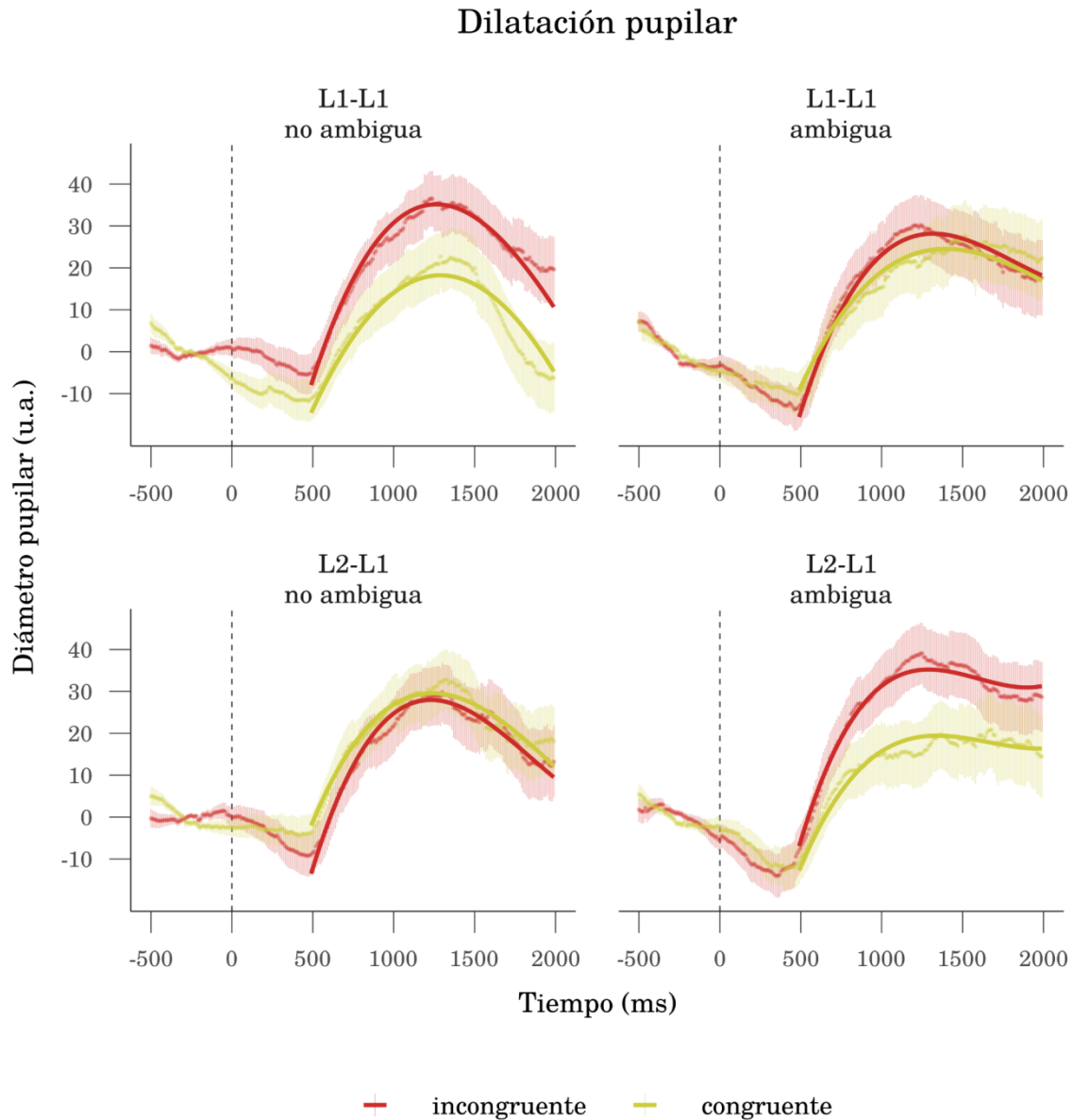


Figura 3.4. **Experimento 3: dilatación de la pupila para cada condición.** Diámetro pupilar (unidades arbitrarias de EyeLink) a lo largo del tiempo para la condición incongruente (rojo) y congruente (verde), según el Tipo de palabra y la Congruencia idiomática. Los puntos representan las medias $\pm$ error estándar de los datos crudos. El ajuste del modelo de curvas de crecimiento se muestra con líneas sólidas. El inicio de la palabra en formato auditivo se indica con una línea vertical punteada (tiempo cero).

En conjunto, estos resultados muestran que el contexto reduce la dilatación pupilar asociada al procesamiento de las palabras. Este efecto está presente tanto en la condición L1-L1 como en la condición L2-L1. Sin embargo, para L1-L1 lo observamos en las palabras no ambiguas, mientras que para L2-L1 lo observamos en las palabras ambiguas. Así, la integración del contexto depende

tanto del idioma en que este se presenta como de las características léxicas de la *palabra objetivo*.

Finalmente, nos interesaba evaluar si la reducción en la dilatación pupilar estaba asociada con un tiempo de respuesta más rápido. Al igual que para el Experimento 2B, el análisis reveló efectos no significativos del tamaño promedio de la pupila sobre los tiempos de respuesta [$\beta = 0,00$, $EE = 0,00$; $F(1; 2979,8) = 0,80$, $p = ,37$]. Por lo tanto, nuestros datos sugieren que el tamaño de la pupila no explica los efectos conductuales obtenidos en la tarea de relación semántica.

3.5.2.1 Análisis suplementario *post-hoc*

Los resultados de pupilometría muestran una interacción entre Congruencia temática y Tipo de palabra cuyo patrón fue opuesto al observado tanto en el Experimento 2B como en las medidas conductuales del presente experimento. Esta divergencia podría atribuirse a las modificaciones introducidas en los estímulos, el protocolo y la población, que habrían incidido en los resultados de pupilometría y no en los conductuales (aspecto que se ampliará en la Discusión de este capítulo).

Para examinar más directamente el objetivo central de este capítulo —evaluar en una población bilingüe si el efecto del contexto global en la L2 se generaliza al procesamiento de palabras en la L1— realizamos un análisis adicional dejando de lado la variable Tipo de palabra, cuya medición en este experimento presenta varias limitaciones (detalladas también en la Discusión de este capítulo). Los resultados mostraron que, en la condición L1-L1 (nivel de referencia), los contextos congruentes se asociaron con un menor diámetro pupilar que los incongruentes ($\beta = -8,90$, $EE = 0,57$, $p < ,0001$), una pendiente más negativa ($\beta = -14,67$, $EE = 4,93$, $p < ,01$), un término cuadrático más positivo ($\beta = 21,46$, $EE = 4,92$, $p < ,0001$) y un término cúbico más negativo ($\beta = -11,04$, $EE = 4,92$, $p = ,025$). Por otro lado, no se encontraron efectos principales de la Congruencia idiomática sobre la dinámica pupilar.

No obstante, se observó que la interacción entre la Congruencia temática y la Congruencia idiomática mejoró significativamente el ajuste del modelo ($p < ,0001$), indicando que el efecto contextual fue mayor en la condición L1-L1 (Figura 3.5, panel izquierdo) que en la L2-L1 ($\beta = 4,44$, $EE = 0,80$, $p < ,0001$; Figura 3.5, panel derecho). Para evaluar si el efecto en L2-L1, más allá de ser menor al de L1-L1, también era significativo realizamos el mismo modelo pero tomando L2-L1 como nivel de referencia. Así, también se observó en la condición L2-L1 un efecto significativo de la congruencia, lo que sugiere que, aunque más

atenuado, el efecto contextual estuvo presente en ambas condiciones ($\beta = -4,46$, $EE = 0,57$, $p < ,0001$). En síntesis, este análisis suplementario muestra que el contexto global facilita el procesamiento de palabras en la L1, con un efecto mayor cuando se presenta en L1 y más atenuado, aunque también significativo, cuando se presenta en L2.

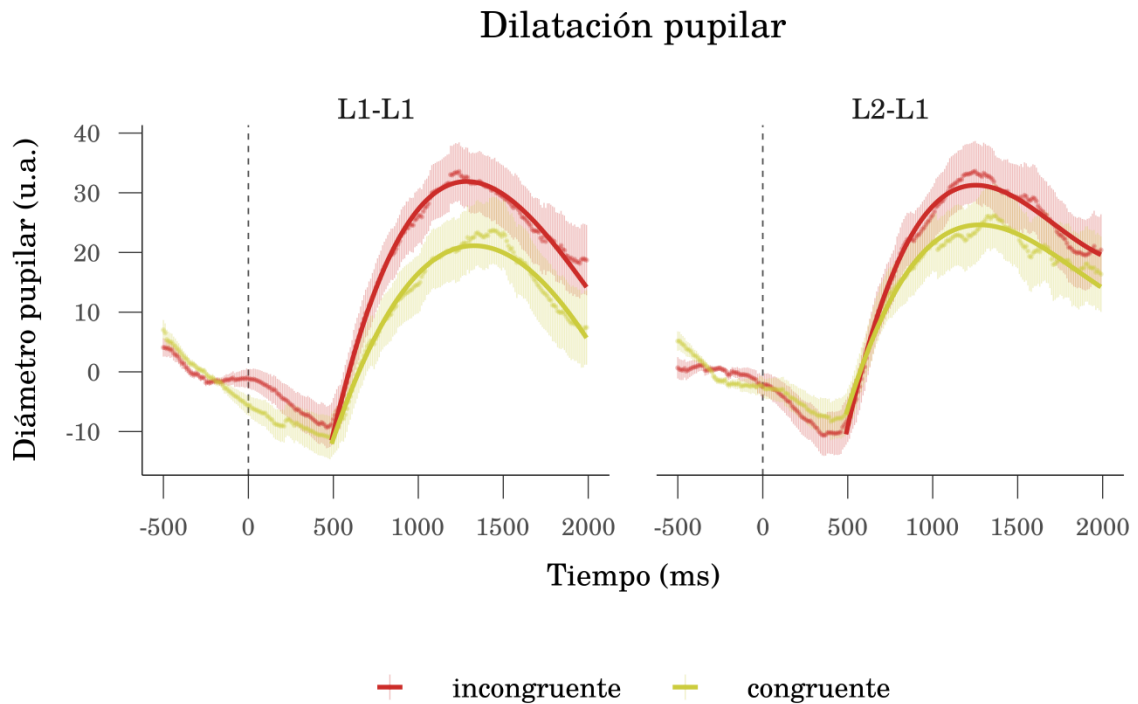


Figura 3.5. **Experimento 3: dilatación de la pupila para cada condición sin considerar el Tipo de palabra.** Diámetro pupilar (unidades arbitrarias de EyeLink) a lo largo del tiempo para la condición incongruente (rojo) y congruente (verde), según la condición de Congruencia idiomática. Los puntos representan las medias $\pm$ error estándar de los datos crudos. El ajuste del modelo de curvas de crecimiento se muestra con líneas sólidas. El inicio de la palabra en formato auditivo se indica con una línea vertical punteada (tiempo cero).

3.6 Discusión

En este capítulo nos planteamos responder principalmente dos preguntas. La primera, y eje central del estudio, fue determinar si en una población bilingüe el efecto de contexto global se generaliza a otro idioma. La segunda, siguiendo la línea del Experimento 2B, fue examinar si dicho efecto se modula en función del nivel de ambigüedad léxica, comparando el procesamiento de palabras ambiguas y no ambiguas.

Para abordar estas cuestiones empleamos una tarea de relación semántica en la que la *palabra objetivo* —ambigua o no ambigua— era precedida por un contexto global compuesto únicamente por un texto, congruente o incongruente con uno de sus significados. A diferencia de los experimentos anteriores, en este caso, también manipulamos el idioma del contexto: podía estar en el mismo idioma que la *palabra objetivo* (condición L1-L1) o en un segundo idioma (condición L2-L1). La condición L1-L1 es equivalente al Experimento 2B, pero su inclusión aquí fue necesaria para comprobar si los patrones previamente observados se replicaban bajo las modificaciones introducidas en los estímulos, el protocolo y la población.

Efectos del contexto global entre idiomas a nivel conductual

A nivel comportamental, y en línea con el Experimento 2B, observamos que las palabras ambiguas presentaron respuestas más precisas en la condición congruente que en la incongruente, mientras que las palabras no ambiguas no mostraron diferencias (Figura 3.3). Se observó el mismo patrón tanto para la condición L1-L1 como para la L2-L1, lo que indica que el contexto global afectó en igual medida al procesamiento de palabras en el mismo idioma (L1), que al procesamiento de palabras en un idioma diferente (L2). De forma similar, en los tiempos de respuesta, la condición congruente generó respuestas más rápidas que la incongruente para las palabras ambiguas, pero no para las no ambiguas. Al analizar los tiempos de respuesta según Congruencia idiomática (considerando ambos tipos de palabras en conjunto), los datos incluso apuntan a que el efecto contextual podría ser ligeramente más pronunciado en la condición L2-L1 que en la L1-L1. Este resultado contrasta con nuestra predicción inicial, que anticipaba un efecto atenuado en L2-L1. Sin embargo, se alinea con estudios que muestran que los contextos bilingües (es decir, cuando el lenguaje alterna) tienden a generar un estado de alerta y control atencional elevado, sobre todo en bilingües tardíos (como lo es la población de nuestro estudio) (Kapa & Colombo, 2013; Timmer et al., 2021). En este marco, la tendencia a un mayor efecto contextual en la condición L2-L1 podría explicarse por una atención más sostenida al contexto global durante esa fase del experimento. En conjunto, tanto la precisión como los tiempos de respuesta mostraron que el contexto global en L1 facilitó el procesamiento de palabras en L2 y que, contrario a lo esperado, dicho efecto no fue menor en la condición L2-L1, sino incluso ligeramente mayor en los tiempos de respuesta.

Un aspecto que refuerza la relevancia de estos resultados es que el efecto contextual interlingüístico se observó incluso cuando la dirección fue de L2 a L1, y siendo L2 de adquisición tardía y poco uso cotidiano. Si bien suele proponerse que los efectos entre lenguas son más fuertes de L1 a L2, nuestros datos se

suman a la evidencia que muestra también facilitación en la dirección inversa (Basnight-Brown & Altarriba, 2007; Duyck & Warlop, 2009). Además, otro aspecto relevante es que el efecto contextual se obtuvo con un contexto que consistió únicamente en un texto, sin imagen asociada (a diferencia de los experimentos del Capítulo 1 y Capítulo 2). Esta decisión metodológica permitió manipular el idioma del contexto evitando posibles efectos independientes de la imagen. El hecho de que se observaran efectos contextuales aun en ausencia de imagen refuerza la idea de que esta no es necesaria para que se produzca la facilitación, en línea con experimentos previos de nuestro laboratorio realizados de forma online (Jurado, 2024).

Por otro lado, los análisis suplementarios del comportamiento revelaron que la posición de la *palabra objetivo* moduló el efecto contextual: en la precisión, la diferencia entre condiciones fue significativa solo cuando la palabra apareció en primer lugar; en los tiempos de respuesta, el efecto fue significativo únicamente cuando apareció en segundo lugar. Aunque el diseño experimental estuvo cuidadosamente contrabalanceado, este patrón podría informar futuros protocolos para maximizar la magnitud del efecto contextual. Una posible explicación es que, para la precisión, el efecto se observa únicamente en la primera posición porque el mismo disminuye con el tiempo (como en el Capítulo 1). Para los tiempos de respuesta, en cambio, la posición intermedia podría ofrecer un equilibrio entre preparación para responder y proximidad al contexto. Cabe destacar que en el Experimento 2B no se detectó este patrón, posiblemente debido a que la duración total de aquel experimento fue la mitad que la de este, lo cual podría influir en factores como la atención sostenida o la fatiga.

En relación con el análisis de factores adicionales, es relevante señalar que el efecto contextual no interactuó con el estado de cognación de la *palabra objetivo*: tanto palabras cognadas (público/*public*) como no cognadas (muñeca/*wrist*), presentaron una facilitación contextual. Esto nos indica que el efecto contextual de L2 ocurre a través de una facilitación interlingüística hacia la *palabra objetivo* en L1 y no se da exclusivamente a partir de una activación directa de la forma de la palabra en L2. Sin embargo, no podemos descartar que dicha activación sí contribuya en el caso de las palabras cognadas.

En conjunto, los resultados conductuales muestran, por un lado, que el efecto contextual se generaliza a otro idioma tanto en precisión como en tiempos de respuesta y, por otro, que el patrón según el nivel de ambigüedad se mantiene: el efecto es mayor para las palabras ambiguas que para las no ambiguas.

