Tesis de Doctorado. Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.

El uso de ejemplos ilustrativos durante el aprendizaje de conceptos declarativos.

Verónica D'Angelo.

Cita:

Verónica D'Angelo (2023). *El uso de ejemplos ilustrativos durante el aprendizaje de conceptos declarativos* (Tesis de Doctorado). Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.

Dirección estable: https://www.aacademica.org/veronica.dangelo/11

ARK: https://n2t.net/ark:/13683/pKqq/3NN

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons.
Para ver una copia de esta licencia, visite
https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es.

Acta Académica es un proyecto académico sin fines de lucro enmarcado en la iniciativa de acceso abierto*. Acta Académica fue creado para facilitar a investigadores de todo el mundo el compartir su producción académica. Para crear un perfil gratuitamente o acceder a otros trabajos visite: https://www.aacademica.org*.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA

Facultad de **Psicología**

TESIS DOCTORAL

El uso de ejemplos ilustrativos durante el aprendizaje de conceptos declarativos

Presentada por:

VERÓNICA SOFÍA D'ANGELO

Director:

DR. JUAN MÁXIMO TRENCH

Codirector:

DR. GUILLERMO RODRÍGUEZ

Córdoba, 2023

INDICE GENERAL

Indice general 2

Indice de tablas 5

Indice de figuras 6

Agradecimientos 8

Introducción general 9

PARTE TEÓRICA 15

Capítulo 1. Razonamiento analógico y aprendizaje de conceptos 16

1.1 Introducción 16

1.1.1 Sistemas de memoria 17

1.1.2 Codificación 19

1.1.3 Recuperación 20

1.1.4 Transferencia 22

1.2 Analogía 25

1.3 Recuperación analógica 27

1.3.1 Estudios de recuperación analógica en la resolución de problemas a partir de Gick y Holyoak 29

1.3.2 La explicación computacional de la dificultad de recuperación analógica 34

1.3.3 Intervenciones para promover la recuperación estructural 35

Capítulo 2. La categorización en psicología cognitiva 38

2.1 Visión clásica 38

2.2 Teoría de los prototipos 41

2.3 Teoría de los ejemplares 46

2.4 Categorías relacionales 48

2.3.1 Comparación de ejemplos 52

Capítulo 3: Investigaciones en dos tradiciones de la psicología: Psicología educativa y psicología cognitiva 55

3.1 Caracterización de la psicología cognitiva y la psicología educativa norteamericanas 55

3.2 Importancia de los conceptos abstractos en educación..... 57

3.3 Evolución de los diseños de investigación de aprendizaje de conceptos en la psicología instruccional 61

3.3.1 Los estudios de Hamilton (1985, 1989) sobre el efecto de las preguntas en el aprendizaje de conceptos a partir de la prosa 61

3.3.2 El poder de los ejemplos 63

3.3.3 Los ejemplos como objetivos primarios de aprendizaje 66

3.3.4 Ejemplos provistos vs. ejemplos generados por los participantes 68

3.3.5 Ejemplos proporcionados vs ejemplos desvanecidos .. 71

3.4 Conclusiones..... 73

3.5 El papel de la diversidad temática de los ejemplos..... 73

PARTE EXPERIMENTAL..... 77

Capítulo 4. Experimentos 78

4.1 Introducción: el papel de la diversidad temática 78

4.1.1 Promesas y peligros de usar ejemplos diversos 79

4.2 Experimento 1: Diversidad temática de los ejemplos..... 81

4.2.1 Método 83

4.2.1.1 Participantes y Diseño 83

4.2.1.2 Materiales 84

4.2.1.3 Procedimiento..... 87

4.2.2 Resultados y Discusión 92

4.3 Experimento 2: Réplica y optimización 96

4.3.1 Método 98

4.3.1.1 Participantes y Diseño 98
4.3.1.2 Materiales..... 99
4.3.1.3 Procedimiento 99
4.1.2.2 Resultados y Discusión 99
4.4 Experimento 3: Validez externa 101
4.4.1 Método..... 104
4.4.1.1 Participantes y Diseño 104
4.4.1.2 Procedimiento 104
4.4.2 Resultados y Discusión 105
4.5 Experimento 4: Mecanismos psicológicos del aprendizaje de conceptos declarativos 108
4.5.1 Método..... 108
º 4.5.1.1 Participantes y Diseño..... 109
4.5.1.2 Materiales y procedimiento 109
4.5.2 Resultados y Discusión 110
4.5.2.1 Análisis de los ejemplos..... 110
4.5.2.2 Análisis cualitativo de las definiciones 116
4.6 Experimento 5: Estructura de las definiciones 119
4.6.1 Método..... 121
4.6.1.1 Participantes y Diseño 121
4.6.1.2 Materiales..... 121
4.6.1.3 Procedimiento 123
4.2.2.2 Resultados y Discusión 124
5. Discusión general 126
5.1 Revisión de objetivos y resultados..... 126
5.1.1 Diversidad temática..... 127
5.1.2 Réplica y optimización..... 131

5.1.3 Validez externa..... 131

5.1.4 Mecanismos psicológicos..... 133

5.2 Implicaciones educativas 135

5.3 Promover la transferencia de conocimientos entre disciplinas..... 136

5.4 Limitaciones..... 137

6. Conclusiones..... 137

7. Referencias 139

8. Apéndices..... 159

Apéndice 1. Tabla de Conceptos y Ejemplos..... 159

Apéndice 2. Ampliación de Tabla 6 Experimento 4. Comparación cualitativa entre definiciones presentadas por el experimentador y escritas por los/as participantes. 172

Apéndice 3. Procedimiento en SPSS para Modelo Estadístico Multinivel del Experimento 4..... 176

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Experimento 1. Conjunto de materiales correspondientes al concepto de retroalimentación negativa……..85

Tabla 2. Experimento 1. Distribución de los ejemplos de cada conjunto de materiales en las dos fases…….... 92

Tabla 3. Experimento 4. Medias comparadas por tipo de ejemplo y experimento …..……..…….106

Tabla 4. Experimento 4. Análisis de la estructura de las definiciones como criterio de clasificación en correctas o incorrectas……..……112

Tabla 5. Experimento 4. Comparación cualitativa entre la definición presentada por el experimentador y las escritas por los/as participantes.……..……..……117

Tabla 6. Experimento 5: Definiciones tradicionales vs definiciones abreviadas……122

Tabla 7. Comparaciones de medias experimentos 3 y 5…….....….124

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Instrucciones para las fases de aprendizaje (Primera parte) y test (Segunda parte)……..……..……88

*Figura 2***.** Instrucciones sobre cómo vincular los elementos abstractos de la definición con su referente real en el ejemplo …..……..……..……..89

Figura 3. Instrucciones sobre cómo responder las preguntas de comprensión ……..……..……90

Figura 4. Clasificación de un ejemplo en la fase de prueba .....……91

Figura 5. Experimento 1. Puntajes de clasificación promedio según condición de aprendizaje y tipo de elemento de prueba ……..……..….94

Figura 6. Experimento 2. Puntajes de clasificación promedio según condición de aprendizaje y tipo de elemento de prueba. ……..……100

Figura 7. Puntaje de clasificación comparativo de las condiciones variadas y homogéneas para ejemplos nuevos de dominios conocidos (DV) y ejemplos nuevos de dominios nuevos (DN)……111

Figura 8. Puntaje de clasificación comparativo de ejemplos nuevos de dominios conocidos (DV) y ejemplos nuevos de dominios nuevos (DN) para las condiciones homogénea y variada …….....….112

Figura 9. Porcentaje de recuperación de ejemplos análogos contrastando las condiciones variada y homogénea para ejemplos nuevos de dominio conocido (DN) y ejemplos nuevos en dominio nuevo (DN). ….....….113

*Figura 10***.** Experimento 5. Puntajes comparados de clasificación promedio entre las condiciones Definiciones Tradicionales y Definiciones Abreviadas según tipo de ítem.……125

Agradecimientos

A Máximo Trench, por mi postulación a CONICET como becaria, por invitarme a participar en proyectos, intercambios con universidades e investigadores extranjeros, congresos y demás actividades vinculadas con la investigación de las cuales he aprendido mucho. Le agradezco también la motivación para participar en el premio Diversity & Inclusion 2022 en el congreso anual de la Cognitive Science Society, el cual ganamos presentando el primer experimento de esta tesis.