Efectos del contexto global entre idiomas en el tamaño pupilar

En línea con el Experimento 2B, el análisis del diámetro pupilar mostró que los contextos congruentes tendieron a asociarse con menor dilatación pupilar (Figura 3.4). Sin embargo, en este caso emergió una interacción entre congruencia y ambigüedad cuyo patrón varió según la Congruencia idiomática: en la condición L1-L1, el efecto contextual apareció para las palabras no ambiguas, mientras que en la condición L2-L1 se observó para las palabras ambiguas.

La principal discrepancia con nuestros resultados previos radica precisamente en la condición L1-L1 —análoga al Experimento 2B— donde, contrariamente a lo encontrado aquí, el efecto de reducción pupilar se observó para palabras ambiguas y en menor medida para las no ambiguas (Figura 2.7). Este cambio sugiere que las modificaciones introducidas en estímulos, protocolo y población pudieron incidir en los resultados de pupilometría, aun cuando el patrón conductual se mantuvo. En particular, la selección de estímulos en este experimento estuvo sujeta a varias restricciones. Las categorías venían determinadas por nuestro estudio previo, y además debíamos mantener un equilibrio entre cognados y no cognados, así como sustituir aquellas palabras cuyo significado no coincidía con el del español ibérico. Estas condiciones llevaron a reemplazar el 36% (23 de 64) de las palabras usadas en el Experimento 2B, lo cual puede haber introducido variaciones en propiedades léxicas no controladas, como la frecuencia, la familiaridad o la densidad de vecinos fonológicos, que se sabe que pueden modular la respuesta pupilar (Kuchinke et al., 2007; Schmidtke, 2014). Además, a diferencia del Experimento 2B, el contexto consistió únicamente en un texto, lo que pudo alterar el grado de activación semántica inicial y su modulación por la congruencia. Por último, la incorporación del nuevo factor experimental de Congruencia idiomática requirió la elaboración de 64 contextos semánticos nuevos, reutilizando los 64 del Experimento 2B (de modo que la mitad de los contextos eran nuevos). Además, supuso duplicar la duración del protocolo, lo que podría haber incrementado la fatiga y dificultado el mantenimiento de la atención, factores que también pueden incidir en la dinámica pupilar.

Más allá de la discrepancia en las medidas pupilares entre el Experimento 2B y la condición L1-L1 del Experimento 3, en el Experimento 3 observamos un patrón opuesto entre L1-L1 y L2-L1. Esto sugiere que alguna de estas propiedades no controladas podría estar interactuando de manera diferente según el contexto idiomático. En particular, es posible que el mismo contexto en L1 o en L2 active representaciones distintas, o con distintas intensidades o

dinámicas, lo que podría facilitar o dificultar el procesamiento de las palabras de manera diferencial. Por ejemplo, estudios previos han mostrado que variables como la frecuencia o la densidad de vecinos fonológicos pueden modular el diámetro pupilar de forma diferenciada en condiciones monolingües frente a bilingües (Schmidtke, 2014). Del mismo modo, propiedades como la frecuencia o el estatus de cognado podrían amplificar o atenuar los efectos observados en el tamaño pupilar de forma diferencial en un entorno monolingüe o bilingüe. Al analizar la dinámica pupilar, la divergencia temprana observada en los experimentos del Capítulo 2 solo apareció en la condición L1-L1, que replicaba directamente esos estudios. Esto sugiere que el idioma en el que se presenta el contexto global (L1 o L2) podría estar modulando qué etapas del procesamiento léxico se ven afectadas. Así, cuando el mismo se presenta en la L2 se perderían los efectos contextuales tempranos que facilitan el acceso al léxico. Este punto se retomará en la Discusión general.

Finalmente, para sortear las limitaciones experimentales derivadas de las modificaciones de protocolo, realizamos un análisis suplementario *post-hoc* en el que se descartó la variable Tipo de palabra en la pupilometría. Este análisis permitió evaluar de manera más directa y precisa el objetivo central de este capítulo: determinar si el efecto del contexto global en L2 se generaliza al procesamiento de palabras en L1. Los resultados muestran con claridad que el contexto redujo el esfuerzo cognitivo tanto en la condición L1-L1 como en la L2-L1: es decir, el contexto en L2 también afectó el procesamiento de palabras en L1, en concordancia con los datos conductuales. Sin embargo, a diferencia de estos, la pupilometría reveló que el efecto del contexto fue mayor en L1-L1 que en L2-L1. Este hallazgo se ajusta a nuestra hipótesis inicial según la cual, dado el perfil de los participantes, el efecto del contexto en L2 sería menor que el de L1. En contraste, los tiempos de respuesta mostraron el patrón inverso. Consideramos que esta discrepancia podría explicarse porque el aumento de atención durante la fase L2-L1 está particularmente ligado a la resolución de la tarea, es decir, al momento de la toma de decisiones en la tarea de relación semántica. Por eso se refleja en las medidas conductuales, pero no en la pupilometría, donde solo se registra la respuesta pupilar a la *palabra objetivo*, sin requerir ninguna decisión.

Direcciones a futuro

Existen diversas variables que podrían explorarse para profundizar en los mecanismos subyacentes al efecto interlingüístico del contexto global, en particular en lo relativo al patrón detectado mediante pupilometría.

En primer lugar, este estudio no abordó posibles efectos de distintos grados de competencia en la segunda lengua de los participantes, ni su competencia en su tercera lengua, el vasco. Resulta novedoso observar que el efecto contextual de la L2 sobre el procesamiento en L1 está presente aun cuando los participantes se encuentran en un territorio donde predomina su L1. Sin embargo, es posible que una mayor dominancia o competencia general en L2 potencie dichos efectos contextuales, tal como indica evidencia previa que vincula la experiencia lingüística (por ejemplo edad de adquisición, dominio del idioma, uso actual) con diferencias en el procesamiento del lenguaje (de Bruin, 2019; Diependaele et al., 2013). Si bien esta información podría incluirse en nuestros análisis, la población de este experimento es relativamente homogénea en términos de competencia en su L2 y su L3. Por ello, sería necesario aplicar este protocolo a una muestra con un rango más amplio de competencias en L2 y L3 para poder sacar conclusiones con respecto a estos factores.

Por otro lado, aunque se evaluó el efecto de la condición de cognado en precisión y tiempos de respuesta, este factor no se incorporó en el análisis de pupilometría. Teniendo en cuenta que las medidas conductuales no mostraron una interacción entre la condición de cognado y el efecto contextual se decidió excluirlo del análisis pupilar para simplificar del modelo, considerando la complejidad y la cantidad de variables involucradas. No obstante, la condición de cognado resulta relevante para futuros análisis ya que, como se mencionó anteriormente, podría contribuir a explicar parte del patrón observado en pupilometría y los mecanismos subyacentes a la facilitación contextual.

Finalmente, aunque la inclusión de la condición L1-L1 no tuvo como objetivo comparar directamente escenarios con y sin alternancia lingüística, sino replicar el diseño del Experimento 2B, es relevante destacar que la alternancia no implicó por sí misma una mayor dificultad en el procesamiento de las palabras. Es decir, el efecto principal de la Congruencia idiomática no resultó significativo ni en las medidas conductuales ni en pupilometría (véase el análisis suplementario, donde este patrón se observa con mayor claridad). Una caracterización más detallada de cómo la alternancia interactúa con otros factores (por ejemplo, la frecuencia con la que una persona alterna entre lenguas en su vida cotidiana) sería una línea de trabajo interesante, aunque excede los objetivos del presente estudio.

Discusión general

A lo largo de esta tesis hemos investigado cómo el contexto semántico influye en el procesamiento de palabras, integrando enfoques conductuales, neurofisiológicos y computacionales. Demostramos consistentemente que un contexto global previo facilita el procesamiento del significado de palabras, y que este efecto tiende a atenuarse con el tiempo. A través de medidas pupilométricas evidenciamos que el contexto reduce la carga cognitiva durante la desambiguación, con un impacto más marcado en las palabras de mayor ambigüedad. Finalmente, en el caso de personas bilingües, observamos que el contexto también modula el procesamiento de palabras en otro idioma.

Nuestro paradigma combinó, por un lado, un enfoque experimental controlado y, por otro, una aproximación más cercana a las condiciones reales en las que se procesan las palabras: en contexto. En conjunto, los resultados de esta tesis ofrecen una visión más completa de cómo el contexto, en sus distintas dimensiones, interviene en la construcción de significado.

El rol del contexto semántico global

En la presente tesis examinamos el papel del contexto global en el procesamiento de palabras ambiguas. Los resultados muestran que un contexto global congruente facilita el acceso a significados relacionados, un efecto que tiende a atenuarse rápidamente con el tiempo. Esta facilitación se evidencia tanto en medidas conductuales (tareas de asociación y de relación semántica) como en una medida neurofisiológica del esfuerzo cognitivo, el diámetro pupilar. Además, el efecto se mantiene al cambiar de modalidad (de la escrita a la auditiva) y de lengua (de L2 a L1), y resulta más pronunciado en palabras con mayor ambigüedad léxica y para significados de baja frecuencia.

Estos hallazgos coinciden con la evidencia previa sobre facilitación contextual global en estudios conductuales (Hess et al., 1995; Rayner et al., 1994; Schwanenflugel & White, 1991; Vu et al., 2000) y neurofisiológicos. Sin embargo, la mayoría de estos trabajos presentaron las palabras objetivo en oraciones individuales precedidas por oraciones. En contraste, en nuestro estudio el efecto de facilitación se observó cuando las palabras objetivo se presentaron de forma aislada, lo que permitió evaluar la influencia del contexto semántico global sin la restricción ni la interferencia del contexto oracional local. Además, el contexto y las palabras objetivo se administraron en tareas distintas, y las instrucciones no establecieron ninguna relación explícita entre ambos. Esta elección de diseño pretendía reflejar un efecto más implícito y no estratégico del contexto global. Si bien es posible que algunos participantes detectaran la relación temática entre

las tareas y ajustaran su estrategia, consideramos poco probable que ello explique los resultados: la medida de conciencia explícita obtenida en los cuestionarios finales no mostró influencia alguna en el efecto contextual, en ninguno de los experimentos. Por lo tanto, proponemos que, incluso sin conciencia explícita de la relación contexto-palabra, los efectos del contexto global permanecen detectables en el comportamiento (ver Graves et al., 2021, para un hallazgo análogo en el que la incertidumbre se refleja en el tamaño pupilar pero es inaccesible a la conciencia).

Componentes del contexto global

En esta tesis adoptamos la distinción propuesta en trabajos previos, donde el contexto global se define como un marco temático amplio que se desarrolla a lo largo de un discurso extenso. En el ámbito experimental, este suele operacionalizarse mediante un texto breve (de tres o cuatro oraciones) presentado antes de la palabra objetivo. Partiendo de esta definición, nos propusimos adaptar dichos protocolos con dos objetivos principales: por un lado, diferenciar el contexto global del contexto local, a fin de caracterizar con mayor precisión su función (motivo por el cual se presentaron en dos tareas distintas, tal como se mencionó previamente); y por otro, maximizar el compromiso y atención del participante con el contexto, buscando así potenciar sus efectos. Para este último propósito, el contexto global se elaboró combinando varios elementos: un texto y una imagen presentados de manera simultánea, junto con una pregunta orientada a incrementar la atención del participante. No obstante, es pertinente discutir cuáles de estos componentes son verdaderamente indispensables para que el efecto contextual global ocurra.

En el Capítulo 3 observamos que la inclusión de la imagen no era necesaria para obtener el efecto contextual: en un protocolo sin imagen asociada, los resultados mostraron un efecto contextual de magnitud equivalente. Este hallazgo fue explorado de manera más sistemática en una tesina de licenciatura del laboratorio (Jurado, 2024), donde se comparó la presencia o ausencia de imagen bajo el mismo protocolo, aplicado de forma online y con un mayor número de participantes. De forma consistente con nuestros resultados, la imagen no resultó determinante para generar el efecto, e incluso apareció una tendencia a un patrón inverso (es decir, un menor efecto contextual cuando la imagen estaba presente), lo que sugiere que podría interferir con el procesamiento temático del contexto.

Por otro lado, hemos detectado que el efecto del contexto no es a todo o nada. En Jurado (2024) también se evaluó, mediante un cuestionario, el grado de relación percibida entre los contextos semánticos y las palabras objetivo utilizadas en esta

tesis. Se observó que cuanto mayor era esta relación percibida, mayor era también el efecto contextual. Este hallazgo coincide con lo reportado por la línea de investigación de Rodd (Rodd et al., 2013, 2016), en donde se observa que cuando el contexto incluye la palabra en sí misma o alude explícitamente a uno de sus significados (es decir, cuando la relación contexto-palabra es alta) los efectos se mantienen por más tiempo. Es posible que una mayor relación entre el contexto global y la palabra en nuestro experimento también hubiese producido efectos más duraderos que los observados en el Capítulo 1. Un abordaje interesante en esta dirección sería usar modelos de lenguaje para estimar la similitud entre el contexto y la palabra, de forma tal de tener una medida cuantitativa de esta relación y así poder controlarla o manipularla.

Mecanismos cognitivos subyacentes a los efectos del contexto global

Nuestros resultados pueden interpretarse a la luz de distintos marcos teóricos sobre el rol del contexto en el procesamiento del lenguaje, revisados en la Introducción general: los modelos de integración, que plantean que el contexto interviene en una fase posterior al acceso léxico y facilita la integración de la palabra a la representación interna del contexto; los modelos de predicción, que lo conciben como un mecanismo previo al acceso léxico que preactiva las representaciones léxicas más probables; y los modelos híbridos, que sostienen que ambos procesos actúan como mecanismos complementarios que el sistema lingüístico combina de manera flexible. Si bien nuestro diseño experimental no fue concebido para discriminar entre estos mecanismos, podemos proponer cuál podría estar operando a partir de la dinámica pupilar y de la naturaleza de los estímulos empleados.

En primer lugar, la dinámica pupilar presenta una divergencia muy temprana entre la condición congruente e incongruente, la cual se observa de forma sistemática en todos los experimentos de pupilometría que presentan al contexto en la L1 (Experimentos 2A, 2B y condición L1-L1 del Capítulo 3). Tal como se señaló en la Discusión del Capítulo 2, la literatura aún no ofrece una caracterización detallada de los distintos componentes de la dinámica pupilar en tareas de lenguaje; sin embargo, una divergencia tan temprana (~200 ms) sugiere que el contexto podría estar modulando procesos previos al acceso del significado, lo que sería más consistente con procesos de predicción que de integración. En el caso de las palabras ambiguas, esto podría implicar un acceso selectivo determinado por las restricciones del contexto, en donde solo se accede al significado relevante para el mismo (Tabossi, 1988).

Partiendo de esta propuesta, un aspecto adicional que podría ser relevante es el grado de restricción del contexto utilizado en nuestro protocolo. Tal como se mencionó en la Introducción general, en el marco de los modelos predictivos uno de los factores que determina la magnitud de la preactivación es qué tan restrictivo es el contexto (Ferreira & Chantavarin, 2018; Luke & Christianson, 2016). En nuestro experimento, el contexto parecería influir en el acceso léxico (potencialmente selectivo a un solo significado en el caso de las palabras ambiguas) y dar lugar a efectos tempranos. Sin embargo, teniendo en cuenta que los contextos globales de nuestro experimento no sesgaban un significado específico de la palabra, sino que guardaban una relación temática o de categoría, y además se presentaban como una tarea separada. Por ende, consideramos que este diseño no constituye una situación de alta restricción contextual y es poco probable que se haya preactivado específicamente la *palabra objetivo* presentada en la tarea siguiente. Más bien, en línea con Ferreira & Chantavarin (2018), planteamos que las representaciones internas de los contextos globales permitirán anticipar el contenido subsiguiente a través de la preactivación de un conjunto de características semánticas, más que de un único candidato léxico.

Además de la divergencia temprana, también hallamos un efecto más tardío en la dinámica pupilar. Una primera posibilidad es que este patrón refleje etapas posteriores del acceso léxico, por ejemplo, el acceso al significado una vez recuperada la forma de la palabra. Una segunda posibilidad, no excluyente, es que corresponda a procesos de integración, en los que la palabra entrante se incorpora con mayor facilidad a la representación contextual ya construida. Es posible, además, que los distintos componentes pupilares (tempranos y tardíos) varíen según el grado de restricción del contexto. En este sentido, futuros análisis podrían incorporar la variable de relación contexto-palabra (estimada en Jurado, 2024) como índice del grado de restricción contextual. Si nuestra propuesta fuera cierta, esperaríamos efectos más tardíos en los pares contexto-palabra con menor relación.

Por otro lado, cuando el contexto se presentó en L2 (condición L2-L1 del Capítulo 3), la divergencia temprana no se evidenció y los efectos alcanzaron su máximo en torno al pico de la respuesta pupilar, es decir, en una fase más tardía de la dinámica. Considerando el perfil de bilingüismo de los participantes, proponemos que el procesamiento en L2 ofrece un soporte predictivo más débil que en L1. En este caso, el contexto en L2 funcionaría como un contexto aún menos restrictivo, lo que atenuaría la preactivación léxica y eliminaría los efectos tempranos. Una posibilidad alternativa es que el contexto en L2 sí facilite el acceso, pero a nivel de significado más que de forma léxica, lo que haría que los

efectos aparezcan en fases más tardías. Un punto interesante en ese sentido sería evaluar si este patrón se replica en poblaciones con mayor dominio del L2 (por ejemplo, bilingües de adquisición temprana), lo que permitiría determinar si la diferencia se debe al nivel de competencia lingüística o a la alternancia de lenguas en general.

En resumen, sugerimos que un modelo híbrido resulta más adecuado para explicar nuestros hallazgos: la dinámica pupilar muestra efectos tempranos compatibles con predicción y efectos tardíos asociados al acceso al significado y/o la integración. Además, la naturaleza de baja restricción de los contextos globales utilizados amplía el margen para que ambos mecanismos coexistan. Si los contextos hubieran sido altamente restrictivos, la facilitación podría explicarse casi exclusivamente por predicción; en cambio, al no serlo, se abre la posibilidad de que también intervengan procesos de integración.

La ambigüedad semántica en el estudio del rol contextual

En esta tesis, la ambigüedad semántica fue empleada estratégicamente como una herramienta para potenciar y evidenciar los efectos del contexto en el procesamiento del significado de las palabras. Las palabras ambiguas constituyen un caso paradigmático: si el contexto influye en la interpretación, el resultado se observa con claridad, ya que la activación se orienta hacia uno u otro significado. Aunque la ambigüedad en sí misma no fue el foco principal de esta investigación, los análisis realizados permiten extraer algunas conclusiones relevantes sobre este fenómeno.

Interacciones entre contexto y ambigüedad

La inclusión de palabras ambiguas también permitió abordar la relación entre los efectos contextuales y las propiedades léxicas. En particular, nos preguntamos si el efecto del contexto es mayor en palabras con mayor grado de ambigüedad semántica.

Un análisis conjunto de los Capítulos 2 y 3, en los que examinamos esta cuestión, sugiere que las palabras ambiguas tienden a mostrar mayores efectos contextuales en comparación con las palabras no ambiguas. Este patrón se observó de manera consistente en las medidas conductuales (precisión en el Experimento 2B, y tanto precisión como tiempos de respuesta en el Experimento 3), y de forma más parcial en la pupilometría (donde el efecto apareció en el Experimento 2B, pero mostró un patrón opuesto en el Experimento 3; ver Discusión del Capítulo 3). En conjunto, estos resultados apoyan la idea de que, frente a un estímulo menos informativo como es el caso de una palabra ambigua

con respecto a su significado, el contexto adquiere un papel clave en reducir esa indeterminación.

Aportes en la medición de la ambigüedad

Medir el grado de ambigüedad de una palabra resulta particularmente complejo. En primer lugar, el concepto de ambigüedad es, en sí mismo, ambiguo. Así, una palabra puede ser más o menos ambigua según la relación entre sus significados (homónimos o polisémicos), o bien según la frecuencia de esos significados (balanceados o sesgados). A ello se suman los distintos criterios propuestos para operacionalizar la distinción entre significados relacionados y no relacionados (etimológicos, semánticos o sintácticos). Desde una perspectiva más amplia, incluso podría sostenerse que todas las palabras son en cierto sentido ambiguas, ya que en diferentes contextos se recuperan matices distintos de su significado. En segundo lugar, aun cuando se adopta una definición precisa de ambigüedad, su cuantificación enfrenta desafíos metodológicos: es difícil recopilar la información necesaria para su medición. Aún más importante, no siempre es evidente qué información debe recopilarse para su medición.

En este trabajo, el primero de estos problemas no se abordó directamente. La ambigüedad se utilizó como un recurso metodológico y no como la pregunta central de investigación; por ello, adoptamos una definición operativa relativamente amplia: consideramos ambigua a toda palabra que presentara más de un significado no relacionado entre sí y cuya distribución de frecuencias no estuviera excesivamente sesgada hacia un único sentido.

En relación con el segundo aspecto, sí proponemos un aporte metodológico. Tal como se señaló en la introducción, las tareas de asociación de palabras presentan ventajas frente a otros métodos de medición de la ambigüedad. A diferencia de los diccionarios, capturan la vigencia de los significados en el uso actual de la lengua y, a diferencia de las tareas explícitas de recuento de sentidos, no requieren que los participantes tengan conciencia explícita de la multiplicidad de significados. En particular, el uso de la base de datos SWOW-RP permitió obtener una base de datos de palabras ambiguas con sus respectivas frecuencias relativas, la cual es sensible al uso local del español rioplatense. Esto constituye un aporte relevante, dado que la mayoría de los estudios normativos sobre propiedades léxicas como frecuencia, afectividad o ambigüedad semántica, se han realizado en español ibérico (Fraga et al., 2017; Haro, Ferré, et al., 2017; López Cortés & Horno Chéliz, 2021; Monzó, 1991). Sin embargo, el español rioplatense presenta particularidades léxicas tanto en el uso de palabras frecuentes (“auto” frente a “coche”, “celular” frente a “móvil”, “plata” frente a “dinero”) como en la propia condición de algunas palabras ambiguas (por ejemplo, “papa” es

homónimo en español rioplatense pero no en español ibérico, donde al tubérculo se lo denomina “patata”). Estas diferencias justifican el desarrollo de normas léxicas específicas para cada variante dialectal (Manoiloff et al., 2010; Sarli & Justel, 2022). En este sentido, el presente trabajo contribuye con un corpus de palabras ambiguas del español rioplatense (de hecho, colaboraciones recientes con nuestro laboratorio ya han usado dicho corpus; ver Gianolini et al., 2025).

Una limitación de nuestra medición de la ambigüedad es que nos centramos únicamente en la frecuencia del significado de interés, sin caracterizar los significados alternativos. En consecuencia, no podemos determinar si las respuestas inconsistentes con el significado de interés corresponden a un único sentido alternativo, a múltiples sentidos posibles o incluso a asociaciones no relacionadas. Esta decisión se debe, en parte, a que nuestro objetivo principal estaba centrado en la modulación del contexto sobre un significado específico. Además, la clasificación manual de respuestas presenta limitaciones metodológicas: supone un alto nivel de complejidad, demanda mucho tiempo y, sobre todo, introduce inevitablemente mayores niveles de subjetividad en la anotación. Para abordar en parte esta limitación, en el Capítulo 1 presentamos resultados exploratorios de una clasificación automática de significados a partir de las respuestas en la tarea de asociación. Estos análisis mostraron que, en promedio, las respuestas tendían a agruparse en dos conjuntos diferenciados (rango = 1 — 3), lo que sugiere que la inconsistencia respecto al significado de interés no era aleatoria, sino que reflejaba posiblemente la existencia de significados alternativos. La inspección visual de algunos de estos grupos corroboró que los mismos representaban sentidos coherentes de la palabra ambigua. Asimismo, la presente tesis contribuyó a sentar las bases metodológicas de una línea de investigación paralela en el laboratorio orientada a desarrollar métodos automáticos de detección de comunidades. A partir de datos de asociación libre, se logró estimar de manera más precisa el número de significados de una palabra y el grado de relación entre ellos (Iglesias et al., 2025).

Ambigüedad semántica: ¿por qué?

A la luz de nuestros resultados, surge una pregunta más general: ¿por qué existe la ambigüedad en el lenguaje? El hecho de que la ambigüedad sea un fenómeno tan presente en el lenguaje podría sugerir que existe algún principio o función que explica su existencia. No obstante, también es posible que la ambigüedad sea simplemente el resultado de limitaciones estructurales del lenguaje, sin que necesariamente haya evolucionado con un propósito comunicativo específico (Piantadosi et al., 2012). Si el objetivo fuera evitar

malentendidos, cabría esperar un mapeo uno a uno entre formas y significados, de modo que cada concepto se asociara a una palabra distinta (Dautriche, 2015). Sin embargo, diversas propuestas han cuestionado la idea de que la ambigüedad sea incompatible con un sistema de comunicación eficiente (Piantadosi et al., 2012; Zipf, 1949). En primer lugar, porque un sistema eficiente debe basarse en señales simples, fáciles de producir, memorizar y transmitir de generación en generación. Si cada mínima variación de un significado requiriera una forma distinta, el léxico estaría compuesto por palabras largas, infrecuentes y difíciles de procesar (Dautriche, 2015). En este sentido, la ambigüedad podría verse como una estrategia económica: permite reutilizar formas frecuentes y accesibles, en lugar de continuamente introducir nuevas. Un segundo aspecto que apunta a la potencial utilidad de la ambigüedad es que, en la práctica, rara vez conduce a malentendidos significativos. Como se argumentó en los primeros párrafos de esta tesis, muchas de las “imperfecciones” del lenguaje no afectan de manera crítica la comunicación, ya que las palabras suelen aparecer en contextos altamente informativos. Desde esta perspectiva, Piantadosi et al. (2012) sostienen que, cuando el contexto aporta información suficiente, sería ineficiente utilizar palabras completamente no ambiguas porque existiría información redundante.

Nuestros hallazgos respaldan esta última propuesta: muestran que el contexto compensa la incertidumbre, facilitando la interpretación de las palabras ambiguas. Se observaron efectos facilitadores incluso bajo condiciones experimentales controladas donde el contexto dista de tener la riqueza multimodal, temporal y semántica que caracteriza a la comunicación natural. Si un contexto tan reducido logra acercar el procesamiento de las palabras ambiguas al de las no ambiguas, resulta razonable pensar que los contextos ecológicos, mucho más ricos, potencien aún más este efecto. Así, nuestros resultados pueden interpretarse como apoyo a la idea de que la ambigüedad no constituye un problema del sistema, sino que refleja un mecanismo eficiente en el que el contexto compensa la incertidumbre.

La pupilometría como ventana al procesamiento del lenguaje

En este trabajo utilizamos el diámetro pupilar como una medida consolidada del esfuerzo cognitivo asociado a una tarea. En consonancia con estudios previos de pupilometría (Geller et al., 2016; Guasch et al., 2017; Haro et al., 2023; Kuchinke et al., 2007), encontramos que el tamaño pupilar es sensible al procesamiento del significado de las palabras. Específicamente, observamos un diámetro pupilar más pequeño en presencia de información contextual congruente. Este resultado constituye un aporte novedoso, ya que hasta el

momento eran escasos los estudios que habían examinado de forma directa la sensibilidad de la pupila al contexto.

El análisis del esfuerzo cognitivo nos permitió acceder a aspectos más finos de los mecanismos subyacentes a los efectos contextuales en el procesamiento de palabras. La dinámica de la respuesta pupilar reveló que los efectos del contexto emergen en etapas tempranas del procesamiento, probablemente vinculadas con el acceso a la palabra. En cambio, las diferencias que aparecen en fases más tardías podrían reflejar el acceso al significado o la integración semántica, que resultan más eficientes cuando las palabras son congruentes con el contexto. Además, a partir de esta caracterización, el análisis del esfuerzo cognitivo evidenció posibles diferencias entre los procesos afectados según si el contexto se presenta en L1 o en L2, dado que en este último caso las divergencias tempranas parecen no estar presentes.

No obstante, no puede descartarse que otros procesos cognitivos también contribuyan a los efectos pupilares observados. Por ejemplo, otro marco posible para interpretar estas dinámicas proviene de la literatura sobre la respuesta de orientación, caracterizada por una rápida dilatación pupilar que alcanza un máximo alrededor de los 500 ms cuando un estímulo capta la atención (Mathôt, 2018). Esta respuesta suele ser más pronunciada ante estímulos inesperados (Friedman et al., 1973). Desde esta perspectiva, la divergencia temprana en el tamaño pupilar podría reflejar tanto un reconocimiento más facilitado en la condición congruente como una respuesta de orientación más marcada en la condición incongruente, donde las palabras objetivo resultan menos esperadas dado el contexto previo. Además, esta dilatación inicial puede ir seguida de una segunda fase vinculada con el esfuerzo mental (Mathôt, 2018), lo cual se corresponde con las divergencias posteriores observadas en nuestros experimentos. En conjunto, estos hallazgos apoyan una explicación dinámica y de múltiples etapas de las respuestas pupilares, y refuerzan la sensibilidad de la pupilometría para captar los efectos del contexto global durante el procesamiento del lenguaje.

Finalmente, las correlaciones entre pupilometría y medidas conductuales mostraron que el tamaño pupilar no predecía los tiempos de respuesta. Esto sugiere que ambas medidas capturan aspectos distintos del procesamiento de palabras, posiblemente vinculados a diferentes etapas o a procesos parcialmente superpuestos (Kadem et al., 2020). En este sentido, proponemos que la dilatación pupilar constituye un índice valioso de la actividad neurocognitiva durante el procesamiento del significado, complementando la información que aportan las medidas conductuales.

Para esclarecer mejor las influencias de los distintos mecanismos subyacentes, el registro simultáneo de pupilometría y electroencefalografía (EEG) es una herramienta prometedora. Por ejemplo, aumentos en la potencia theta (4–7 Hz), especialmente en regiones frontales, se han asociado con mayor control cognitivo y monitoreo de conflictos (Cavanagh & Frank, 2014), mientras que reducciones en la banda alfa (8–12 Hz) reflejan un mayor compromiso atencional y procesamiento de la información (Klimesch, 1999). Asimismo, componentes de potenciales relacionados con eventos (ERP) como el N400 y el P300 podrían ayudar a diferenciar la integración semántica de los procesos atencionales o de decisión, respectivamente (Luck, 2014). Estudios que combinen pupilometría y EEG permitirán evaluar si ambas medidas se correlacionan y en qué momentos, lo que aportaría una comprensión más precisa de su relación. De hecho, trabajos previos han mostrado que las medidas pupilares no siempre se correlacionan con las del EEG, lo que sugiere que reflejan mecanismos cognitivos en parte diferenciados (McMahon et al., 2016; Miles et al., 2017).

Limitaciones generales y perspectivas a futuro

Si bien a lo largo de cada capítulo ya se han discutido limitaciones específicas, es posible señalar también algunas limitaciones generales que atraviesan a todos los experimentos presentados en esta tesis.

En primer lugar, con el objetivo de controlar y manipular experimentalmente el contexto global, este se presentó como un componente único. Este diseño nos permitió examinar de manera específica los efectos de este tipo de contexto sin la influencia de otros factores, como el contexto local o el proveniente de modalidades distintas. Sin embargo, en la vida cotidiana, la comprensión del lenguaje ocurre en entornos mucho más complejos, donde interactúan múltiples fuentes de información: señales multimodales, la identidad del interlocutor, nuestro estado emocional, entre otras. Por ejemplo, la oración “Nunca usé plataformas” adquiere un sentido específico si la persona se señala el pie al decirla, y puede interpretarse de manera distinta según provenga de mi abuela o de mi hermano menor. Estos aspectos forman parte del contexto real de uso del lenguaje y, aunque exceden los objetivos de esta tesis, plantean una pregunta central: ¿opera el contexto global de la misma manera cuando se estudia de forma aislada en el laboratorio que cuando interviene junto con otras dimensiones contextuales en la comunicación cotidiana?

En esta misma línea, otro aspecto a considerar es que el procesamiento de palabras también puede estar modulado por contextos de otras escalas temporales y tipos de información, que no fueron contemplados en este estudio pero que sin duda inciden en los experimentos. Uno de ellos, por ejemplo, es la

trayectoria personal de los participantes: sus intereses, actividades o experiencias individuales pueden moldear las representaciones léxicas y explicar parte de la variabilidad individual (tal como se discutió en el Capítulo 1). De hecho, incluso los significados ya consolidados por un individuo son maleables y sensibles a la actualización, tal como observamos en mi tesis de licenciatura (Laurino et al., 2022). Más recientemente, en un estudio paralelo durante el doctorado, analizamos cómo la pandemia de COVID-19 impactó el procesamiento de un conjunto de palabras a nivel poblacional, comparando datos de la base SWOW-RP obtenidos antes y durante la pandemia (Laurino et al., 2023). Los resultados mostraron que un evento histórico de tal magnitud impulsó la aparición o reconfiguración de significados de forma colectiva, detectados mediante métricas computacionales. Este hallazgo subraya que el procesamiento de palabras debe entenderse en un entramado más amplio y dinámico, donde interactúan tanto experiencias personales como coyunturas colectivas de carácter histórico y sociocultural, enmarcadas en contextos que se despliegan en distintas escalas temporales.