A Guillermo Rodríguez, por su acompañamiento desde mi primera adscripción al Instituto Rosario de Investigaciones en Ciencias de la Educación (IRICE). Por brindarme la oportunidad de trabajar con su equipo en FabLab UNR, y plantearme nuevos horizontes en el terreno educativo.

A Patricia San Martín, por hacer del IRICE un lugar de trabajo tan especial para todos/as los/as investigadores/as. Por su energía, su creatividad y su generosidad.

A Martina Elizalde, Nadia Peralta, María Agustina Tuzinkievicz, Mariano Castellaro, Olga Peralta, Florencia Sklate, Julia Angelini, Sebastián Gabini y Florencia Fernández por brindar su colaboración para invitar a los alumnos participantes de los distintos estudios.

A Patricia Ciccioli, por sus ayudas tan oportunas en algunas cuestiones estadísticas nada “sencillas”. A Nora Bolis (a ambas) por añadir calidez a nuestro espacio compartido de oficina.

Al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas a quien debo parte del financiamiento de este proyecto.

Al equipo de coordinación del programa de Doctorado en Psicología de la Universidad Nacional de Córdoba, por la disposición a responder y brindar apoyo en varias cuestiones importantes a lo largo de esta carrera de doctorado.

A Sandra, Graciela, Vero, Mariela, y Eli por estar siempre ahí, manteniendo vivo un espacio incondicional de escucha y acompañamiento.

A Carlos, Cami y Pablo, por darle vida, alegría y sentido a tanto esfuerzo.

Introducción general

En 1999, durante el dictado de un curso de tecnología informática al que asistí, presencié la siguiente situación: el profesor dictante acababa de caracterizar desde un punto de vista funcional una nueva metodología de gestión de datos denominada *data warehouse,* y un alumno avanzado de licenciatura le preguntó si podría dar un ejemplo. El profesor se detuvo un instante y le respondió que podía darle un ejemplo, pero que estaba decepcionado porque en ese nivel de la carrera esperaba que sus alumnos/as tuvieran tal capacidad de abstracción que ya no necesitaran apoyarse en ejemplos. Para este profesor, poder pensar con abstracciones era un signo de haber alcanzado un nivel superior de pensamiento. Esta suposición tiene algo de verdad. Algunas personas que han adquirido cierto nivel de experticia sobre un tema tienden a percibir los aspectos funcionales o abstractos *de ese tema* con mayor facilidad que los recién iniciados. Pero en aquel momento los *data warehouses* eran algo realmente nuevo, y los asistentes al curso no eran expertos en ese tema, aunque sí eran expertos en muchos otros.

Existe un error fundamental en la apreciación del profesor acerca de la banalidad de los ejemplos. Resulta muy frecuente la creencia de que es posible adquirir una “capacidad de abstracción” o una capacidad de razonamiento general independiente del dominio disciplinar, que una vez adquirida puede aplicarse a cualquier situación, incluso a temas desconocidos por el razonador. Bajo esta premisa, el hecho de que un/a estudiante avanzado/a aún necesitara ejemplos era evidencia de que no había alcanzado el estadio de pensamiento abstracto.

La abstracción que nos interesa no es un producto sino un proceso. Este proceso no se realiza por única vez. Muy por el contrario, se *reinicia cada vez* que se aborda una temática sobre la cual se podría desarrollar algún tipo de experticia. Por otro lado, el proceso de abstracción generalizadora no funciona en el “vacío”; necesita contenidos. Un esquema abstracto, i.e., el producto de un proceso abstractivo, contiene aquello que es común a dos o más situaciones. Es necesario tomar contacto con estas situaciones para abstraer sus rasgos. Esto no implica quedar inmerso en un contexto único. El razonamiento analógico es el vehículo que permite vincular estas situaciones

en un proceso de categorización y progresiva generalización, partiendo de un "suelo" concreto. Este primer paso, el ejemplo concreto no resulta eludible.

Todos los conceptos se materializan en uno o varios dominios temáticos, y, al inicio de una etapa formativa, sólo se pueden comprender sumergiéndose, por lo menos un instante, en dicho dominio. La forma más común de dar esta zambullida contextual es que nos den un ejemplo. El ejemplo es un fragmento de realidad concreta que incluye *rasgos abstractos*, es decir, rasgos comunes a todos los ejemplos de una misma clase (concepto). Los ejemplos no carecen de abstracción. Por eso, cuando alguien nos ofrece un ejemplo, su esfuerzo nos ayuda a construir esquemas abstractos. ¿Cuántos ejemplos, deben proporcionarse? ¿De qué manera organizarlos para optimizar esa elaboración? Esas cuestiones no están claras en la literatura científica y son parte de esta investigación.

Estudios recientes en ciencia cognitiva y educativa pueden ayudar a esclarecer que los ejemplos no son lo opuesto a la abstracción. Desde un punto de vista cognitivo, son su *materia prima*. Para comprender esto, es necesario remontarse a los primeros estudios sobre analogía y transferencia en los que se plantean las cuestiones clave del aprendizaje. Ese es el objetivo de la primera sección de la parte teórica de esta tesis. Dado que el concepto de transferencia está fuertemente vinculado al razonamiento analógico, y éste, a su vez, a los estudios sobre la memoria, en el Capítulo 1 se dedica el primer apartado a presentar algunos conceptos básicos sobre memoria humana, como la codificación, la recuperación y la transferencia. A continuación, se presentan los estudios más importantes sobre razonamiento analógico y transferencia, que luego serán referidos tanto en la parte teórica como en la experimental para argumentar y fundamentar la principal hipótesis explicativa de los mecanismos del aprendizaje de conceptos declarativos basado en ejemplos ilustrativos: la hipótesis del razonamiento analógico. Dado que el aprendizaje instruccional de conceptos se basa en la identificación de ejemplos como casos particulares de un concepto, y a este proceso también se lo entiende en ciencia cognitiva como *categorización*, el Capítulo 2 presenta los estudios más importantes en psicología cognitiva relativos a la categorización. Se desarrollan los principales hallazgos desde

las teorías clásicas de la categorización hasta las actuales investigaciones en categorías relacionales y cómo, en torno a estas últimas, aparecen coincidencias entre el paradigma cognitivo y el educativo. Las categorías relacionales en ciencia cognitiva son “equivalentes” a los conceptos declarativos en educación. Estas coincidencias serán explicadas con mayor detalle en el Capítulo 3, en el cual se presentarán los estudios experimentales sobre aprendizaje de conceptos declarativos que constituyen los antecedentes más directos de la parte experimental esta tesis. Al final de este capítulo, las conclusiones más recientes conducirán a señalar que los ejemplos constituyen unidades primarias en la categorización. Por lo tanto, los objetivos de la parte experimental estarán orientados a determinar de qué manera conviene organizar la presentación de ejemplos ilustrativos para optimizar el aprendizaje de conceptos en el contexto de enseñanza actual.

La parte teórica de esta tesis describe dos paradigmas de investigación con métodos y objetos de estudio diferenciados: el estudio de la categorización en psicología cognitiva y el aprendizaje de conceptos en psicología educativa instruccional. Aunque durante más de dos décadas se desarrollaron paralelamente, han confluido recientemente adoptando recíprocamente resultados empíricos y marcos teóricos del otro paradigma. Los/as investigadores/as en ciencia cognitiva, a partir del desarrollo de las categorías relacionales, comienzan a estudiar la conceptualización con metodologias más aplicadas a la educación, y los/as investigadores/as en psicología instruccional descubren que el marco teórico del razonamiento analógico, específicamente la comparación de análogos y el mapeo estructural, les permite explicar por qué la presentación de ejemplos concretos a los aprendientes puede conducir a la categorización sin necesidad de la inclusión de definiciones abstractas durante el aprendizaje.

La complejidad de este entramado teórico no debería oscurecer el verdadero objetivo de las variaciones experimentales. El objetivo no es mostrar la confluencia de ciencias cognitivas y educación sino responder a problemas educativos actuales desde la psicología cognitiva.