Finalmente, otra limitación general se relaciona con la población de participantes. Los experimentos presenciales estuvieron conformados mayormente por estudiantes universitarios de una facultad de ciencias exactas, lo cual conlleva cierta homogeneidad, un fenómeno frecuente en estudios de ciencias cognitivas (véase, por ejemplo, la crítica de Henrich et al., 2010). Esta composición de la muestra podría generar sesgos, por ejemplo, en la frecuencia basal de significados debido a la formación académica de los participantes. Los experimentos online representaron una oportunidad para diversificar la muestra, aunque aún allí encontramos un sesgo sistemático de género, con una participación mayoritaria de mujeres, un fenómeno que se observa bastante frecuentemente en estudios conductuales. Si bien no existen hipótesis que predigan diferencias de género en las tareas utilizadas, es posible que las experiencias diferenciales según el género influyan en la frecuencia basal de los significados. Sin embargo, como se observó preliminarmente en el Capítulo 1, la frecuencia basal modelada a partir de experiencias personales (mayor o menor interés por las categorías) no modificó sustancialmente la magnitud del efecto contextual. Aun así, consideramos que ampliar la diversidad de la población en términos de género, trayectorias educativas, edad y experiencias de vida permitiría explorar con mayor detalle posibles interacciones entre estos factores.

Conclusión

El abordaje de esta tesis ofrece una mirada más integral del procesamiento del lenguaje, acercándola a cómo ocurre en la vida cotidiana: siempre en contexto.

En particular, se destaca el papel del contexto global, entendido como la temática general del discurso en la que aparece una palabra, un tipo de contexto que rara vez se considera en la investigaciones en el área de procesamiento del lenguaje. Los resultados destacan la influencia de este tipo de contexto en la flexibilidad de las representaciones léxicas y evidencian que, además del contexto local inmediato, los modelos cognitivos y computacionales del lenguaje deben incorporar dimensiones más amplias de contexto, capaces de reflejar con mayor fidelidad la complejidad de la comunicación natural.

Bibliografía

Albrecht, J. E., & O'Brien, E. J. (1993). Updating a mental model: Maintaining both local and global coherence. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 19(5), 1061–1070. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.19.5.1061>

Anwyl-Irvine, A. L., Massonnié, J., Flitton, A., Kirkham, N., & Evershed, J. K. (2020). Gorilla in our midst: An online behavioral experiment builder. *Behavior Research Methods*, 52(1), 388–407. <https://doi.org/10.3758/s13428-019-01237-x>

Ariel, R., & Castel, A. D. (2014). Eyes wide open: Enhanced pupil dilation when selectively studying important information. *Experimental Brain Research*, 232(1), 337–344. <https://doi.org/10.1007/s00221-013-3744-5>

Armstrong, B. C., & Plaut, D. C. (2008). Settling Dynamics in Distributed Networks Explain Task Differences in Semantic Ambiguity Effects: Computational and Behavioral Evidence. *Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, 30(30). <https://escholarship.org/uc/item/6rv2c5hh>

Armstrong, B. C., Zugarramurdi, C., Cabana, Á., Valle Lisboa, J., & Plaut, D. C. (2016). Relative meaning frequencies for 578 homonyms in two Spanish dialects: A cross-linguistic extension of the English eDom norms. *Behavior Research Methods*, 48(3), 950–962. <https://doi.org/10.3758/s13428-015-0639-3>

Aston-Jones, G., & Cohen, J. D. (2005). AN INTEGRATIVE THEORY OF LOCUS COERULEUS-NOREPINEPHRINE FUNCTION: Adaptive Gain and Optimal Performance. *Annual Review of Neuroscience*, 28(Volume 28, 2005), 403–450. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.28.061604.135709>

Barr, D. J., Levy, R., Scheepers, C., & Tily, H. J. (2013). Random effects structure for confirmatory hypothesis testing: Keep it maximal. *Journal of Memory and Language*, 68(3), 255–278. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2012.11.001>

Basnight-Brown, D. M., & Altarriba, J. (2007). Differences in semantic and translation priming across languages: The role of language direction and language dominance. *Memory & Cognition*, 35(5), 953–965. <https://doi.org/10.3758/BF03193468>

Bates, D., Mächler, M., Bolker, B., & Walker, S. (2015). Fitting linear mixed-effects models using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67, 1–48.

Beretta, A., Fiorentino, R., & Poeppel, D. (2005). The effects of homonymy and polysemy on lexical access: An MEG study. *Cognitive Brain Research*, 24(1), 57–65. <https://doi.org/10.1016/j.cogbrainres.2004.12.006>

Berkum, J. J. A. van, Hagoort, P., & Brown, C. M. (1999). Semantic Integration in Sentences and Discourse: Evidence from the N400. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 11(6), 657–671. <https://doi.org/10.1162/089892999563724>

Binder, K. S., & Morris, R. K. (1995). Eye movements and lexical ambiguity resolution: Effects of prior encounter and discourse topic. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 21(5), 1186–1196. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.21.5.1186>

Blott, L. M., Hartopp, O., Nation, K., & Rodd, J. M. (2022). Learning about the meanings of ambiguous words: Evidence from a word-meaning priming paradigm with short narratives. *PeerJ*, 10, e14070. <https://doi.org/10.7717/peerj.14070>

Borge-Holthoefer, J., & Arenas, A. (2010). Semantic Networks: Structure and Dynamics. *Entropy*, 12(5), Article 5. <https://doi.org/10.3390/e12051264>

Borodkin, K., Kenett, Y. N., Faust, M., & Mashal, N. (2016). When pumpkin is closer to onion than to squash: The structure of the second language lexicon. *Cognition*, 156, 60–70. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2016.07.014>

Borowsky, R., & Masson, M. E. J. (1996). Semantic ambiguity effects in word identification. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 22(1), 63–85. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.22.1.63>

Brothers, T., & Kuperberg, G. R. (2021). Word predictability effects are linear, not logarithmic: Implications for probabilistic models of sentence comprehension. *Journal of Memory and Language*, 116, 104174. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2020.104174>

Brown, S. W. (2008). Polysemy in the Mental Lexicon. *Colorado Research in Linguistics*. <https://doi.org/10.25810/s1d0-gj21>

Bullmore, E., & Sporns, O. (2012). The economy of brain network organization. *Nature Reviews Neuroscience*, 13(5), 336–349. <https://doi.org/10.1038/nrn3214>

Cabana, Á., Zugarramurdi, C., Valle-Lisboa, J. C., & De Deyne, S. (2024). The “Small World of Words” free association norms for Rioplatense Spanish. *Behavior Research Methods*, 56(2), 968–985. <https://doi.org/10.3758/s13428-023-02070-z>

Camblin, C. C., Gordon, P. C., & Swaab, T. Y. (2007). The interplay of discourse congruence and lexical association during sentence processing: Evidence from

ERPs and eye tracking. *Journal of Memory and Language*, 56(1), 103–128. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2006.07.005>

Carter, G.-A., & Hoffman, P. (2024). Discourse coherence modulates use of predictive processing during sentence comprehension. *Cognition*, 242, 105637. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2023.105637>

Cavanagh, J. F., & Frank, M. J. (2014). Frontal theta as a mechanism for cognitive control. *Trends in Cognitive Sciences*, 18(8), 414–421.

Cavanagh, J. F., Wiecki, T. V., Kochar, A., & Frank, M. J. (2014). Eye tracking and pupillometry are indicators of dissociable latent decision processes. *Journal of Experimental Psychology: General*, 143(4), 1476–1488. <https://doi.org/10.1037/a0035813>

Chapman, L. R., & Hallowell, B. (2021). The Unfolding of Cognitive Effort During Sentence Processing: Pupillometric Evidence From People With and Without Aphasia. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 64(12), 4900–4917. https://doi.org/10.1044/2021_JSLHR-21-00129

Clauset, A., Newman, M. E. J., & Moore, C. (2004). Finding community structure in very large networks. *Physical Review E*, 70(6), 066111. <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.70.066111>

Collins, A. M., & Loftus, E. F. (1975). A spreading-activation theory of semantic processing. *Psychological Review*, 82(6), 407–428. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.82.6.407>

Collins, A. M., & Quillian, M. R. (1969). Retrieval time from semantic memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 8(2), 240–247. [https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(69\)80069-1](https://doi.org/10.1016/S0022-5371(69)80069-1)

Cottrell, G. W. (1988). A model of lexical access of ambiguous words. In *Lexical ambiguity resolution* (pp. 179–194). Elsevier. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780080510132500112>

Csárdi, G., Nepusz, T., Traag, V., Horvát, S., Zanini, F., Noom, D., & Müller, K. (2025). *igraph: Network Analysis and Visualization in R* (Version R package version 2.0.3) [Computer software]. <https://CRAN.R-project.org/package=igraph>

Curtis, A. J., Mak, M. H. C., Chen, S., Rodd, J. M., & Gaskell, M. G. (2022). Word-meaning priming extends beyond homonyms. *Cognition*, 226, 105175. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2022.105175>

Dautriche, I. (2015). *Weaving an ambiguous lexicon* [Phdthesis, Université Sorbonne Paris Cité]. <https://doi.org/10/document>

de Bruin, A. (2019). Not All Bilinguals Are the Same: A Call for More Detailed Assessments and Descriptions of Bilingual Experiences. *Behavioral Sciences*, 9(3), 33. <https://doi.org/10.3390/bs9030033>

de Bruin, A., Hoversten, L. J., & Martin, C. D. (2023). Interference between non-native languages during trilingual language production. *Journal of Memory and Language*, 128, 104386. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2022.104386>

De Deyne, S., Navarro, D. J., Collell, G., & Perfors, A. (2021). Visual and Affective Multimodal Models of Word Meaning in Language and Mind. *Cognitive Science*, 45(1), e12922. <https://doi.org/10.1111/cogs.12922>

De Deyne, S., Navarro, D. J., Perfors, A., Brysbaert, M., & Storms, G. (2019). The “Small World of Words” English word association norms for over 12,000 cue words. *Behavior Research Methods*, 51(3), 987–1006. <https://doi.org/10.3758/s13428-018-1115-7>

De Deyne, S., Navarro, D. J., & Storms, G. (2013). Better explanations of lexical and semantic cognition using networks derived from continued rather than single-word associations. *Behavior Research Methods*, 45(2), 480–498. <https://doi.org/10.3758/s13428-012-0260-7>

De Deyne, S., & Storms, G. (2008). Word associations: Network and semantic properties. *Behavior Research Methods*, 40(1), 213–231. <https://doi.org/10.3758/BRM.40.1.213>

de Gee, J. W., Knapen, T., & Donner, T. H. (2014). Decision-related pupil dilation reflects upcoming choice and individual bias. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(5), E618–E625. <https://doi.org/10.1073/pnas.1317557111>

de Groot, A. M. B., Delmaar, P., & Lupker, S. J. (2000). The Processing of Interlexical Homographs in Translation Recognition and Lexical Decision: Support for Non-Selective Access to Bilingual Memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 53(2), 397–428. <https://doi.org/10.1080/713755891>

Del Moral, R. (2020). El español y el vasco en el marco de las lenguas emparejadas: Una mirada sociolingüística. *El Español por el Mundo*, 3, 71–87. <https://doi.org/10.59612/epm.vi3.84>

DeLong, K. A., Urbach, T. P., & Kutas, M. (2005). Probabilistic word pre-activation during language comprehension inferred from electrical brain activity. *Nature Neuroscience*, 8(8), 1117–1121. <https://doi.org/10.1038/nn1504>

Diependaele, K., Lemhöfer, K., & Brysbaert, M. (2013). The word frequency effect in first- and second-language word recognition: A lexical entrenchment account. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 66(5), 843–863. <https://doi.org/10.1080/17470218.2012.720994>

Dijkstra, T., & Heuven, W. J. B. van. (2002). The architecture of the bilingual word recognition system: From identification to decision. *Bilingualism: Language and Cognition*, 5(3), 175–197. <https://doi.org/10.1017/S1366728902003012>

Dubossarsky, H., De Deyne, S., & Hills, T. T. (2017). Quantifying the structure of free association networks across the life span. *Developmental Psychology*, 53(8), 1560.

Duchon, A., Perea, M., Sebastián-Gallés, N., Martí, A., & Carreiras, M. (2013). EsPal: One-stop shopping for Spanish word properties. *Behavior Research Methods*, 45(4), 1246–1258. <https://doi.org/10.3758/s13428-013-0326-1>

Duffy, S. A., Henderson, J. M., & Morris, R. K. (1989). Semantic facilitation of lexical access during sentence processing. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 15(5), 791–801. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.15.5.791>

Duffy, S. A., Morris, R. K., & Rayner, K. (1988). Lexical ambiguity and fixation times in reading. *Journal of Memory and Language*, 27(4), 429–446. [https://doi.org/10.1016/0749-596X\(88\)90066-6](https://doi.org/10.1016/0749-596X(88)90066-6)

Duque, A., Sanchez, A., & Vazquez, C. (2014). Gaze-fixation and pupil dilation in the processing of emotional faces: The role of rumination. *Cognition and Emotion*, 28(8), 1347–1366. <https://doi.org/10.1080/02699931.2014.881327>

Duyck, W., & Warlop, N. (2009). Translation Priming Between the Native Language and a Second Language. *Experimental Psychology*, 56(3), 173–179. <https://doi.org/10.1027/1618-3169.56.3.173>

El Haj, M., Moustafa, A. A., Allain, P., & Chapelet, G. (2022). The talking eyes: Pupillometry to index verbal fluency in normal aging. *Clinical Neurology and Neurosurgery*, 223, 107525. <https://doi.org/10.1016/j.clineuro.2022.107525>

Engelhardt, P. E., Ferreira, F., & Patsenko, E. G. (2010). Pupillometry reveals processing load during spoken language comprehension. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 63(4), 639–645. <https://doi.org/10.1080/17470210903469864>

Federmeier, K. D. (2007). Thinking ahead: The role and roots of prediction in language comprehension. *Psychophysiology*, 44(4), 491–505. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2007.00531.x>

Ferraro, F. R., & Kellas, G. (1990). Normative data for number of word meanings. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 22(6), 491–498. <https://doi.org/10.3758/BF03204432>

Ferreira, F., & Chantavarin, S. (2018). Integration and Prediction in Language Processing: A Synthesis of Old and New. *Current Directions in Psychological Science*, 27(6), 443–448. <https://doi.org/10.1177/0963721418794491>

Finkbeiner, M., Forster, K., Nicol, J., & Nakamura, K. (2004). The role of polysemy in masked semantic and translation priming. *Journal of Memory and Language*, 51(1), 1–22. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2004.01.004>

Forster, K. I. (1981). Priming and the effects of sentence and lexical contexts on naming time: Evidence for autonomous lexical processing. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 33(4), 465–495. <https://doi.org/10.1080/14640748108400804>

Foss, D. J. (1982). A discourse on semantic priming. *Cognitive Psychology*, 14(4), 590–607. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(82\)90020-2](https://doi.org/10.1016/0010-0285(82)90020-2)

Fraga, I., Padrón, I., Perea, M., & Comesaña, M. (2017). I saw this somewhere else: The Spanish Ambiguous Words (SAW) database. *Lingua*, 185, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.lingua.2016.07.002>

Friedman, D., Hakerem, G., Sutton, S., & Fleiss, J. L. (1973). Effect of stimulus uncertainty on the pupillary dilation response and the vertex evoked potential. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 34(5), 475–484. [https://doi.org/10.1016/0013-4694\(73\)90065-5](https://doi.org/10.1016/0013-4694(73)90065-5)

Gaskell, M. G., Cairney, S. A., & Rodd, J. M. (2019). Contextual priming of word meanings is stabilized over sleep. *Cognition*, 182, 109–126. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2018.09.007>

Geller, J., Landrigan, J.-F., & Mirman, D. (2019). A pupillometric examination of cognitive control in taxonomic and thematic semantic memory. *Journal of Cognition*, 2(1). <https://doi.org/10.5334/joc.56>

Geller, J., Still, M. L., & Morris, A. L. (2016). Eyes wide open: Pupil size as a proxy for inhibition in the masked-priming paradigm. *Memory & Cognition*, 44(4), 554–564. <https://doi.org/10.3758/s13421-015-0577-4>

Gianolini, A., Paez, B., Totaro, F., Laurino, J., Travi, F., Fernández Slezak, D., Kaczer, L., Kamienkowski, J. E., & Bianchi, B. (2025). *Decoding Semantic Ambiguity in Large Language Models: Aligning Human Behavioral Responses with GPT-2's Internal Representations*. Jornadas Argentinas de Informática (JAIIO), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

Gilbert, R. A., Davis, M. H., Gaskell, M. G., & Rodd, J. M. (2018). Listeners and readers generalize their experience with word meanings across modalities. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 44(10), 1533. <https://doi.org/10.1037/xlm0000532>

Gilbert, R. A., & Rodd, J. M. (2022). Dominance norms and data for spoken ambiguous words in British English. *Journal of Cognition*, 5(1), 4.