El contexto educativo internacional actual exige transformar la educación hacia objetivos de desarrollo sostenible que ponen el conocimiento

interdisciplinar en primer lugar (Marco, 2017). Dado que los planes de estudio suelen estar organizados en disciplinas tradicionales, a pesar de que muchos de los desafíos del mundo real requieren un enfoque interdisciplinario, el uso de categorías relacionales para extender el ámbito de aplicación de los conceptos a diversas áreas temáticas y el estudio de los efectos de esta innovación en técnicas instruccionales, constituye un objetivo fundamental de esta tesis. Como objetivo secundario se plantea la posibilidad (esperanzadora) de que la diversidad temática de los ejemplos, además de extender el rango de aplicación de cada concepto, promueva el aprendizaje, es decir, mejore la recuperación de ese concepto desde la memoria para su aplicación a situaciones conocidas y a situaciones nuevas. Pero este objetivo más ambicioso no debería ocupar el primer lugar que le corresponde a la diversidad temática como catalizadora de una mentalidad abierta y flexible.

Entre los diferentes tipos de contenidos que pueden transferirse potencialmente (por ejemplo, estrategias de razonamiento, procedimientos complejos de varios pasos, habilidades motoras, etc.), los conceptos declarativos prevalecen en una variedad de dominios educativos y grados de experiencia. Consisten en conceptos abstractos denotados por términos clave y definiciones breves, generalmente de una o dos oraciones, que se pueden aplicar a una amplia variedad de escenarios (Rawson et al., 2015). A diferencia de las categorías de entidad como "mesa", que suelen estar representadas por características independientes, los conceptos declarativos a menudo consisten en categorías relacionales (Markman y Stilwell, 2001) que tienden a definirse por un conjunto de interrelaciones más que por características estáticas.

Durante el aprendizaje de conceptos declarativos, las definiciones de conceptos a menudo se tratan como los objetivos principales del aprendizaje, bajo el supuesto de que una vez que el/la alumno/a ha asimilado las relaciones abstractas que se dan entre los elementos constituyentes del concepto, los/as estudiantes pueden confiar en la definición para aplicar el concepto, por ejemplo para clasificar ejemplos en nuevos contextos (Zamary, 2019). Pero las definiciones abstractas pueden a veces ser difíciles de comprender para los/as estudiantes. Para facilitar la adquisición de conceptos declarativos, los

libros de texto y los/as profesores/as suelen proporcionar a los/as estudiantes ejemplos concretos. La presentación de ejemplos conduce a una mejor aplicación de los conceptos declarativos que la asignación de la misma cantidad de tiempo para volver a estudiar las definiciones (Balch, 2005; Rawson et al., 2015).

Si los ejemplos son tan importantes para el aprendizaje de conceptos declarativos, ¿cómo emplearlos mejor durante la instrucción? El presente trabajo de tesis busca avanzar en la investigación actual sobre la presentación instruccional de ejemplos teniendo como objetivo general *explorar técnicas instruccionales de aprendizaje de conceptos declarativos, con especial interés en la diversidad temática.* Este objetivo se divide en los siguientes objetivos específicos, que se corresponden con las hipótesis y experimentos: (1) evaluación los efectos de la diversidad temática de los ejemplos, (2) optimización del tiempo requerido para la fase de aprendizaje, (3) generalización de los resultados (validez externa), (4) exploración de los mecanismos psicológicos subyacentes a la aplicación y (5) evaluar los efectos del formato de las definiciones.

A efectos de determinar si el uso de ejemplos temáticamente variados aumenta la probabilidad de generalizar adecuadamente la definición de principios sistémicos, en el Experimento 1 se presentó un diseño instruccional novedoso que organizó definiciones y ejemplos en dos condiciones de aprendizaje: ejemplos temáticamente homogéneos o ejemplos temáticamente variados. El hallazgo central de dicho experimento fue que combinar definiciones conceptuales abstractas con ejemplos temáticos variados permitió a los/as participantes reconocer mejor instancias del concepto en dominios no cubiertos por los ejemplos proporcionados. Dada la importancia de dicho hallazgo, el *Experimento 2* se dedicó a replicar los resultados del primer experimento optimizando las condiciones de eficiencia. Se puso a prueba una reducción de la fase de aprendizaje mediante la eliminación de las preguntas de comprensión para lograr reducir el tiempo insumido en dicha fase. Al constatar que los resultados replicaron el resultado positivo del primer experimento, en un *tercer experimento* se puso a prueba la validez externa de los resultados administrando el test con las mismas condiciones a una

población de la cual se han documentado dificultades en la comprensión por ser estudiantes extranjeros/as que utilizan una segunda lengua durante el cursado (estudiantes nativos/as ingresantes a la carrera de medicina). Con esta población, no se replicó el efecto de la diversidad temática, aunque dicha diversidad no influyó negativamente sobre el rendimiento. Con el objetivo de indagar cuáles son los mecanismos psicológicos del aprendizaje de conceptos declarativos, en el *Experimento 4*, se administró el test con preguntas que indagaban el contenido de la memoria durante la clasificación de ejemplos, con dos hipótesis como guía: la hipótesis del razonamiento esquemático, que supone que la aplicación del concepto se logra mediante el razonamiento a partir del significado abstracto del concepto (esquema) (Gentner, 1983; Holyoak y Thagard, 1989) y la hipótesis del razonamiento analógico, que supone que la aplicación de conceptos declarativos se logra a partir de ejemplos concretos, es decir, recuperando ejemplos análogos (Ross, 1987). Los resultados del Experimento 4 reflejaron que la recuperación de ejemplos análogos fue un predictor significativo de la clasificación correcta, mientras que el conocimiento de las definiciones no lo fue. Además, fue posible observar un fenómeno de memoria y abreviación de las definiciones por parte de los/as participantes. A partir de esta tendencia, y dado que existe consenso en la literatura científica de que la carga cognitiva en segunda lengua (Experimento 3) es superior a la carga cognitiva en primera lengua, en el *Experimento 5*, se redujo el tamaño de las definiciones como estrategia para reducir la carga cognitiva, pudiéndose observar una mejora en el rendimiento de los/as estudiantes de segunda lengua del Experimento 5 respecto de los/as estudiantes de segunda lengua del Experimento 3. Este resultado refleja que no sólo el formato de presentación de los ejemplos incide en el aprendizaje sino que también hay un efecto del formato de las definiciones o de ambos en interacción que, sugerimos, debería indagarse en futuros estudios que incluyan a la población nativa. En la discusión y conclusiones se retoman las hipótesis de partida a la luz de los hallazgos generales obtenidos y se anticipan posibles vías de indagación para futuras investigaciones.

PARTE TEÓRICA

Capítulo 1. Razonamiento analógico y aprendizaje de conceptos

1.1 Introducción

El razonamiento analógico implica identificar similitudes estructurales entre una situación actual (analógo meta) y problemas o situaciones previamente conocidas (análogos base). Estas situaciones pueden ser ejemplos concretos, como los que se suministran en una tarea de aprendizaje de conceptos. Esta identificación de similitudes estructurales entre ejemplos requiere acceder y comparar información almacenada en la memoria.

Comprender ciertos aspectos básicos de los sistemas de memoria es un requisito para entender cómo se almacena, procesa y recupera la información en la mente humana. Los diferentes sistemas de memoria, como la memoria de corto plazo, la memoria de largo plazo y la memoria de trabajo, interactúan entre sí y desempeñan roles específicos en el proceso cognitivo. En particular, la memoria de largo plazo es esencial para el razonamiento analógico, ya que es aquí donde se almacenan los conocimientos previos y las experiencias pasadas que pueden ser relevantes para resolver problemas actuales. La memoria de largo plazo almacena tanto la información episódica (con detalles temporales y contextuales) como la información semántica (conocimientos generales independientes del contexto de adquisición). Ambos tipos de memoria pueden ser relevantes en el razonamiento analógico, ya que los problemas previamente resueltos pueden ser recuperados tanto a partir de su contexto temporal como de su conocimiento general. Por otro lado, la memoria de trabajo también juega un papel importante en el razonamiento analógico, ya que permite mantener y manipular temporalmente la información relevante mientras se buscan ejemplos anterior y se los compara con un caso actual. La memoria de trabajo es esencial para el proceso de comparación y asociación entre situaciones similares.

El aprendizaje de conceptos está estrechamente relacionado con el razonamiento analógico y con los sistemas de memoria, ya que estos

procesos cognitivos desempeñan un papel fundamental en cómo se adquieren, almacenan y aplican los conceptos.

Cuando una persona aprende un concepto nuevo, como por ejemplo el concepto de "retroalimentación negativa", la información sobre ese concepto se almacena en la memoria de largo plazo, lo que incluye tanto aspectos superficiales (como experiencias, situaciones o ejemplos vistos relacionados con la retroalimentación negativa) como aspectos abstractos (conocimiento sobre la definición del concepto). La memoria de largo plazo es la base para acceder y aplicar el conocimiento relacionado con el concepto en diferentes contextos y situaciones en el futuro.

En el aprendizaje de conceptos, el razonamiento analógico es esencial para reconocer la estructura relacional de un concepto y su aplicabilidad en diversas circunstancias. Al comparar un concepto conocido con una nueva situación, se pueden identificar similitudes estructurales que permitan aplicar el conocimiento previo para resolver problemas y comprender conceptos abstractos en diferentes contextos. El razonamiento analógico nos permite entender cómo se relacionan y aplican los conceptos en situaciones diversas. Al comprender cómo se establecen analogías y se reconocen similitudes estructurales entre problemas o situaciones, podemos comprender cómo los conceptos se transfieren y aplican en contextos nuevos.

En las distintas secciones de este capítulo se presentarán conceptos básicos sobre memoria humana (sistemas, codificación, recuperación) y sobre analogía y transferencia. Posteriormente, se revisarán los principales estudios sobre razonamiento analógico y transferencia que servirán de base para comprender los procesos de transferencia en el aprendizaje de conceptos.

1.1.1 Sistemas de memoria

A lo largo de esta investigación, cuyo eje es la transferencia de conocimiento, quedará en evidencia que la memoria es un proceso complejo que no se limita a un almacenamiento estático de información. Implica una interacción constante entre diferentes sistemas, como la memoria de corto plazo, la memoria de largo plazo y la memoria de trabajo. Esta afirmación es relevante para el aprendizaje de conceptos porque implica que el proceso de

adquirir y retener conceptos no se trata simplemente de memorizar información de manera pasiva, sino que implica una interacción activa y compleja entre diferentes sistemas de memoria. El razonamiento analógico también involucra un proceso activo de comparación y búsqueda de similitudes estructurales entre un problema actual otros problemas o situaciones previamente resueltos. Esto es coherente con una visión de la memoria como proceso activo y dinámico.

Los distintos sistemas de memoria a los cuales se hará referencia se basan en el modelo modal de Atkinson y Shiffrin (1968) y su actualización en el modelo multicomponente de Baddeley y Logie (1999). En estos modelos se suelen utilizar diversos términos según el criterio adoptado para referir a la memoria. Según el criterio de la duración temporal del almacenamiento, el término de *memoria de corto plazo* (MCP) refiere a la "retención de pequeñas cantidades de material durante intervalos de pocos segundos" mientras que la memoria de largo plazo (en adelante, MLP) refiere al "almacenamiento de información durante largos períodos de tiempo" (Baddeley et al., 2018). Otro criterio es la percatación consciente del contenido, según el cual se distingue entre una *memoria explícita o declarativa*, aquella información que puede expresarse verbalmente, y una *memoria implícita*, la información que no es consciente pero forma parte de tareas ya automatizadas, como los hábitos o procedimientos rutinarios. Existe un tercer criterio que se relaciona con el contexto temporal retenido o ausente, en lo que se denomina *memoria episódica*, la que conserva la secuencia temporal o contexto de los acontecimientos, y la *memoria semántica*, que refiere al conocimiento de hechos despojados de la información de su contexto de adquisición. Por ejemplo, si un/a estudiante aprende ciertos acontecimientos de historia Argentina, cada uno de ellos se recordará de modo independiente de en qué año o curso de la escuela lo aprendió o con qué profesor/a. Ambos aspectos están desvinculados casi totalmente, y el tipo de elaboraciones que se pueden realizar para retener el concepto apuntarán a la asociación entre conceptos (líneas de tiempo, vínculos entre acontecimientos) y no a la asociación con el contexto de aprendizaje. Ambos tipos de memoria, *episódica* y *semántica,* forman parte de la MLP pero como sistemas independientes.

Esta complejidad en la organización de la memoria fue producto de sucesivas actualizaciones realizadas durante décadas a modelos preexistentes, en atención a los resultados de numerosas investigaciones empíricas. El concepto de memoria de trabajo (en adelante, MT), surgió en el primer modelo de Atkinson y Shiffrin (1968) pero no respondía simplemente a los criterios de duración del almacenamiento -como la memoria de corto plazo. La MT fue entendida como un especie de banco de trabajo mental que sirve de base para el pensamiento porque respalda nuestra capacidad para «mantener las cosas en mente» al realizar tareas complejas (Baddeley et al., 2018), ocupándose de la manipulación de la información que es necesaria para lograr su conservación temporal, incluyendo la participación de la MLP, de la atención y de las memorias de corto plazo.

Esta caracterización permite vislumbrar que la memoria no es un contenido estático sino un conjunto de procesos que interactúan constantemente entre distintos sistemas. Los procesos más importantes, que se describirán a los efectos de fundamentar posteriores avances de este estudio, son la codificación (adquisición), almacenamiento (retención) y recuperación (recuerdo).

1.1.2 Codificación

Según la investigación empírica sobre aprendizaje intencional e incidental, se llegó a la conclusión de que lo que más influye en el almacenamiento de un contenido no es el hecho de que el aprendiente tenga la intención de recordarlo sino el tipo de procesamiento que realiza con ese contenido. A este procesamiento o elaboración se lo denomina codificación. Se pueden realizar codificaciones de muy diversos tipos, por ejemplo, dado un texto cualquiera, las personas podrían contar sus palabras, determinar qué tipo de palabras son, pensar en el significado del texto, realizar un resumen, clasificar la situación presentada en el texto (por ejemplo, decir qué tipo de problema es), entre otras. Estas actividades no tienen todas la misma naturaleza, y según la teoría de los niveles de procesamiento, algunas actividades elaboran el contenido en un nivel semántico más profundo que otras. Para Craik y Lockhart (1972), la retención de los contenidos en memoria

se logra gracias a los procesos de elaboración que se dan en la etapa de codificación y poseen un grado de profundidad semántica que va desde el grado más superficial y transitorio de la pura percepción-relacionado con los aspectos físicos y sensoriales de la información-hasta el nivel de mayor profundidad, vinculado al significado de la información, que en virtud de un mayor grado de asociación posibilita una retención más duradera. No obstante, la teoría de los niveles de procesamiento y la existencia de un contínuo entre ellos, no pudo ser comprobada empíricamente, por lo que se propuso en su lugar la noción de *dominios* de procesamiento. Podría decirse que dentro de un dominio, por ejemplo, el fonético, repasar la constitución de las palabras o su sonoridad no es una codificación superficial porque el significado que se trabaja es precisamente la fonética. En cambio, un procesamiento fonético en palabras que representan un problema a resolver, sería totalmente trivial porque en ese caso importa el significado de la información. El concepto de dominio se relaciona con el proceso de recuperación que se explicará en el siguiente apartado.

En el contexto del aprendizaje instruccional, la etapa de codificación se refiere al momento en el que los/as estudiantes están expuestos a los conceptos declarativos y realizan actividades de procesamiento y elaboración para retener la información en la memoria a largo plazo. La codificación es relevante porque el tipo de codificación que realiza el/la estudiante durante el aprendizaje influirá en el nivel de profundidad semántica del procesamiento y, por lo tanto, en la durabilidad de la retención del contenido en la memoria. Si los/as estudiantes realizan una codificación superficial o de bajo nivel, como simplemente leer o repetir mecánicamente la información, es menos probable que el contenido se retenga de manera duradera. Por el contrario, si los/as estudiantes realizan una codificación más profunda y significativa, que implica relacionar el nuevo concepto con conocimientos previos, o con ejemplos concretos que permitan aplicar el concepto a situaciones reales, se facilita una retención más duradera y su recuperación en el futuro.