Gilzenrat, M. S., Nieuwenhuis, S., Jepma, M., & Cohen, J. D. (2010). Pupil diameter tracks changes in control state predicted by the adaptive gain theory of locus coeruleus function. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 10(2), 252–269. <https://doi.org/10.3758/CABN.10.2.252>

Glucksberg, S., Kreuz, R. J., & Rho, S. H. (1986). Context can constrain lexical access: Implications for models of language comprehension. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 12(3), 323–335. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.12.3.323>

Gottlob, L. R., Goldinger, S. D., Stone, G. O., & Van Orden, G. C. (1999). Reading homographs: Orthographic, phonologic, and semantic dynamics. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 25(2), 561–574. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.25.2.561>

Gough, P. B., Alford, J. A., & Holley-Wilcox, P. (1981). Words and contexts. In *Perception of print: Reading research in experimental psychology* (pp. 85–102). Erlbaum.

Graves, J. E., Egré, P., Pressnitzer, D., & de Gardelle, V. (2021). An implicit representation of stimulus ambiguity in pupil size. *Proceedings of the National*

Academy of Sciences, 118(48), e2107997118.
<https://doi.org/10.1073/pnas.2107997118>

Guasch, M., Ferré, P., & Haro, J. (2017). Pupil dilation is sensitive to the cognate status of words: Further evidence for non-selectivity in bilingual lexical access. *Bilingualism: Language and Cognition*, 20(1), 49–54. <https://doi.org/10.1017/S1366728916000651>

Haro, J., & Ferré, P. (2018). Semantic Ambiguity: Do Multiple Meanings Inhibit or Facilitate Word Recognition? *Journal of Psycholinguistic Research*, 47(3), 679–698. <https://doi.org/10.1007/s10936-017-9554-3>

Haro, J., Ferré, P., Boada, R., & Demestre, J. (2017). Semantic ambiguity norms for 530 Spanish words. *Applied Psycholinguistics*, 38(2), 457–475. <https://doi.org/10.1017/S0142716416000266>

Haro, J., Guasch, M., Vallès, B., & Ferré, P. (2017). Is pupillary response a reliable index of word recognition? Evidence from a delayed lexical decision task. *Behavior Research Methods*, 49(5), 1930–1938. <https://doi.org/10.3758/s13428-016-0835-9>

Haro, J., López-Cortés, N., & Ferré, P. (2023). Pupillometric and behavioural evidence shows no differences between polyseme and homonym processing. *Acta Psychologica*, 238, 103985. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2023.103985>

Hayes, T. R., & Petrov, A. A. (2016). Mapping and correcting the influence of gaze position on pupil size measurements. *Behavior Research Methods*, 48(2), 510–527. <https://doi.org/10.3758/s13428-015-0588-x>

Heaver, B., & Hutton, S. B. (2011). Keeping an eye on the truth? Pupil size changes associated with recognition memory. *Memory*, 19(4), 398–405. <https://doi.org/10.1080/09658211.2011.575788>

Helder, A., Perfetti, C. A., & van den Broek, P. (2020). Thematic influences on word-to-text integration across a sentence boundary. *Language, Cognition and Neuroscience*, 35(10), 1239–1256. <https://doi.org/10.1080/23273798.2020.1772494>

Henrich, J., Heine, S. J., & Norenzayan, A. (2010). The weirdest people in the world? *Behavioral and Brain Sciences*, 33(2–3), 61–83. <https://doi.org/10.1017/S0140525X0999152X>

Hershman, R., Milshtein, D., & Henik, A. (2023). The contribution of temporal analysis of pupillometry measurements to cognitive research. *Psychological Research*, 87(1), 28–42. <https://doi.org/10.1007/s00426-022-01656-0>

Hess, D. J., Foss, D. J., & Carroll, P. (1995). Effects of global and local context on lexical processing during language comprehension. *Journal of Experimental Psychology: General*, 124(1), 62–82. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.124.1.62>

Hino, Y., & Lupker, S. J. (1996). Effects of polysemy in lexical decision and naming: An alternative to lexical access accounts. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 22(6), 1331–1356. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.22.6.1331>

Hino, Y., Lupker, S. J., & Pexman, P. M. (2002). Ambiguity and synonymy effects in lexical decision, naming, and semantic categorization tasks: Interactions between orthography, phonology, and semantics. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 28(4), 686–713. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.28.4.686>

Hino, Y., Pexman, P. M., & Lupker, S. J. (2006). Ambiguity and relatedness effects in semantic tasks: Are they due to semantic coding? *Journal of Memory and Language*, 55(2), 247–273. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2006.04.001>

Hoffman, P. (2016). The meaning of ‘life’ and other abstract words: Insights from neuropsychology. *Journal of Neuropsychology*, 10(2), 317–343. <https://doi.org/10.1111/jnp.12065>

Holcomb, P. J., & Anderson, J. E. (1993). Cross-modal semantic priming: A time-course analysis using event-related brain potentials. *Language and Cognitive Processes*, 8(4), 379–411. <https://doi.org/10.1080/01690969308407583>

Honma, M., Tanaka, Y., Osada, Y., & Kuriyama, K. (2012). Perceptual and not physical eye contact elicits pupillary dilation. *Biological Psychology*, 89(1), 112–116. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2011.09.015>

Huettig, F., & Mani, N. (2016). Is prediction necessary to understand language? Probably not. *Language, Cognition and Neuroscience*, 31(1), 19–31. <https://doi.org/10.1080/23273798.2015.1072223>

Hussain, Z., Mata, R., Newell, B. R., & Wulff, D. U. (2024). *Probing the contents of semantic representations from text, behavior, and brain data using the psychNorms metabase* (arXiv:2412.04936). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2412.04936>

Hutton, S. (2019, June 3). *Eye Tracking for Pupillometry*. Fast, Accurate, Reliable Eye Tracking. <https://www.sr-research.com/eye-tracking-blog/background/pupillometry-research/>

Iglesias, I., Armstrong, B., Laurino, J., Kaczer, L., & Cabana, Á. (2025). *Automatic quantification of lexical ambiguity using large-scale word association data*. OSF. https://doi.org/10.31234/osf.io/tpnxq_v1

Jastrzemski, J. E. (1981). Multiple meanings, number of related meanings, frequency of occurrence, and the lexicon. *Cognitive Psychology*, 13(2), 278–305. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(81\)90011-6](https://doi.org/10.1016/0010-0285(81)90011-6)

Joshi, S., Li, Y., Kalwani, R. M., & Gold, J. I. (2016). Relationships between Pupil Diameter and Neuronal Activity in the Locus Coeruleus, Colliculi, and Cingulate Cortex. *Neuron*, 89(1), 221–234. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2015.11.028>

Jurado, D. (2024). *Contribuciones del contexto semántico al procesamiento de palabras* [Master's Thesis]. Universidad de Buenos Aires.

Kadem, M., Herrmann, B., Rodd, J. M., & Johnsrude, I. S. (2020). Pupil Dilation Is Sensitive to Semantic Ambiguity and Acoustic Degradation. *Trends in Hearing*, 24, 2331216520964068. <https://doi.org/10.1177/2331216520964068>

Kafkas, A., & Montaldi, D. (2012). Familiarity and recollection produce distinct eye movement, pupil and medial temporal lobe responses when memory strength is matched. *Neuropsychologia*, 50(13), 3080–3093. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2012.08.001>

Kahneman, D. (1973). *Attention and effort*. Prentice-Hall.

Kambe, G., Rayner, K., & Duffy, S. A. (2001). Global context effects on processing lexically ambiguous words: Evidence from eye fixations. *Memory & Cognition*, 29(2), 363–372. <https://doi.org/10.3758/BF03194931>

Kapa, L. L., & Colombo, J. (2013). Attentional Control in Early and Later Bilingual Children. *Cognitive Development*, 28(3), 233–246. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2013.01.011>

Kintsch, W. (1988). The role of knowledge in discourse comprehension: A construction-integration model. *Psychological Review*, 95(2), 163–182. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.95.2.163>

Klepousniotou, E., & Baum, S. R. (2007). Disambiguating the ambiguity advantage effect in word recognition: An advantage for polysemous but not homonymous words. *Journal of Neurolinguistics*, 20(1), 1–24. <https://doi.org/10.1016/j.jneuroling.2006.02.001>

Klimesch, W. (1999). EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: A review and analysis. *Brain Research Reviews*, 29(2–3), 169–195. [https://doi.org/10.1016/S0165-0173\(98\)00056-3](https://doi.org/10.1016/S0165-0173(98)00056-3)

Kramer, S. E., Lorens, A., Coninx, F., Zekveld, A. A., Piotrowska, A., & Skarzynski, H. (2013). Processing load during listening: The influence of task characteristics on the pupil response. *Language and Cognitive Processes*, 28(4), 426–442. <https://doi.org/10.1080/01690965.2011.642267>

Kret, M. E., Roelofs, K., Stekelenburg, J., & de Gelder, B. (2013). Emotional signals from faces, bodies and scenes influence observers' face expressions, fixations and pupil-size. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00810>

Kuchinke, L., Võ, M. L.-H., Hofmann, M., & Jacobs, A. M. (2007). Pupillary responses during lexical decisions vary with word frequency but not emotional valence. *International Journal of Psychophysiology*, 65(2), 132–140. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2007.04.004>

Kuchinsky, S. E., Ahlstrom, J. B., Vaden, K. I., Cute, S. L., Humes, L. E., Dubno, J. R., & Eckert, M. A. (2013). Pupil size varies with word listening and response selection difficulty in older adults with hearing loss. *Psychophysiology*, 50(1), 23–34. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2012.01477.x>

Kuperberg, G. R., & Jaeger, T. F. (2016). What do we mean by prediction in language comprehension? *Language, Cognition and Neuroscience*, 31(1), 32–59. <https://doi.org/10.1080/23273798.2015.1102299>

Kutas, M., & Hillyard, S. A. (1980). Event-related brain potentials to semantically inappropriate and surprisingly large words. *Biological Psychology*, 11(2), 99–116. [https://doi.org/10.1016/0301-0511\(80\)90046-0](https://doi.org/10.1016/0301-0511(80)90046-0)

Kuznetsova, A., Brockhoff, P. B., & Christensen, R. H. (2017). lmerTest package: Tests in linear mixed effects models. *Journal of Statistical Software*, 82, 1–26.

Laeng, B., Sirois, S., & Gredebäck, G. (2012). Pupillometry: A Window to the Preconscious? *Perspectives on Psychological Science*, 7(1), 18–27. <https://doi.org/10.1177/1745691611427305>

Landauer, T. K., & Dumais, S. T. (1997). A solution to Plato's problem: The latent semantic analysis theory of acquisition, induction, and representation of knowledge. *Psychological Review*, 104(2), 211–240. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.104.2.211>

Lau, E. F., Phillips, C., & Poeppel, D. (2008). A cortical network for semantics: (De)constructing the N400. *Nature Reviews Neuroscience*, 9(12), 920–933. <https://doi.org/10.1038/nrn2532>

Laurino, J., De Deyne, S., Cabana, Á., & Kaczer, L. (2023). The Pandemic in Words: Tracking Fast Semantic Changes via a Large-Scale Word Association Task. *Open Mind*, 7, 221–239. https://doi.org/10.1162/opmi_a_00081

Laurino, J., Forcato, C., Coaker, N., Pedreira, M. E., & Kaczer, L. (2022). Learning new words: Memory reactivation as a mechanism for strengthening and updating a novel word's meaning. *Memory & Cognition*, 50(4), 655–671. <https://doi.org/10.3758/s13421-021-01247-1>

Lecker, M., & Aviezer, H. (2021). More than Words? Semantic Emotion Labels Boost Context Effects on Faces. *Affective Science*, 2(2), 163–170. <https://doi.org/10.1007/s42761-021-00043-z>

Lenth, R. V. (2024). *emmeans: Estimated Marginal Means, aka Least-Squares Means* (Version R package version 1.10.1) [Computer software]. <https://CRAN.R-project.org/package=emmeans>

Levelt, W. J. M. (1989). *Speaking: From intention to articulation* (pp. xiv, 566). The MIT Press.

Lin, C.-J. C., & Ahrens, K. (2010). Ambiguity Advantage Revisited: Two Meanings are Better than One When Accessing Chinese Nouns. *Journal of Psycholinguistic Research*, 39(1), 1–19. <https://doi.org/10.1007/s10936-009-9120-8>

Locker, L., Simpson, G. B., & Yates, M. (2003). Semantic neighborhood effects on the recognition of ambiguous words. *Memory & Cognition*, 31(4), 505–515. <https://doi.org/10.3758/BF03196092>

López Cortés, N., & Horno Chéliz, C. (2021). *La naturaleza de la ambigüedad léxica: Un estudio sobre los sustantivos en español*. Universidad de Zaragoza, Prensas de la Universidad.

Luck, S. J. (2014). *An Introduction to the Event-Related Potential Technique, second edition*. MIT Press.

Luke, S. G., & Christianson, K. (2016). Limits on lexical prediction during reading. *Cognitive Psychology*, 88, 22–60. <https://doi.org/10.1016/j.cogpsych.2016.06.002>

Lyons, J. (1981). *Language and Linguistics*. Cambridge University Press.

Manoiloff, L., Artstein, M., Canavoso, M. B., Fernández, L., & Segui, J. (2010). Expanded norms for 400 experimental pictures in an Argentinean Spanish-speaking population. *Behavior Research Methods*, 42(2), 452–460. <https://doi.org/10.3758/BRM.42.2.452>

Martin, C. D., Dering, B., Thomas, E. M., & Thierry, G. (2009). Brain potentials reveal semantic priming in both the ‘active’ and the ‘non-attended’ language of early bilinguals. *NeuroImage*, 47(1), 326–333. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2009.04.025>

Mathôt, S. (2018). Pupillometry: Psychology, physiology, and function. *Journal of Cognition*, 1(1), 16.

Mathôt, S. (2024). *DataMatrix* (Version 1.0.13) [Computer software]. <https://pydatamatrix.eu/>

Mathôt, S., Grainger, J., & Strijkers, K. (2017). Pupillary Responses to Words That Convey a Sense of Brightness or Darkness. *Psychological Science*, 28(8), 1116–1124. <https://doi.org/10.1177/0956797617702699>

Mathôt, S., & Vilotijević, A. (2022). Methods in cognitive pupillometry: Design, preprocessing, and statistical analysis. *Behavior Research Methods*. <https://doi.org/10.3758/s13428-022-01957-7>

Mattys, S. L., Davis, M. H., Bradlow, A. R., & Scott, S. K. (2012). Speech recognition in adverse conditions: A review. *Language and Cognitive Processes*, 27(7–8), 953–978. <https://doi.org/10.1080/01690965.2012.705006>

McLaughlin, D. J., Colvett, J. S., Bugg, J. M., & Van Engen, K. J. (2024). Sequence effects and speech processing: Cognitive load for speaker-switching within and across accents. *Psychonomic Bulletin & Review*, 31(1), 176–186. <https://doi.org/10.3758/s13423-023-02322-1>

McLaughlin, D. J., Zink, M. E., Gaunt, L., Brent Spehar, null, Van Engen, K. J., Sommers, M. S., & Peelle, J. E. (2022). Pupillometry reveals cognitive demands of lexical competition during spoken word recognition in young and older adults. *Psychonomic Bulletin & Review*, 29(1), 268–280. <https://doi.org/10.3758/s13423-021-01991-0>

McLaughlin, D. J., Zink, M. E., Gaunt, L., Reilly, J., Sommers, M. S., Van Engen, K. J., & Peelle, J. E. (2023). Give me a break! Unavoidable fatigue effects in cognitive pupillometry. *Psychophysiology*, 60(7), e14256. <https://doi.org/10.1111/psyp.14256>

McMahon, C. M., Boisvert, I., de Lissa, P., Granger, L., Ibrahim, R., Lo, C. Y., Miles, K., & Graham, P. L. (2016). Monitoring Alpha Oscillations and Pupil Dilation across a Performance-Intensity Function. *Frontiers in Psychology*, 7. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00745>

McNamara, T. P. (2005). *Semantic Priming: Perspectives from Memory and Word Recognition*. Psychology Press. <https://doi.org/10.4324/9780203338001>

Mikolov, T., Grave, E., Bojanowski, P., Puhersch, C., & Joulin, A. (2017). *Advances in Pre-Training Distributed Word Representations* (arXiv:1712.09405). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1712.09405>

Miles, K., McMahon, C., Boisvert, I., Ibrahim, R., de Lissa, P., Graham, P., & Lyxell, B. (2017). Objective Assessment of Listening Effort: Coregistration of Pupillometry and EEG. *Trends in Hearing*, 21, 2331216517706396. <https://doi.org/10.1177/2331216517706396>

Millis, M. L., & Bution, S. B. (1989). The effect of polysemy on lexical decision time: Now you see it, now you don't. *Memory & Cognition*, 17(2), 141–147. <https://doi.org/10.3758/BF03197064>

Mirman, D. (2014). *Growth Curve Analysis and Visualization Using R*. Chapman and Hall / CRC.