1.1.3 Recuperación

Aunque la codificación de la información se lleve a cabo, es decir, aunque se logre su almacenamiento, es posible que se dificulte el posterior acceso a dicha información. Un ejemplo típico es el caso de los/las alumnos/as que han estudiado determinados conceptos, pero en el momento del examen no logran recordarlos. El funcionamiento apropiado de la memoria implica poder registrar adecuadamente la información durante la codificación, poder retener la información a lo largo de un cierto tiempo, y poder acceder a ella cuando se la necesita.

La recuperación puede tener lugar mediante diferentes procesos. Podría suceder que se active de manera involuntaria, por ejemplo cuando una determinada situación desencadena un recuerdo sin la mediación del esfuerzo, ni de la intención, incluso sin la intervención de la conciencia. O bien, puede ocurrir que se necesite algún tipo de proceso para lograr acceder a esa información. Uno de los factores que inciden en la recuperación se relaciona con el tipo de proceso empleado, ya sea que se trate de un recuerdo libre que implique acceder a la memoria sin claves de recuperación, o bien, por ejemplo, de un reconocimiento, en el cual, una parte del recuerdo se presenta como estímulo. A su vez, diversas variables tales como el tiempo de estudio, la complejidad de lo estudiado, la organización, o el contexto actúan de distinto modo según se trate de un reconocimiento o un recuerdo libre.

En relación con las variables que inciden en los procesos de recuperación, dos teorías refieren a la coincidencia entre el contexto de codificación y de recuperación –en ese sentido cuestionan la teoría de los niveles de procesamiento puesto que sólo consideraba los procesos realizados durante la codificación: una de ellas es la teoría de la *especificidad de la codificación,* que sostiene que las condiciones del contexto de la recuperación influyen en gran medida porque podrían incluir no sólo las claves proporcionadas al sujeto en la prueba, sino otros elementos como las claves contextuales. El sujeto no sólo recuerda el dato sino todo el proceso realizado en esa experiencia. Por lo tanto, debe haber congruencia entre los procesos realizados en la fase de codificación y los realizados en la fase de recuperación para activar la recuperación. En general, el procesamiento semántico es más efectivo que el trivial pero, dadas ciertas condiciones de

coincidencia contextual, un procesamiento superficial puede conducir a una mejor recuperación si las claves de recuperación evocan todo el contexto. La segunda teoría es la teoría de la *transferencia apropiada del procesamiento* (TAP) (Morris et al., 1977) que también postula la necesidad de una coincidencia entre procesos de codificación y recuperación. Pero en este caso, se postula que se obtendrán mayores niveles de recuperación cuando el tipo de procesamiento empleado durante la recuperación resulte equiparable o coincidente con el procesamiento utilizado en la codificación.

En psicología cognitiva, los experimentos tradicionales sobre memoria constan de dos etapas. La primer etapa suele denominarse fase de aprendizaje, de estudio o de codificación. En esta instancia, se presentan estímulos al participante para que realice con ellos alguna actividad que promueva la retención del estímulo. Por ejemplo, leer un texto, completar espacios en blanco, repetir, recordar algo relacionado, entre otras. En una segunda etapa, que suele denominarse fase de prueba o test, se presentan también materiales al sujeto en el contexto de alguna actividad que tiene como objetivo determinar si se produjo un recuerdo de lo aprendido en la primera fase. Se pueden presentar elementos para seleccionar entre ellos, clasificar, escribir respuestas, entre otras actividades.

En el contexto del aprendizaje instruccional de conceptos, la fase de prueba es el momento en el que los/as estudiantes deben demostrar su conocimiento y recordar (recuperar) los conceptos aprendidos. Algunas de las actividades de recuperación que se empleen en esta etapa consisten en responder preguntas de opción múltiple, clasificar estímulos, o resolver problemas. El tipo de proceso de recuperación utilizado puede afectar el rendimiento de los/las participantes en la prueba.

1.1.4 Transferencia

Como se expuso en el inicio de esta sección, la MT está en permanente comunicación con la MLP para elaborar el material que llega por la vía sensorial. Sin esta elaboración (codificación), el material de corto plazo es precisamente eso: un material que se pierde rápidamente, vulnerable al paso del tiempo como una memoria RAM que no alcanzó a grabar un contenido en

disco. Pero no sólo se necesita “grabar” la información en un registro permanente, sino también dejar pistas para luego localizar el contenido desde un futuro contexto temporal, espacial o temático distinto al que tuvo lugar durante la codificación. Para promover la recuperación, las claves que se extraigan durante la codificación en MLP deberán anticipar cuáles serán las claves que más probablemente se utilicen en el futuro. Continuando con la analogía informática, podría equipararse la recuperación de un recuerdo en MLP con la ubicación de un archivo en disco. Al almacenar un item en el disco rígido, un criterio útil consiste en codificar la información entrante con el mismo criterio con el que, predeciblemente, habrá luego de buscarse dicho item. Por ejemplo, supóngase que el/la usuario/a es investigador/a. Los papers suelen recuperarse por medio de autor y año, porque ése es el estímulo de búsqueda más usual, ya que todos los papers citan a otros con ese criterio. Al toparse en su lectura con un autor y año determinado, podría encontrar rápidamente el archivo para leerlo si el nombre con que grabó el archivo coincidiera con el de las citas. Pero si el usuario tuviera el mal hábito de aceptar nombres poco significativos sugeridos por defecto (e.g., “526FSQUERY.pdf”) en vez de reemplazarlo por “Anderson 2004.pdf”, es probable que cuando deba acceder nuevamente al paper de Anderson no recuerde que está guardado en 526FSQUERY.pdf. La información está en su equipo, pero se dificulta acceder a su contenido, tal como si “no estuviera” realmente allí. De modo análogo, las personas en ocasiones deben “re aprender” conceptos que ya sabían, sólo porque no los codificaron con las claves de recuperación adecuadas, o ni siquiera recuerdan que “ya lo saben”. Esta dificultad que los/as investigadores/as denominan “el problema del conocimiento inerte” (Whitehead, 1929) o el problema de la transferencia educativa, ha sido ilustrada graciosamente por Perkins (2010) con una historia de cuando se enseñó a los/as estudiantes cómo calcular el tiempo que tarda una pelota en llegar al suelo desde una torre: cuando se les pidió a estos mismos estudiantes que calcularan el tiempo que tarda una pelota en llegar al fondo de un pozo, algunos se negaron a resolverlo alegando que habían aprendido problemas de caída desde torres pero no sabían nada de caídas “en pozos”. Cuando los conceptos aprendidos por un/a estudiante han sido codificados mediante una elaboración pobre en la que no está claro qué aspectos resultan

esenciales/comunes a todas las instancias y qué aspectos son circunstanciales, es posible que no se logre recuperar y aplicar el concepto en situaciones poco conocidas. Dado que un objetivo primordial de la educación es que los/as estudiantes puedan aplicar su conocimiento en contextos nuevos diferentes al de adquisición (Barnett y Ceci, 2002; Day y Goldstone, 2012), resulta de sumo interés discernir cuáles son las formas óptimas de codificación de la información en la etapa de aprendizaje para lograr la transferencia de conocimiento a nuevos escenarios.

Los mecanismos de la transferencia han sido objeto de estudio de varias investigaciones en ciencias cognitivas del aprendizaje (Day y Goldstone, 2012; Engle, 2012; Goldstone y Day, 2012; Lobato, 2008; Segers y Gegenfurtner, 2013), algunas de las cuales se han enfocado en la conexión entre transferencia y razonamiento analógico (Alexander y Murphy, 1999; Gentner, 1983, 1989; Holyoak y Thagard, 1989; Kapon y diSessa*, 2012; Reed, 2012; Wagner, 2010).

La analogía informática mencionada al principio para describir la memoria humana intenta destacar la relevancia de la codificación efectiva como un proceso de "etiquetado" de la información aprendida. Al igual que en el ejemplo de los archivos guardados en una computadora, el nombre y la extensión del archivo son claves de recuperación que facilitan su localización y lectura posterior. De manera similar, en el aprendizaje de conceptos el proceso de codificación implica elegir claves o aspectos esenciales que permitan recuperar y aplicar el concepto en situaciones futuras. Cuando los/as estudiantes realizan una codificación pobre o poco significativa, es probable que padezcan "problema del conocimiento inerte": aunque tengan la información almacenada en la memoria, les resultará difícil acceder a ella y aplicarla en contextos nuevos y menos familiares. Este problema afecta directamente la transferencia de conocimiento, que es un objetivo central de la educación, ya que implica que los/as estudiantes puedan aplicar lo aprendido en situaciones diferentes a las del entorno educativo original. Por lo tanto, el diseño instruccional deberá considerar la forma en que los conceptos serán presentados y codificados durante la enseñanza para encontrar similitudes estructurales entre situaciones diferentes y aplicar

conocimientos previos a nuevas circunstancias. La capacidad de razonar analógicamente está estrechamente vinculada a la transferencia exitosa de conocimiento, ya que implica reconocer y aplicar las similitudes esenciales y principios subyacentes que trascienden las diferencias superficiales.

1.2 Analogía

Analogía y categorización pueden ser vistos como dos aspectos de un mismo proceso de abstracción, como dos caras de una misma moneda (Hofstadter y Sander, 2013; Kurtz y Honke, 2020). Desde el punto de vista cognitivo, comprender una analogía involucra una serie de procesos mentales que se basan en conceptos básicos sobre el funcionamiento de la memoria. La analogía es un proceso que consiste en hallar un patrón común entre dos situaciones, aunque éstas pudieran ser distintas en su apariencia (Gentner, 1983; Gentner y Smith, 2013; Hofstadter y FARG, 1995; Hofstadter y Sander, 2013; Holyoak, 1984, 2012). Esta equiparación permite *trasladar* conocimientos de situaciones previas (análogos base) a situaciones que se experimentan por primera vez (análogos meta). La relación entre análogos base y meta es ubicua. Ocurre en nuestra vida cotidiana, pasando inadvertida (Hofstadter, 2001), como así también en el ámbito científico y académico. Como ejemplo de analogías cotidianas considérese la frase de una niña de tres años que acaba de pelar una naranja: “Mamá, desnudé la naranja” (Duvignau y Gaume, 2004, p.2), comparando la cáscara con una prenda de vestir. Otro ejemplo podría ser el caso de dos personas conversando en la calle sobre “el 11 de septiembre español” refiriéndose al atentado de Madrid en 2004 por analogía con el atentado de Nueva York y Washington en 2001 (Hofstadter y Sander, 2013). Dentro del segundo grupo de analogías están incluidas las que han sustentado explicaciones científicas, algunas de ellas muy populares, como la comparación que realizó Rutherford del átomo con el sistema solar, o la comparación hecha por Newton de la luna con una pelota arrojada con tanta fuerza al espacio como para quedar orbitando, entre otras numerosas analogías relativas al descubrimiento científico (Gentner et al., 2001; Gentner y Jeziorski, 1993; Gruber, 1995; Nersessian, 1992), la literatura (Lakoff y Turner, 1990) o en el uso del lenguaje (Lakoff y Johnson, 1980). Esta

forma de razonar mediante analogías es común en el ámbito educativo. Los docentes suelen explicar conceptos abstractos basándose en sistemas más fáciles de representar, por ejemplo, al explicar un circuito eléctrico comparándolo con un circuito hidráulico, la circulación sanguínea con el flujo de agua en una cañería, o la volatilidad de una memoria electrónica con la fragilidad de la memoria humana.

Ahora bien, observando más de cerca el proceso de analogar, para que un razonador logre establecer una analogía entre dos situaciones es un requisito indispensable que ambas situaciones se encuentren en MT, ya sea porque se presentan ambas en simultáneo (por ej., un profesor plantea dos ejemplos análogos) o porque un análogo meta representado en MT estimula la recuperación de otra situación que está en MLP (análogo base). Una vez que ambas representaciones se encuentran simultáneamente activas en MT, el sistema cognitivo buscará establecer correspondencias. La interpretación de estas correspondencias depende de las teorías que la aborden. Una de las teorías más utilizadas las explica como una alineación y mapeo estructural (Gentner, 1983).

A pesar de la complejidad que pudiera implicar establecer esta correspondencia entre dos situaciones, el establecimiento de una analogía no resulta difícil una vez que las situaciones están activas en MT (Gentner et al., 1993). Sin embargo, este proceso se dificulta cuando el análogo base debe ser recuperado de MLP, especialmente cuando la similitud estructural no correlaciona con una similitud semántica o superficial (Gick y Holyoak, 1980; Keane, 1987). Aunque la analogía relacional interdominio es muy útil para la innovación y la resolución de problemas, durante décadas de investigación se ha constatado la dificultad que enfrentan los/as participantes en estudios sobre resolución de problemas que fallan al intentar realizar la recuperación analógica.

La analogía es una poderosa estrategia de enseñanza utilizada por los/las docentes para explicar conceptos abstractos. Al comparar conceptos abstractos con situaciones más familiares y concretas, los/las docentes facilitan la codificación y comprensión de los conceptos por parte de los/las estudiantes. Esta estrategia se basa en el principio de que establecer

correspondencias entre el nuevo concepto (análogo meta) y un concepto familiar o previamente aprendido (análogo base) en la memoria de largo plazo (MLP) ayuda a los/as estudiantes a comprender y asimilar el nuevo conocimiento de manera más efectiva. Sin embargo, es importante destacar que para que los/as estudiantes puedan establecer una analogía entre dos situaciones, ambas deben estar activas en la memoria de trabajo (MT). Esto significa que el/la docente debe presentar ambas situaciones simultáneamente o proporcionar estímulos que activen la recuperación del análogo base almacenado en MLP. Si los/as estudiantes no tienen acceso activo al análogo base en MT, la formación de la analogía se dificulta.

En el diseño instruccional de conceptos declarativos, los ejemplos y situaciones presentados con poca distancia temporal facilitan la formación de analogías.

1.3 Recuperación analógica

Con frecuencia se asume que una persona aprendió un concepto porque lo puede recordar y reproducir. Sin embargo, la verdadera prueba de que un concepto fue aprendido la presenta la vida real cuando el profesional, ya lejos de su primer entorno de aprendizaje, se ve obligado a volver a dicho concepto para aplicarlo y resolver una situación nueva. Estos nuevos problemas, cargados de aspectos superficiales y concretos, esconden una estructura relacional que coincide con problemas anteriormente resueltos en las situaciones de aprendizaje, pero el descubrimiento de esa estructura compartida suele ser difícil y poco común cuando los aspectos superficiales más salientes del problema actual son muy diferentes a los aspectos superficiales del problema/concepto aprendido. Como se verá a continuación, numerosos estudios demostraron que la recuperación analógica que se intenta sin el auxilio de la coincidencia superficial es relativamente infrequente (Holyoak y Koh, 1987; Trench y Minervino, 2015). Por otro lado, se ha constatado que los recuerdos dependen en gran medida de la similitud superficial incluso cuando la estructura relacional no se comparte (Gentner et al., 1993; Ross, 1989). Es decir, las personas se “guían” más por similitudes

superficiales que por similitudes estructurales durante el recuerdo (recuperación). Sin embargo, el aprendizaje no tendría sentido si sólo tuviera aplicabilidad dentro de un mismo dominio, dentro del cual se comparten similitudes superficiales, es más importante la transferencia a dominios distantes, que trasciendan el contexto de aprendizaje.

El aprendizaje no tendría sentido si sólo se aplicaran los conceptos estudiados dentro de la institución educativa: un objetivo fundamental de la educación es que los/as estudiantes puedan aplicar su conocimiento a contenidos (y en contextos) diferentes a los del aprendizaje inicial, lo que se conoce como transferencia del aprendizaje (Barnett y Ceci, 2002; Day y Goldstone, 2012). Para lograr dicha transferencia es necesario promover técnicas de aprendizaje efectivas. Existe una rica historia de investigación basada en el paradigma analógico de resolución de problemas, a través del cual se han probado diversas técnicas y se han constatado las serias dificultades para lograr la transferencia espontánea, esto es, lograr utilizar conocimientos sobre un problema aprendido recientemente (almacenado en MLP) para resolver otro problema que se brinda a continuación. Las investigaciones sobre recuperación analógica se enfocan fundamentalmente en responder cómo las personas, cuando tienen activa una situación determinada en MT, acceden a situaciones análogas en MLP. Lamentablemente, las personas tienen muy poco acceso a la mayor parte de los procesos cognitivos de nivel superior, tales como los pasos intermedios que llevaron a una solución (Berger et al., 2016; Nisbett y Wilson, 1977). Es por eso que la solución se presenta a veces repentinamente, lo que algunos psicólogos gestálticos han denominado “insight” (Wertheimer, 1985). No obstante, este tipo de resolución súbita sido explicado por la psicología cognitiva del procesamiento de la información como un conjunto de procesos que simplemente se mantienen inconscientes (Simon, 1986). Para los problemas bien definidos (e.g., torres de Hanoi) la solución consiste en el desciframiento de una serie de pasos intermedios entre el estado inicial y el final (Newell y Simon, 1972). Sin embargo, para problemas mal definidos, sólo queda la alternativa de ciertas heurísticas, entre las cuales se encuentra el razonamiento analógico.