Monzó, A. E. (1991). Estudio normativo sobre ambigüedad en castellano. *Cognitiva*, 3(2), 237–246.

Murphy, P. R., O'Connell, R. G., O'Sullivan, M., Robertson, I. H., & Balsters, J. H. (2014). Pupil diameter covaries with BOLD activity in human locus coeruleus. *Human Brain Mapping*, 35(8), 4140–4154. <https://doi.org/10.1002/hbm.22466>

Neely, J. H., Keefe, D. E., & Ross, K. L. (1989). Semantic priming in the lexical decision task: Roles of prospective prime-generated expectancies and retrospective semantic matching. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 15(6), 1003–1019. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.15.6.1003>

Nelson, D. L., McEvoy, C. L., Walling, J. R., & Wheeler, J. W. (1980). The University of South Florida homograph norms. *Behavior Research Methods & Instrumentation*, 12(1), 16–37. <https://doi.org/10.3758/BF03208320>

Newman, M. (2018). *Networks*. Oxford university press. <https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=YdZjDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP>

1&dq=newman+network&ots=V0K-
3Il4sw&sig=Kpv7lbzS8kHrtJZNbsNJMID5XiM

Pacht, J. M., & Rayner, K. (1993). The processing of homophonic homographs during reading: Evidence from eye movement studies. *Journal of Psycholinguistic Research*, 22(2), 251–271. <https://doi.org/10.1007/BF01067833>

Peelle, J. E. (2018). Listening Effort: How the Cognitive Consequences of Acoustic Challenge Are Reflected in Brain and Behavior. *Ear and Hearing*, 39(2), 204. <https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000000494>

Peelle, J. E., & Van Engen, K. J. (2021). Time Stand Still: Effects of Temporal Window Selection on Eye Tracking Analysis. *Collabra: Psychology*, 7(1), 25961. <https://doi.org/10.1525/collabra.25961>

Peirce, J., Gray, J. R., Simpson, S., MacAskill, M., Höchenberger, R., Sogo, H., Kastman, E., & Lindeløv, J. K. (2019). PsychoPy2: Experiments in behavior made easy. *Behavior Research Methods*, 51(1), 195–203. <https://doi.org/10.3758/s13428-018-01193-y>

Pexman, P. M., Hino, Y., & Lupker, S. J. (2004). Semantic Ambiguity and the Process of Generating Meaning From Print. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 30(6), 1252–1270. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.30.6.1252>

Piantadosi, S. T., Tily, H., & Gibson, E. (2012). The communicative function of ambiguity in language. *Cognition*, 122(3), 280–291. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2011.10.004>

Pichora-Fuller, M. K., Kramer, S. E., Eckert, M. A., Edwards, B., Hornsby, B. W. Y., Humes, L. E., Lemke, U., Lunner, T., Matthen, M., Mackersie, C. L., Naylor, G., Phillips, N. A., Richter, M., Rudner, M., Sommers, M. S., Tremblay, K. L., & Wingfield, A. (2016). Hearing Impairment and Cognitive Energy: The Framework for Understanding Effortful Listening (FUEL). *Ear and Hearing*, 37, 5S. <https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000000312>

Piercey, C. D., & Joordens, S. (2000). Turning an advantage into a disadvantage: Ambiguity effects in lexical decision versus reading tasks. *Memory & Cognition*, 28(4), 657–666. <https://doi.org/10.3758/BF03201255>

Pluchino, P., Gamberini, L., Barral, O., & Minelle, F. (2014). How Semantic Processing of Words Evokes Changes in Pupil. In G. Jacucci, L. Gamberini, J. Freeman, & A. Spagnolli (Eds.), *Symbiotic Interaction* (Vol. 8820, pp. 99–112). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-13500-7_8

Pollock, L. (2018). Statistical and methodological problems with concreteness and other semantic variables: A list memory experiment case study. *Behavior Research Methods*, 50(3), 1198–1216. <https://doi.org/10.3758/s13428-017-0938-y>

Poort, E. D., & Rodd, J. M. (2019). Towards a distributed connectionist account of cognates and interlingual homographs: Evidence from semantic relatedness tasks. *PeerJ*, 7, e6725. <https://doi.org/10.7717/peerj.6725>

Poort, E. D., Warren, J. E., & Rodd, J. M. (2016). Recent experience with cognates and interlingual homographs in one language affects subsequent processing in another language. *Bilingualism: Language and Cognition*, 19(1), 206–212. <https://doi.org/10.1017/S1366728915000395>

Prior, A., & Gollan, T. H. (2011). Good Language-Switchers are Good Task-Switchers: Evidence from Spanish–English and Mandarin–English Bilinguals. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 17(4), 682–691. <https://doi.org/10.1017/S1355617711000580>

{R Core Team}. (2024). *R: A Language and Environment for Statistical Computing* (Version R version 4.4.0) [Computer software]. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>

Rayner, K., Ashby, J., Pollatsek, A., & Reichle, E. D. (2004). The Effects of Frequency and Predictability on Eye Fixations in Reading: Implications for the E-Z Reader Model. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 30(4), 720–732. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.30.4.720>

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., Pacht, J. M., & Duffy, S. A. (1994). Effects of Prior Encounter and Global Discourse Bias on the Processing of Lexically Ambiguous Words: Evidence From Eye Fixations. *Journal of Memory and Language*, 33(4), 527–544. <https://doi.org/10.1006/jmla.1994.1025>

Real Academia Española. (2014). *Diccionario de la lengua española* (23a ed.). <https://dle.rae.es/>

Rodd, J. M. (2020). Settling Into Semantic Space: An Ambiguity-Focused Account of Word-Meaning Access. *Perspectives on Psychological Science*, 15(2), 411–427. <https://doi.org/10.1177/1745691619885860>

Rodd, J. M. (2024). Moving experimental psychology online: How to obtain high quality data when we can't see our participants. *Journal of Memory and Language*, 134, 104472. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2023.104472>

Rodd, J. M., Cai, Z. G., Betts, H. N., Hanby, B., Hutchinson, C., & Adler, A. (2016). The impact of recent and long-term experience on access to word meanings: Evidence from large-scale internet-based experiments. *Journal of Memory and Language*, 87, 16–37. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2015.10.006>

Rodd, J. M., Gaskell, G., & Marslen-Wilson, W. (2002). Making Sense of Semantic Ambiguity: Semantic Competition in Lexical Access. *Journal of Memory and Language*, 46(2), 245–266. <https://doi.org/10.1006/jmla.2001.2810>

Rodd, J. M., Lopez Cutrin, B., Kirsch, H., Millar, A., & Davis, M. H. (2013). Long-term priming of the meanings of ambiguous words. *Journal of Memory and Language*, 68(2), 180–198. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2012.08.002>

Rojas, C., Vega-Rodríguez, Y. E., Lagos, G., Cabrera-Miguíeles, M. G., Sandoval, Y., & Crisosto-Alarcón, J. (2024). Applicability and usefulness of pupillometry in the study of lexical access. A scoping review of primary research. *Frontiers in Psychology*, 15, 1372912. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1372912>

Ryals, A. J., Kelly, M. E., & Cleary, A. M. (2021). Increased pupil dilation during tip-of-the-tongue states. *Consciousness and Cognition*, 92, 103152. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2021.103152>

Ryskin, R., & Fang, X. (2021). The many timescales of context in language processing. In *Psychology of learning and motivation* (Vol. 75, pp. 201–243). Elsevier. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0079742121000244>

Sara, S. J. (2009). The locus coeruleus and noradrenergic modulation of cognition. *Nature Reviews Neuroscience*, 10(3), 211–223. <https://doi.org/10.1038/nrn2573>

Sarli, L., & Justel, N. (2022). Emotional words in Spanish: Adaptation and cross-cultural differences for the affective norms for English words (ANEW) on a sample of Argentinian adults. *Behavior Research Methods*, 54(4), 1595–1610. <https://doi.org/10.3758/s13428-021-01682-7>

Schmidtke, J. (2014). Second language experience modulates word retrieval effort in bilinguals: Evidence from pupillometry. *Frontiers in Psychology*, 5. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00137>

Schustack, M. W., Ehrlich, S. F., & Rayner, K. (1987). Local and global sources of contextual facilitation in reading. *Journal of Memory and Language*, 26(3), 322–340. [https://doi.org/10.1016/0749-596X\(87\)90117-3](https://doi.org/10.1016/0749-596X(87)90117-3)

Schwanenflugel, P. J., & LaCount, K. L. (1988). Semantic relatedness and the scope of facilitation for upcoming words in sentences. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 14(2), 344–354. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.14.2.344>

Schwanenflugel, P. J., & Shoben, E. J. (1983). Differential context effects in the comprehension of abstract and concrete verbal materials. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 9(1), 82–102. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.9.1.82>

Schwanenflugel, P. J., & Stowe, R. W. (1989). Context Availability and the Processing of Abstract and Concrete Words in Sentences. *Reading Research Quarterly*, 24(1), 114–126. <https://doi.org/10.2307/748013>

Schwanenflugel, P. J., & White, C. R. (1991). The Influence of Paragraph Information on the Processing of Upcoming Words. *Reading Research Quarterly*, 26(2), 160–177. <https://doi.org/10.2307/747980>

Shiron, V., Liu, H., & de Bruin, A. (2021). Being a Student or at Home: Does Topic Influence How Bilinguals Process Words in Each Language? *Languages*, 6(3), Article 3. <https://doi.org/10.3390/languages6030150>

Siew, C. S. Q., Wulff, D. U., Beckage, N. M., & Kenett, Y. N. (2019). Cognitive Network Science: A Review of Research on Cognition through the Lens of Network Representations, Processes, and Dynamics. *Complexity*, 2019(1), 2108423. <https://doi.org/10.1155/2019/2108423>

Simpson, G. B., & Krueger, M. A. (1991). Selective access of homograph meanings in sentence context. *Journal of Memory and Language*, 30(6), 627–643. [https://doi.org/10.1016/0749-596X\(91\)90029-J](https://doi.org/10.1016/0749-596X(91)90029-J)

Singh, N., & Mishra, R. K. (2013). Second language proficiency modulates conflict-monitoring in an oculomotor Stroop task: Evidence from Hindi-English bilinguals. *Frontiers in Psychology*, 4. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00322>

Stafura, J. Z., & Perfetti, C. A. (2014). Word-to-text integration: Message level and lexical level influences in ERPs. *Neuropsychologia*, 64, 41–53. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2014.09.012>

Steinhauer, S. R., Siegle, G. J., Condray, R., & Pless, M. (2004). Sympathetic and parasympathetic innervation of pupillary dilation during sustained processing. *International Journal of Psychophysiology*, 52(1), 77–86. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2003.12.005>

Stoehr, A., Jevtović, M., de Bruin, A., & Martin, C. D. (2024). Phonetic and Lexical Crosslinguistic Influence in Early Spanish–Basque–English Trilinguals. *Language Learning*, 74(2), 332–364. <https://doi.org/10.1111/lang.12598>

Strauch, C., Wang, C.-A., Einhäuser, W., Stigchel, S. V. der, & Naber, M. (2022). Pupillometry as an integrated readout of distinct attentional networks. *Trends in Neurosciences*, 45(8), 635–647. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2022.05.003>

Swinney, D. A. (1979). Lexical access during sentence comprehension: (Re)consideration of context effects. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 18(6), 645–659. [https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(79\)90355-4](https://doi.org/10.1016/S0022-5371(79)90355-4)

Szewczyk, J. M., & Federmeier, K. D. (2022). Context-based facilitation of semantic access follows both logarithmic and linear functions of stimulus probability. *Journal of Memory and Language*, 123, 104311. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2021.104311>

Szewczyk, J. M., & Schriefers, H. (2018). The N400 as an index of lexical preactivation and its implications for prediction in language comprehension. *Language, Cognition and Neuroscience*, 33(6), 665–686. <https://doi.org/10.1080/23273798.2017.1401101>

Tabossi, P. (1988). Accessing lexical ambiguity in different types of sentential contexts. *Journal of Memory and Language*, 27(3), 324–340. [https://doi.org/10.1016/0749-596X\(88\)90058-7](https://doi.org/10.1016/0749-596X(88)90058-7)

Tabossi, P., Colombo, L., & Job, R. (1987). Accessing lexical ambiguity: Effects of context and dominance. *Psychological Research*, 49(2), 161–167. <https://doi.org/10.1007/BF00308682>

Taft, M. (2001). Lexical Access, Cognitive Psychology of. In N. J. Smelser & P. B. Baltes (Eds.), *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences* (pp. 8743–8748). Pergamon. <https://doi.org/10.1016/B0-08-043076-7/01538-2>

Timmer, K., Wodniecka, Z., & Costa, A. (2021). Rapid attentional adaptations due to language (monolingual vs bilingual) context. *Neuropsychologia*, 159, 107946. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2021.107946>

Trott, S., & Bergen, B. (2023). Word meaning is both categorical and continuous. *Psychological Review*. <https://doi.org/10.1037/rev0000420>

Twilley, L. C., Dixon, P., Taylor, D., & Clark, K. (1994). University of Alberta norms of relative meaning frequency for 566 homographs. *Memory & Cognition*, 22(1), 111–126. <https://doi.org/10.3758/BF03202766>

Unsworth, N., & Robison, M. K. (2017). A locus coeruleus-norepinephrine account of individual differences in working memory capacity and attention control. *Psychonomic Bulletin & Review*, 24(4), 1282–1311. <https://doi.org/10.3758/s13423-016-1220-5>

Van Berkum, J. J. A., Brown, C. M., Zwitserlood, P., Kooijman, V., & Hagoort, P. (2005). Anticipating Upcoming Words in Discourse: Evidence From ERPs and Reading Times. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 31(3), 443–467. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.31.3.443>

Van Steenbergen, H., & Band, G. P. H. (2013). Pupil dilation in the Simon task as a marker of conflict processing. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00215>

Vivas, L., Manoiloff, L., García, A. M., Lizarralde, F., & Vivas, J. (2019). Core Semantic Links or Lexical Associations: Assessing the Nature of Responses in Word Association Tasks. *Journal of Psycholinguistic Research*, 48(1), 243–256. <https://doi.org/10.1007/s10936-018-9601-8>

Vu, H., Kellas, G., Metcalfe, K., & Herman, R. (2000). The influence of global discourse on lexical ambiguity resolution. *Memory & Cognition*, 28(2), 236–252. <https://doi.org/10.3758/BF03213803>

Vujović, M., Ramscar, M., & Wonnacott, E. (2021). Language learning as uncertainty reduction: The role of prediction error in linguistic generalization and item-learning. *Journal of Memory and Language*, 119, 104231. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2021.104231>

Wen, Y., & van Heuven, W. J. B. (2017). Non-cognate translation priming in masked priming lexical decision experiments: A meta-analysis. *Psychonomic Bulletin & Review*, 24(3), 879–886. <https://doi.org/10.3758/s13423-016-1151-1>

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)

Winn, M. B., Edwards, J. R., & Litovsky, R. Y. (2015). The Impact of Auditory Spectral Resolution on Listening Effort Revealed by Pupil Dilation. *Ear and Hearing*, 36(4), e153-165. <https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000000145>

Winn, M. B., Wendt, D., Koelewijn, T., & Kuchinsky, S. E. (2018). Best Practices and Advice for Using Pupillometry to Measure Listening Effort: An Introduction for Those Who Want to Get Started. *Trends in Hearing*, 22, 2331216518800869. <https://doi.org/10.1177/2331216518800869>

Wulff, D. U., Hills, T. T., & Mata, R. (2022). Structural differences in the semantic networks of younger and older adults. *Scientific Reports*, 12(1), 21459. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-11698-4>

Zekveld, A. A., Kramer, S. E., & Festen, J. M. (2010). Pupil response as an indication of effortful listening: The influence of sentence intelligibility. *Ear and Hearing*, 31(4), 480–490. <https://doi.org/10.1097/AUD.0b013e3181d4f251>

Zellin, M., Pannekamp, A., Toepel, U., & van der Meer, E. (2011). In the eye of the listener: Pupil dilation elucidates discourse processing. *International Journal of Psychophysiology*, 81(3), 133–141. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2011.05.009>

Zipf, G. K. (1949). *Human behavior and the principle of least effort: An introd. to human ecology*. <https://ixtheo.de/Record/1080569642>

Zwaan, R. A. (2016). Situation models, mental simulations, and abstract concepts in discourse comprehension. *Psychonomic Bulletin & Review*, 23(4), 1028–1034. <https://doi.org/10.3758/s13423-015-0864-x>

Zwitserlood, P. (1989). The locus of the effects of sentential-semantic context in spoken-word processing. *Cognition*, 32(1), 25–64. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(89\)90013-9](https://doi.org/10.1016/0010-0277(89)90013-9)

Apéndice A: estímulos

La lista completa de estímulos para cada experimento, así como detalles adicionales, se encuentran en el siguiente repositorio de OSF: https://osf.io/mk5zu/?view_only=2798ca4a65724863a06005ecbf4c0d94.