1.3.1 Estudios de recuperación analógica en la resolución de problemas a partir de Gick y Holyoak

Los estudios de transferencia analógica buscan fundamentalmente responder a la pregunta sobre cómo logran las personas acceder a su MLP para recuperar situaciones que guardan similitud con un estímulo activo en su MT. Al igual que en la mayoría de los estudios sobre memoria, el paradigma más utilizado comprende dos fases: una fase de codificación y una fase de recuperación. Durante la fase de codificación los/as participantes leen una serie de historias, entre las que se encuentra el problema base y su solución. Durante la fase de recuperación se les presenta a los/as participantes una tarea cuya estructura relacional resulta análoga a la situación base, y se espera que el análogo meta en MT estimule la recuperación del análogo base en MLP, permitiendo por tanto aplicar la solución base al problema meta.

En varios experimentos, Gick y Holyoak (1980) pusieron a prueba la capacidad de los/as participantes para transferir la solución del problema base al problema meta. Ambos problemas eran estructuralmente similares pero tenían pocas similitudes superficiales. En el Experimento 4 del estudio, se informó a los/as participantes que realizarían tres tareas no relacionadas: una tarea de comprensión de historias, una tarea de razonamiento lógico y una tarea de resolución de problemas. En la primera fase, a los/as participantes se les dio un análogo base con su solución y dos problemas de distracción adicionales. Después de estudiarlos durante 15 minutos, tenían que repetirlos con el mayor detalle posible. La historia crítica que funcionaba como análogo base era la siguiente:

> "Un pequeño país era gobernado por un rey desde una fortaleza, rodeada de villas. Multiples caminos radiaban desde ella. Un general rebelde, que ansiaba tomar la fortaleza, sabía que un ataque súbito efectuado por la totalidad de su tropa podía lograrlo. Tras colocar sus tropas en uno de los caminos, se enteró que estaban minados, de tal modo que solo pequeños grupos de personas, como mercaderes o trabajadores, podían atravesarlos de forma segura. El paso de un batallón las detonaría, dañando a su vez las villas aledañas. Por ello, un ataque a gran escala parecía

imposible. Sin embargo, el general supo de qué forma proceder. Dividió su ejército en pequeños grupos, y tras ubicarlos sobre caminos diferentes, los hizo converger sobre la fortaleza de tal modo que arribaran de forma simultánea. La fortaleza fue capturada, y el rey obligado a mantenerse en el exilio".

Tras una actividad de razonamiento lógico destinada a separar contextualmente la fase de codificación de la fase de recuerdo, se les dio a los/as participantes un problema a resolver y debieron encontrar una o más soluciones. Se trataba del ya conocido problema de la radiación (Duncker, 1945):

> "Suponga usted que se enfrenta con un paciente que tiene un tumor maligno en el estómago. Resulta imposible operar al paciente, pero si no se destruye el tumor el paciente morirá. Existe un tipo de rayo que podría utilizarse para destruir el tumor. Si estos rayos alcanzan al tumor a una intensidad suficientemente alta, lo destruirán. Por desgracia, a esta intensidad también destruirían al tejido sano a través del cual deben pasar para alcanzar al tumor. A bajas intensidades estos rayos serían inofensivos para los tejiidos sanos, pero también resultarían ineficaces para el tumor. Qué tipo de procedimiento podría usarse para destruir el tumor con los rayos, pero evitando destruir los tejidos sanos?"

La historia militar y el problema del tumor comparten un sistema casi idéntico de relaciones y roles. En ambas historias existe una fuerza que, aplicada con gran intensidad, puede destruir un objetivo, pero simultáneamente dañar zonas circundantes que deben ser preservadas (las aldeas alrededor de la fortaleza y los tejidos sanos del paciente). Por lo tanto, la recuperación de la primer historia desde MLP aportaría una estrategia de dispersión y convergencia (como la del ejército que se divide y luego se concentra en la fortaleza) que podría resolver también el problema de la radiación.

Gick y Holyoak (1980) implementaron dos condiciones experimentales. Mientras que a uno grupos se les preguntó si alguna de las historias de la fase anterior podrían resultar de utilidad para resolver el problema de la radiación, al otro grupo no se les dió ninguna pista acerca de la conexión entre ambas fases. El contraste entre ambas condiciones fue notable: mientras que los/as participantes que recibieron la pista de considerar las historias de la primera fase transfirieron la solución de convergencia en un 75% de los casos, los/as participantes que no recibieron dicha indicación sólo transfirieron la solución en un 30% de los casos.

La explicación que sugieren los autores es que la pista de comparación produjo que los/as participantes recordaran la historia previa y, al tener ambas historias simultáneamente en MT, pudieran encontrar las eventuales correspondencias analógicas entre el problema meta y alguna de las tres historias base. Aunque cada una de estas comparaciones estructurales puede conllevar centenares de cómputos (como se explica en el siguiente apartado de modelos computacionales), la posibilidad de establecer estas operaciones en un tiempo real resulta psicológicamente plausible. En cambio, la posibilidad de recuperar la historia del general sin pista o indicación de cuál historia considerar, no sería asequible en tiempo real porque implicaría establecer comparaciones estructurales entre el análogo meta activo en en MT e innumerables situaciones almacenadas en la MLP. Varios autores han considerado este cómputo como psicológicamente implausible (e.g., Forbus, Gentner y Law, 1995, Thagard, Holyoak, Nelson, y Gochfeld, 1990).

Spencer y Weisberg (1986) cuestionaron la debilidad de la separación contextual entre la fase de aprendizaje y la fase de prueba en el experimento 4 de Gick y Holyoak (1980) y realizaron un experimento para poner evaluar la recuperación espontánea bajo separaciones contextuales y temporales mas similares a las de la vida real. Tras leer la historia militar antes utilizada por Gick y Holyoak, alumnos/as de un curso de Psicología respondieron preguntas sobre ella. A efectos de incrementar la separación contextual entre las fases, los investigadores que administraron la primera fase se retiraron y otros investigadores diferentes a los de la fase anterior presentaron el problema de la radiación en el marco de un estudio independiente al anterior.

En este caso, solo el 12% de los/as estudiantes propusieron soluciones convergentes.

Estos hallazgos de Gick y Holyoak (1980) y Spencer y Weisberg (1986) coinciden en demostrar las notorias dificultades que impiden la recuperación de análogos base que no mantienen similitudes superficiales con un análogo meta. A efectos de determinar en qué medida la presencia de estas similitudes facilita la recuperación, Keane (1987) manipuló la distancia semántica entre los análogos base y meta. Un grupo de participantes recibió historias base y meta intradominio (pertenecientes a un mismo dominio temático), mientras los/as participantes de la segunda condición recibieron dos historias interdominio (diferentes dominios temáticos, es decir, sin coincidencias superficiales). De modo similar a como lo hicieron Spencer y Weisberg (1986), los/as participantes de la condición interdominio recibían la historia del militar por parte del tutor de un curso sobre psicología cognitiva, en el contexto de una demostración práctica sobre fenómenos clásicos de la memoria. Los/as participantes de la condición intradominio, en cambio, leyeron una historia literalmente similar al problema de la radiación de Dunker (1945), con una organización textual similar a la de la historia militar:

> "Un cirujano intentaba usar cierto tipo de rayo para destruir un cáncer ubicado en el centro del cerebro de un paciente. A efectos de destruir el tejido canceroso, necesitaba aplicar dichos rayos a gran intensidad. Sin embargo, a la requerida intensidad los tejidos sanos circundantes también serían dañados. Tras mucho razonar, supo exactamente cómo proceder. Dividió los rayos en varios haces de baja intensidad, y los enfocó hacia el cáncer desde distintas direcciones. Estos rayos convergieron simultáneamente sobre el tejido canceroso, adquiriendo suficiente intensidad como para destruirlo".