Lista de palabras utilizadas en los experimentos del Capítulo 1 y 2.

Palabra ambigua	Categoría	Frecuencia relativa del significado de interés
raya	Animales	0,17
llama	Animales	0,22
salamandra	Animales	0,31
flamenco	Animales	0,49
muñeca	Partes del cuerpo	0,15
anular	Partes del cuerpo	0,26
tibia	Partes del cuerpo	0,34
palma	Partes del cuerpo	0,67
capital	Economía	0,20
peso	Economía	0,33
banco	Economía	0,58
tarjeta	Economía	0,61
granada	Frutas	0,44
lima	Frutas	0,47
mango	Frutas	0,56
naranja	Frutas	0,66
copa	Fútbol	0,18
amarilla	Fútbol	0,19
arco	Fútbol	0,33
penal	Fútbol	0,48
pico	Geografía	0,10
quebrada	Geografía	0,30

cabo	Geografía	0,35
sierra	Geografía	0,61
sanitario	Medicina	0,17
coma	Medicina	0,25
cólera	Medicina	0,34
paciente	Medicina	0,61
media	Indumentaria	0,43
buzo	Indumentaria	0,51
sostén	Indumentaria	0,55
taco	Indumentaria	0,58
pluma	Librería	0,22
hoja	Librería	0,51
regla (ruler)	Librería	0,58
goma	Librería	0,63
raíz	Matemática	0,13
cuarto	Matemática	0,16
medio	Matemática	0,17
cuenta	Matemática	0,38
bajo	Música	0,18
nota	Música	0,27
órgano	Música	0,28
batería	Música	0,30
izquierda	Política	0,19
partido	Política	0,20
campaña	Política	0,36
estado	Política	0,49
papa	Religión	0,23
pastor	Religión	0,39
oración	Religión	0,43
cura	Religión	0,50
reparto	Teatro	0,14

función	Teatro	0,20
obra	Teatro	0,24
público	Teatro	0,48
plataforma	Tecnología	0,20
viral	Tecnología	0,35
red	Tecnología	0,36
aplicación	Tecnología	0,38
expreso	Transporte	0,15
móvil	Transporte	0,16
metro	Transporte	0,27
estación	Transporte	0,69

Palabra no ambigua	Categoría
elefante	Animales
ardilla	Animales
oreja	Partes del cuerpo
cadera	Partes del cuerpo
finanzas	Economía
moneda	Economía
limón	Frutas
frutilla	Frutas
cancha	Fútbol
torneo	Fútbol
montaña	Geografía
país	Geografía
enfermo	Medicina
médica	Medicina
remera	Indumentaria
polera	Indumentaria
tijera	Librería
sacapuntas	Librería

álgebra	Matemática
decimal	Matemática
trompeta	Música
guitarra	Música
presidente	Política
ministro	Política
monja	Religión
biblia	Religión
artista	Teatro
actriz	Teatro
teléfono	Tecnología
enchufe	Tecnología
tranvía	Transporte
camión	Transporte

Lista de textos utilizados como contextos globales en los experimentos del Capítulo 1 y 2.

Texto	Categoría
La zoología define a una especie como un grupo de organismos que puede reproducirse y producir descendencia fértil. Se estima que se conoce sólo el 14% de las especies existentes.	Animales
Los camellos desarrollaron una serie de adaptaciones para habitar zonas áridas. Pueden ingerir 180 litros de agua de una sola vez y desplazarse sin volver a tomar agua durante más de 10 días.	Animales
La frecuencia cardíaca de un colibrí puede alcanzar hasta 1.260 latidos/min. Durante el vuelo, el consumo de oxígeno es aproximadamente 10 veces mayor que el medido en atletas humanos de élite.	Animales
Los calamares gigantes son animales marinos de inmersión profunda que alcanzan dimensiones extraordinarias. Uno de los mayores especímenes fue una hembra de 18 metros de largo encontrada en una playa de Nueva Zelanda	Animales
El descubrimiento de la anatomía humana está íntimamente ligado a la anatomía artística. Los científicos-artistas del Renacimiento, tales como Leonardo da Vinci, diseccionaban cadáveres para efectuar representaciones figurativas del cuerpo humano.	Partes del cuerpo
El pelo de la cabeza mantiene el calor corporal y proporciona protección contra golpes. Las pestañas protegen los ojos disminuyendo la cantidad de luz y polvo; y las cejas disminuyendo el sudor de la frente.	Partes del cuerpo
El esqueleto humano adulto consta de 206 huesos. Representa alrededor del 12% del peso total del cuerpo humano, por lo tanto, el esqueleto de una persona de 75 kilogramos pesa 9 kilogramos.	Partes del cuerpo
Las uñas están formadas principalmente por células muertas endurecidas. Las uñas de las manos tardan alrededor de 7 meses en volver a crecer completamente, mientras que las de los pies de 12 a 18 meses.	Partes del cuerpo

La microeconomía estudia el comportamiento económico de agentes individuales, como son los consumidores, las empresas, los trabajadores y los inversores. Considera las decisiones que toma cada uno para cumplir ciertos objetivos propios.	Economía
La macroeconomía se encarga de estudiar indicadores globales de la economía. Analiza variables como el Producto Bruto Interno (PBI), el nivel de empleo y el comportamiento general de los precios.	Economía
El Producto Bruto Interno verde es un indicador de crecimiento económico que incluye las consecuencias medioambientales del crecimiento económico. Se calcula restándole el valor de los recursos naturales deteriorados al Producto Bruto Interno convencional.	Economía
El sector secundario en economía se encarga de transformar la materia prima en productos de consumo o de uso. Este sector comprende la artesanía, la industria, la construcción y la obtención de energía.	Economía
Hay que separar las frutas maduras de las que no lo están, ya que pueden hacer madurar al resto. La fruta madura debe mantenerse en condiciones de poca luz, bajas temperaturas y alta humedad.	Frutas
Las frutas se localizan en el segundo piso de la pirámide de alimentos. Se recomienda la ingesta de 4 piezas de fruta en niños y 2 piezas en el adulto al día.	Frutas
Se denomina fruto seco a las frutas que por su composición natural (sin manipulación humana) tienen menos de un 50 % de agua. Son alimentos muy energéticos, ricos en grasas y en proteínas.	Frutas
La India lidera la producción mundial de fruta fresca registrando un volumen de producción de 10,5 millones de toneladas. Brasil, por otro lado, lidera la producción en América Latina con unas 40 millones de toneladas.	Frutas
El fútbol es uno de los deportes con mayor número de lesiones, aunque la mayoría no son graves. Las más comunes son de rodillas y tobillos, dados los movimientos rotativos a los que son sometidos.	Fútbol
La forma más antigua del actual fútbol es el episkyros de la Antigua	Fútbol

Grecia. Se jugaba con una pelota de cuero pintada con colores brillantes y dos equipos de 12 a 14 jugadores.	
En 1930 Uruguay fue electa como sede del primer Campeonato Mundial de Fútbol. Los países europeos mostraron rechazo argumentando que no podían costear el largo viaje y, finalmente, solo 4 de ellos acudieron.	Fútbol
Durante un partido de fútbol profesional de 90 minutos, un jugador, dependiendo de su posición y de las dimensiones del campo, recorre entre 12 y 15 km y pierde alrededor de 2 kg de líquidos.	Fútbol
La proyección más conocida para representar a la Tierra plana es criticada como eurocéntrica porque otorga gran espacio a zonas cercanas a los polos, haciendo que Europa parezca mucho más grande de lo que es.	Geografía
La caliza es una roca que se forma en mares cálidos y poco profundos. Se origina, en parte, por la acumulación de restos de esqueleto mineral de organismos acuáticos muertos.	Geografía
Un humedal es una zona de tierra que se inunda permanente o intermitentemente. Al cubrirse de agua, el suelo queda desprovisto de oxígeno y se genera un ecosistema híbrido entre los acuáticos y los terrestres.	Geografía
El Himalaya nace por la colisión de las placas tectónicas India y Euroasia. Actualmente, la placa de la India se mueve unos 5 cm por año, causando que los Himalayas sigan creciendo.	Geografía
La hemiplejía es un trastorno en donde la mitad lateral del cuerpo está paralizada. Puede ser el resultado de un accidente cerebrovascular (ACV) o de enfermedades que afecten la espina dorsal o los hemisferios cerebrales.	Medicina
Durante el período prepatogénico de una enfermedad el ser vivo no presenta síntomas ni cambios en su organismo. En el período patogénico subclínico no se perciben síntomas pero sí existen cambios en el organismo.	Medicina
Las enfermedades se especifican con la parte del cuerpo afectada y	Medicina

un sufijo por su origen. Por ejemplo <i>-itis</i> indica una inflamación (tendinitis), <i>-osis</i> un proceso degenerativo (artrosis) y <i>-oma</i> un tumor (osteoma).	
La lumbalgia es el dolor localizado en la parte baja de la espalda. Se estima que un 80% de las personas lo presentará al menos una vez en la vida.	Medicina
El kimono es una prenda tradicional japonesa que suele utilizarse con un <i>obi</i> (o faja). Se usa envolviendo el lado izquierdo sobre el derecho, a menos que se vista a un fallecido.	Indumentaria
Algunas de las reglas establecidas para que una colección sea considerada de Alta Costura son tener un taller en París con al menos 15 empleados y presentar 50 diseños originales dos veces cada año.	Indumentaria
Después de que James Dean los popularizara en la película Rebelde Sin Causa (1955), usar jeans se convirtió en un símbolo de rebeldía juvenil. Por esto, a veces estaban prohibidos en teatros, restaurantes y escuelas.	Indumentaria
Las cáligas eran sandalias de cuero usadas por los soldados romanos. Las suelas tenían clavos de hierro para reforzarlas, mejorar la tracción del pie y permitir al soldado infligir daño pateando con ellas.	Indumentaria
Muchos lápices se clasifican con un sistema que usa una graduación de H para la dureza (del inglés <i>hard</i>) y de B para la oscuridad (del inglés <i>black</i>). El lápiz estándar para escritura es HB.	Librería
Los borrratintas tienen sustancias que perturban los pigmentos de las tintas, haciendo que pierdan su color. Dado que la tinta no es destruida, el procedimiento de reaparición del color es posible, por ejemplo, aplicando calor.	Librería
La abrochadora M-5 es una abrochadora producida desde 1935 considerada un clásico del diseño español. Hoy en día existe una versión de lujo, acabada con un baño de oro de 23,4 quilates.	Librería
Faber-Castell es una de las empresas alemanas más antiguas, fundada en 1761. Inició como un taller de carpintería fundado por	Librería

Kaspar Faber y posteriormente convirtió al lápiz en el primer útil con marca del mundo.	
Un fractal es un objeto geométrico cuya estructura básica, fragmentada o aparentemente irregular, se repite a diferentes escalas. Las nubes, las montañas y los copos de nieve son ejemplos naturales de este tipo de objeto.	Matemática
El sistema sexagesimal emplea como base el número 60 y actualmente se usa para medir tiempos. El 60 tiene la ventaja de tener muchos divisores, siendo el número más pequeño divisible por 1,2,3,4,5 y 6.	Matemática
El sistema binario representa a los números utilizando únicamente ceros y unos. Las computadoras lo utilizan debido a que trabajan internamente con dos niveles de voltaje, es decir, su sistema de numeración natural es binario.	Matemática
El teorema de Pitágoras es de los más demostrados. Esto es porque en la época medieval se exigía una nueva demostración del teorema para conseguir el título de "Magíster matheseos" (maestro de matemáticas).	Matemática
El oído absoluto es la habilidad de nombrar la tonalidad de una determinada pieza musical sin la ayuda de una referencia. Se calcula que hay una persona con oído absoluto por cada 10 000.	Música
En Estados Unidos, la canción " <i>Happy Birthday To You</i> " ("Feliz cumpleaños a ti") estaba registrada por Warner y había que pagar derechos si se interpretaba publicamente. Actualmente, la canción es de dominio público.	Música
Un electroencefalógrafo es un instrumento experimental que crea música a partir de ondas cerebrales. Registra la actividad cerebral con electrodos colocados en el cuero cabelludo y la trasmite a un teclado mediante una computadora.	Música
La armónica es el instrumento más vendido de la historia y el primer instrumento en ser tocado en el espacio. Sus partes básicas son el peine, los juegos de lengüetas y las chapas protectoras.	Música

Los parlamentos bicamerales poseen una cámara baja integrada por representantes del pueblo (Cámara de Diputados), y una cámara alta con representación de entidades territoriales subnacionales (Senadores). Los parlamentos unicamerales sólo poseen la cámara baja.	Política
Una de las precursoras del voto femenino en Argentina fue Julieta Lanteri, quién solicitó a un juez nacional que se le otorgaran sus derechos como ciudadana y en 1911 fue la primera Iberoamericana en votar.	Política
La mayoría de los países establece la edad mínima para votar en 18 años. Algunos países como Chipre, Cuba, Austria y Argentina alcanzan el derecho a voto a una edad más temprana, 16 años.	Política
El sufragio activo es el derecho de una persona a ejercer su voto; mientras que el sufragio pasivo es el derecho de los ciudadanos a presentarse como candidatos en los procesos electorales.	Política
Según algunas estimaciones existen alrededor de 4200 religiones vivas en el mundo e innumerables extintas. Una encuesta mundial de 2020 reporta que el 84% de la población mundial se considera a sí mismo como «religioso».	Religión
Los cuatro grandes grupos religiosos que representan el 71% de la población mundial son el cristianismo, el islam, el budismo, y el hinduismo, siendo el cristianismo la que presenta el mayor porcentaje.	Religión
Las religiones no teístas, como el budismo, no reconocen la existencia de dioses absolutos. En ocasiones, estas deidades son vistas como recursos metafóricos utilizados para referirse a fenómenos naturales o a estados de la mente.	Religión
Se estima que hasta el momento se hicieron alrededor de 5 000 millones de copias de la Biblia en todas sus variedades, lo que la convierte en el libro más vendido de la historia.	Religión
En los teatros romanos el graderío se dividía en: <i>ima</i> , donde se sentaban los senadores y la clase dirigente; <i>media</i> , donde se sentaba la audiencia general (hombres); y <i>summa</i> , donde se encontraban	Teatro

mujeres y esclavos.	
El Fantasma de la Ópera es actualmente el espectáculo más realizado en la historia de Broadway y celebró su presentación número 10 000 en 2012. Lo siguen Chicago y El Rey León.	Teatro
"Rompete una pierna" es un modismo típico del inglés que se usa en el contexto del teatro u otras artes escénicas para desearle buena suerte a un intérprete. Su origen es incierto.	Teatro
En teatro, se denomina "la cuarta pared" a la pared imaginaria que divide a los personajes de la audiencia. Se dice que esta pared se "rompe" cuando hay interacción entre los actores y la audiencia.	Teatro
El primer dispositivo que podría considerarse un <i>smartphone</i> lo comercializó BellSouth en 1994 con el nombre de "Simon Personal Communicator". Además de hacer y recibir llamadas celulares, podía enviar y recibir faxes y correos electrónicos.	Tecnología
La empresa de seguridad de Internet SplashData elabora anualmente una lista de las 25 contraseñas más comunes del año. En 2019, las tres contraseñas más comunes fueron '123456', '123456789' y "qwerty".	Tecnología
La primera webcam de la historia fue creada en la Universidad de Cambridge para saber si el café de una máquina que se encontraba en otro piso ya estaba listo.	Tecnología
En 2018, la empresa Cambridge Analytica fue acusada de utilizar políticamente información de millones de usuarios de Facebook. Una investigación posterior concluyó que, tras este caso, uno de cada cuatro estadounidenses eliminó Facebook.	Tecnología
La primera locomotora se construyó en 1804 e inicialmente fue utilizada en las minas carboníferas. En su primera demostración se logró arrastrar una carga de cuarenta toneladas, a una velocidad de 6 km/h.	Transporte
El primer ejemplo exitoso de un sistema ferroviario de alta velocidad fue el Shinkansen de Japón, conocido coloquialmente como el "tren bala", que comenzó a funcionar en 1964 y alcanzaba una velocidad de 240 km/h.	Transporte

Un auto eléctrico utiliza energía eléctrica almacenada normalmente en sistemas recargables, los cuales se recargan en puntos llamados «electrolineras». China tiene la mayor flota en uso: el 47% de los autos eléctricos se encuentran ahí. Transporte

El Eurotúnel es un túnel ferroviario abierto en 1994 que cruza el canal de la Mancha, uniendo Francia con Reino Unido. Tiene 39 km Transporte submarinos y tarda 2 horas para ir de Londres a París.

Apéndice B: propiedades léxicas

Propiedades léxicas de las palabras de los experimentos 1A, 1B, 1C y 2A.

	Frecuencia	Frecuencia relativa ¹	Nº letras
Palabras ambiguas (n = 64)			
Promedio	91,7	0,35	5,81
Desvío estándar (DE)	139,24	0,17	1,74
Rango	0,63 – 713	0,10 – 0,69	3 – 10

Propiedades léxicas de las palabras del Experimento 2B.

	Frecuencia	Frecuencia relativa ¹	Nº letras	Frecuencia palabras prueba	Nº letras palabras prueba
Palabras ambiguas (n = 32)					
Promedio	76,51	0,33	5,88	51,52	6,22
DE	94,63	0,16	1,79	76,85	1,54
Rango	0,63 – 457	0,10 – 0,69	4 – 10	0,18 – 320	4 – 10
Palabras no ambiguas (n = 32)					
Promedio	77,82	-	6,78	46,41	6,34
DE	204,45	-	1,34	83,46	1,33
Rango	0,23 – 912	-	4 – 10	1,56 – 438	4 – 10

Propiedades léxicas de las palabras del Experimento 3.

	Frecuencia	Nº letras	Frecuencia palabras prueba	Nº letras palabras prueba
Palabras ambiguas (n = 32)				
Promedio	57,53	5,83	37,79	6,70
DE	65,50	1,67	55,19	2,05
Rango	2,45 – 298,65	3 – 10	0,46 – 320,98	4 – 14
Palabras no ambiguas (n = 32)				
Promedio	58,76	6,98	44,72	6,27
DE	166,68	1,88	69,63	1,48
Rango	0,79 – 912,26	4 – 12	0,48 – 422,72	4 – 9

Nota. La frecuencia de palabras se expresa por millón, según el índice de EsPal - Spanish Lexical Database (Written and Web Tokens [2012-11-06] en español latinoamericano) (Duchon et al., 2013).

¹ Frecuencia relativa del significado de interés según lo estimado durante la selección de estímulos.

Apéndice C: modelos

Los datos y códigos empleados en los análisis se encuentran en el siguiente repositorio de OSF:

https://osf.io/mk5zu/?view_only=2798ca4a65724863a06005ecbf4c0d94.

Modelos utilizados en el Capítulo 1

Consistencia (GLMM, familia binomial, enlace logit)

Exp.	Efectos fijos	β^1	p	Efectos aleatorios ²
1A	Cong. temática	0,68	<,001	Interceptos: pptes., palabras; Pendientes: contexto por palabra
	Cong. temática	0,67	<,001	Interceptos: pptes., palabras;
	Frec. ³	4,36	<,001	Pendientes: contexto por palabra
	Cong. temática $\times$ Frec.	-0,72	,15	y por ppte.
1B	Cong. temática	0,07	,40	Interceptos: pptes., palabras; Pendientes: contexto por ppte.
1C	Cong. temática	0,13	,080	Interceptos: pptes., palabras

Modelos utilizados en el Capítulo 2

Consistencia (GLMM, familia binomial, enlace logit)

Exp.	Efectos fijos	β^1	p	Efectos aleatorios ²
2A	Cong. temática	0,65	<,001	Interceptos: pptes., palabras
	Cong. temática	0,67	<,001	Interceptos: pptes., palabras
	Frec. ³	4,50	<,001	
	Cong. temática $\times$ Frec.	-0,27	,73	

Precisión (GLMM, familia binomial, enlace logit)

Exp.	Efectos fijos	β^1	p	Contraste ⁴	Efectos aleatorios ²
2B	Cong. temática	0,65	<,001	ambiguas:	Interceptos: pptes., palabras
	Tipo	-1,11	,0014	$\beta = 0,82$; $p < ,001$	
	Cong. temática $\times$ Tipo	0,53	,17	no ambiguas: $\beta = 0,30$, $p = ,36$	
	Cong. temática	0,81	<,001	-	Interceptos: pptes., palabras
	Frec. ³	4,91	,002		
	Cong. temática $\times$ Frec.	-1,96	,26		

Log(tiempos de respuesta) (LMM)

Exp.	Efectos fijos	β	p	Contraste ⁴	Efectos aleatorios ²
2B	Cong. temática	-0,03	<,001	ambiguas:	Interceptos:
	Tipo	0,06	<,001	$\beta = -0,03$, $p = ,01$	pptes., palabras;
	Cong. temática $\times$ Tipo	0,00	,89	no ambiguas: $\beta = -0,04$, $p = ,02$	Pendientes:
	Cong. temática	-	-		contexto por palabra
	Frec. ³	-	-	-	Interceptos:
	Cong. temática $\times$ Frec.	0,27	,004		pptes., palabras;
					Pendientes:
					contexto por palabra

Modelos utilizados en el Capítulo 3

Precisión (GLMM, familia binomial, enlace logit)

Efectos fijos	β^1	p	Contraste ⁴	Efectos aleatorios ²
Cong. temática	-	-		
Tipo	-	-	ambiguas:	
Cong. idiomática	0,07	,46	$\beta = 0,38$,	
Cong. temática $\times$ Tipo	0,58	,011	$p < ,01$	Interceptos:
Cong. idiomática $\times$ Tipo	-0,23	,32	no ambiguas:	pptes.
Cong. temática $\times$ Cong. idiomática	0,01	,97	$\beta = -0,21$,	
Cong. temática $\times$ Tipo $\times$ Cong. idiomática	-0,10	,83	$p = ,29$	

Log(tiempos de respuesta) (LMM)

Efectos fijos	β	p	Contraste ⁴	Efectos aleatorios ²
Cong. temática	-	-	ambiguas:	
Tipo	-	-	$\beta = -0,03$, $p = ,011$	Interceptos:
Cong. idiomática	-	-	no ambiguas:	pptes.,
Cong. temática $\times$ Tipo	-0,03	<,01	$\beta = 0,01$, $p = ,62$	palabras;
Cong. idiomática $\times$ Tipo	-0,02	,15		Pendientes:
Cong. temática $\times$ Cong. idiomática	-0,02	,043	L1-L1:	contexto
Cong. temática $\times$ Tipo $\times$ Cong. idiomática	0,01	,81	$\beta = 0,00$, $p = ,96$	por palabra
			L2-L1: $\beta = -0,02$, $p = ,029$	y por ppte.

¹ Las estimaciones β se presentan en la escala logit (no en la escala de respuesta).

² La estructura de efectos aleatorios se determinó comparando modelos con diferentes estructuras aleatorias mediante el Criterio de Información de Akaike y la Prueba de razón de verosimilitud, utilizando un enfoque de mejor camino hacia adelante (Barr et al., 2013).

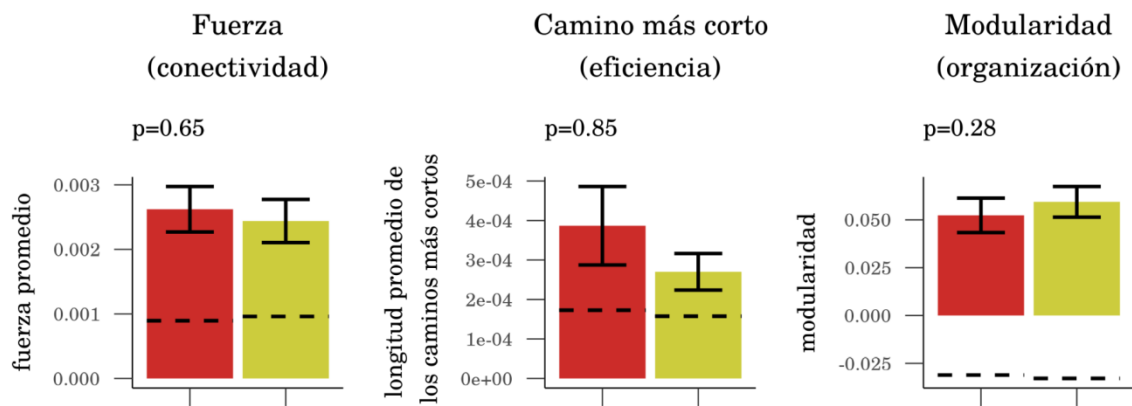
³ Frecuencia relativa del significado de interés según lo estimado durante la selección de estímulos.

⁴ Contrastes simples pareados: congruente - incongruente.

Material suplementario

Capítulo 1

A. SWoW



B. fastText

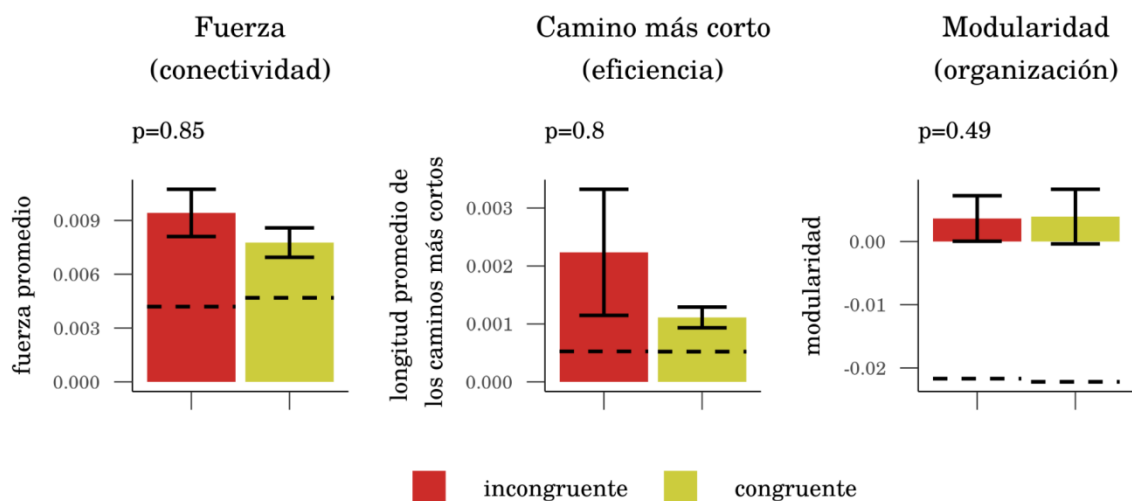
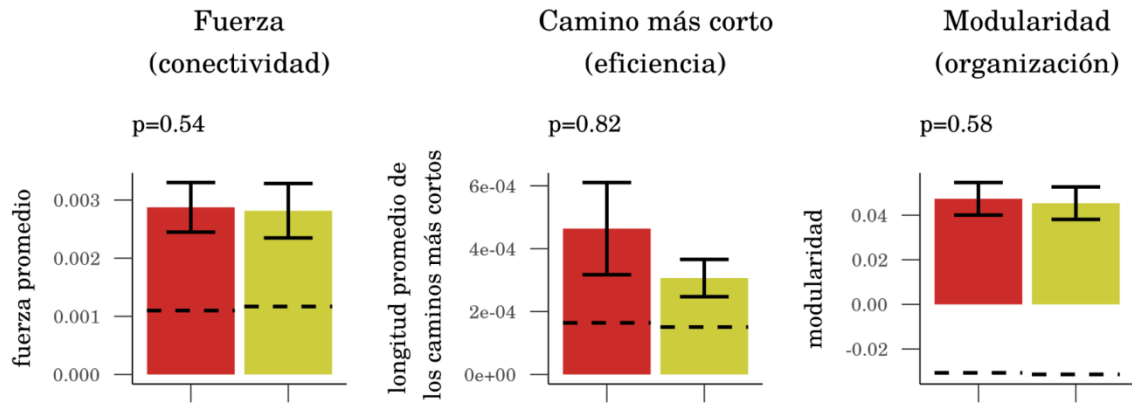


Figura S1. **Experimento 1B: métricas de redes.** Se presentan las métricas de fuerza, camino más corto y modularidad para cada condición (congruente e incongruente), al utilizar SWOW-RP (A) y fastText (B). Cada barra muestra la media de la métrica correspondiente $\pm$ error estándar. La línea punteada indica el valor de la misma métrica calculada para redes aleatorias generadas mediante un proceso de reconfiguración de los enlaces (*rewiring*), en el que los pesos de los bordes fueron permutados aleatoriamente, manteniendo la estructura de conexiones de las redes originales.

A. SWoW



B. fastText

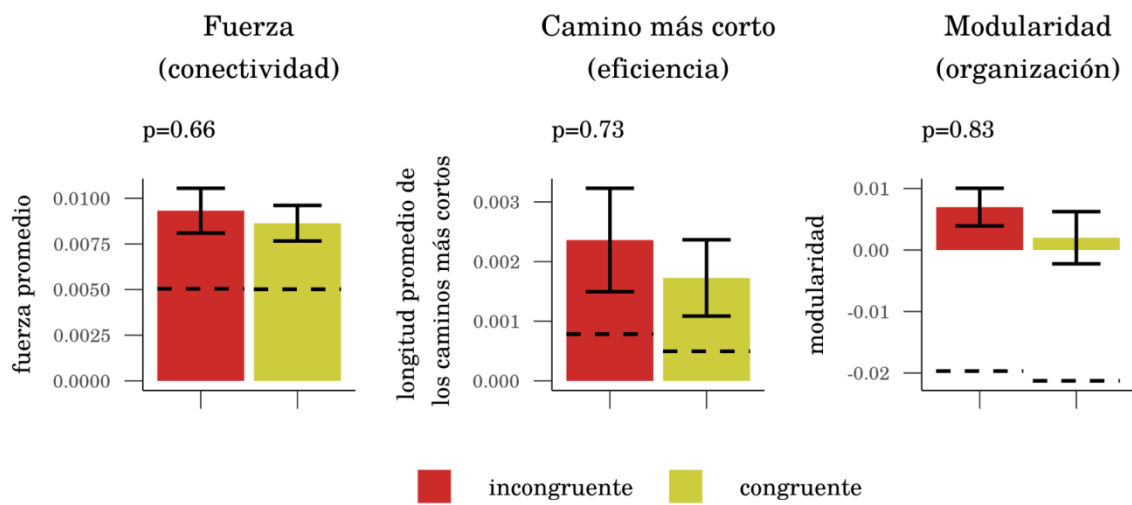


Figura S2. **Experimento 1C: métricas de redes.** Se presentan las métricas de fuerza, camino más corto y modularidad para cada condición (congruente e incongruente), al utilizar SWOW-RP (A) y fastText (B). Cada barra muestra la media de la métrica correspondiente $\pm$ error estándar. La línea punteada indica el valor de la misma métrica calculada para redes aleatorias generadas mediante un proceso de reconfiguración de los enlaces (*rewiring*), en el que los pesos de los bordes fueron permutados aleatoriamente, manteniendo la estructura de conexiones de las redes originales.