Sobre el final de la clase, los experimentadores ingresaron al aula solicitando la participación de estudiantes para participar en un estudio sobre solución de problemas a realizarse en los días subsiguientes. Antes de recibir los problemas meta, los/as participantes leyeron instrucciones que explicaban el rol de las analogías en la solución de problemas, ilustrado con ejemplos de analogías interdominio. Luego los/as participantes recibieron el problema de la

radiación junto a dos problemas distractores, y se les pidió que pensaran en problemas análogos antes de comenzar a resolverlos. Al igual que en Spencer y Weisberg (1986), sólo el 12% de los/as participantes recuperaron el análogo base interdominio. En contraste, el análogo base intradominio fue recuperado en el 88% de los casos, demostrando cuán determinantes son las similitudes superficiales en la recuperación.

En un experimento subsiguiente, Keane (1987, Experimento 2) procuró determinar hasta qué punto los elementos superficiales de análogo base y meta debían coincidir. Empleó dos nuevos análogos base en los cuales un elemento central en una condición era idéntico (rayos) y en otra condición era similar (láser) al elemento crítico en el problema del tumor. En estos problemas, "un General intentaba destruir un misil intercontinental utilizando cierto tipo de (rayos/láser), capaces de atravesar la atmósfera a una gran velocidad. Si bien los (rayos de gran intensidad/láser de gran poder) lograrían destruir el misil, (rayos de tal intensidad/laser de tal poder) calentarían el aire a través del que habrían de viajar, distorsionando los propios haces". Las historias concluían afirmando que "tras mucho razonar, el General dividió los (rayos de gran intensidad/lasers de gran poder) en varios haces de menor (intensidad/poder) y los apuntó hacia el misil desde distintas direcciones. Al converger simultáneamente sobre él, generaron un haz suficientemente fuerte como para destruirlo".

Tomadas en conjunto, la recuperación de estos dos problemas (55%) superó a la recuperación del problema militar original, lo que el autor interpretó en términos de que no resulta necesario que el análogo base provenga del mismo dominio temático que el análogo meta. Por su parte, el hecho de que la recuperación del problema con elementos meramente similares (58%) haya resultado superior a la del análogo base que poseía elementos idénticos (53%), sugiere es la similitud semántica y no la identidad léxica el factor que facilita la recuperación de situaciones análogas.

Tomados en conjunto, los estudios existentes sobre solución de problemas por analogía convergen en demostrar que la probabilidad de recuperar espontáneamente un análogo desde MLP resulta extremadamente baja en aquellos casos en los que el análogo base y el análogo meta no

comparten elementos semánticamente similares y resulta intermedia o alta presencia de similitudes superficiales.

1.3.2 La explicación computacional de la dificultad de recuperación analógica

Una forma de explicar la dificultad de la recuperación analógica estructural ha sido con modelos computacionales (Falkenhainer, Forbus y Gentner, 1989; Hummel y Holyoak, 1997). Estos modelos demuestran que los procesos de recuperación analógica son muy costosos computacionalmente. Encontrar analogías entre estructuras implica alinear elementos de dos representaciones mentales que tienen estructura común, es decir, que son similares por la manera en que se relacionan.

El modelo MAC/FAC de Forbus, Gentner, y Law (1995) se propone emular y explicar dos fenómenos psicológicos aparentemente contradictorios y contraintuitivos: (a) En algunas ocasiones se producen recuerdos puramente estructurales (los que suelen referirse como recuerdos "analógicos" propiamente dichos). El establecimiento de analogías de todo tipo, incluso estructurales, es un proceso cotidiano y ubicuo cuando las representaciones comparadas están activas en MT (b) Cuando un hecho activo en MT debe encontrar paralelo con otra situación en MLP, la búsqueda parece ser guiada por pistas superficiales en vez de estructurales. Realizar una comparación estructural entre la situación en MT y todas las situaciones almacenadas en MLP resulta computacionalmente (y psicológicamente) imposible. Según Forbus et al. (1995) el proceso de recuperación analógica parece estar gobernado por dos etapas sucesivas: (1) una fase de búsqueda de coincidencias superficiales (la fase MAC, por Many Are Called), y (2) una fase de selección de aquellas coincidencias superficiales recuperadas en la fase previa que satisfacen el requisito de ser, además, coincidencias estructurales (la fase FAC, por Few Are Chosen). La etapa FAC es responsable de la alineación estructural, la interpretación y la evaluación de los candidatos presentados por la etapa MAC. Para cada una de las situaciones seleccionadas por la fase MAC, comienza creando todas las correspondencias posibles entre relaciones idénticas, y luego entre los

argumentos de esas relaciones, hasta quedarse con aquellas que cumplen tres restricciones: (a) el mapeo uno-uno, que asegura que un elemento en una representación solo corresponde a un elemento en la otra representación (b) la restricción de "conectividad paralela", que garantiza que las entidades que juegan el mismo rol en cada representación se pongan en correspondencia entre sí, y (c) la restricción "sistemática", que asegura una preferencia por las estructuras con mayor número de niveles.

Este proceso tan complejo, requiere mucha memoria. Cuando las dos situaciones, la situación meta y la situación base están ambas en MT –una situación típica es, por ejemplo, cuando un profesor presenta dos ejemplos de un mismo concepto- es probable que se logre establecer con éxito la analogía estructural. Pero cuando sólo una de ellas está activa en MT y la situación análoga debe recuperarse de MLP, -por ejemplo, tener que resolver un problema nuevo utilizando un problema conocido, o tener que completar preguntas de examen sobre nuevos ejemplos de conceptos almacenados en MLP-, las búsquedas sólo serán exitosas si las nuevas situaciones comparten con las situaciones pasadas tanto los aspectos superficiales como los estructurales, ya que de no presentar similitudes superficiales no pasarán el primer filtro. Esto explica que las recuperaciones puramente estructurales resulten tan infrecuentes.

1.3.3 Intervenciones para promover la recuperación estructural

Desde principios de 1970, a partir de los conceptos de *guión* y *esquema* para representar el conocimiento en memoria (Mandler, 1978; Minsky, 1974; Schank, 1982; Schank & Abelson, 1977) surgió la noción de índexación como forma de localizar situaciones o eventos almacenados. Las categorías más generales que contienen rasgos comunes a varias situaciones funcionan como índices de las mismas. Cuando una situación puede ser localizada en memoria por ser un caso específico de una categoría más general o índice, dicho índice permanece disponible en MLP para ser activado por cada nueva situación similar, sirviendo de conexión entre la situación actual y las que previamente lo activaron. Dado que cualquier par de situaciones análogas pueden reformularse como caso de una categoría más general, la generación

de un esquema abstracto a partir del análogo base debería aumentar sus probabilidades de ser recuperado al procesar otra situación análoga. En aquellos casos en los que el análogo base y el análogo meta difieren en las características superficiales pero comparten un mismo sistema de relaciones, cualquier técnica que permita eliminar las características de superficie del análogo base podría facilitar su recuperación (Kurtz y Loewenstein, 2007).

La investigación en diversos ámbitos profesionales y educativos ha desarrollado métodos para promover la recuperación analógica (Catrambone y Holyoak, 1989; Gentner et al., 2003; Kurtz y Loewenstein, 2007; Linsey et al., 2012; Minervino et al., 2017). La comparación de ejemplos análogos para resaltar su estructura relacional común ha demostrado ser el método más efectivo para fomentar la recuperación analógica durante la resolución de problemas (Gick y Holyoak, 1983; Goldwater y Gentner, 2015; Kurtz et al., 2001), especialmente cuando los ejemplos análogos comparten el principio clave mediante el cual se resuelve el problema meta, (por ejemplo, Gentner et al., 2003). Otras manipulaciones también han logrado promover un resaltado de la estructura relacional abstracta de los ejemplos, por ejemplo, presentar un único ejemplo acompañado de un esquema abstracto (Mandler y Orlich, 1993), brindar entrenamiento para generar un problema análogo (Bernardo, 2001). Estas representaciones relacionales abstractas más elaboradas tienen más probabilidades de ser activadas por futuros análogos que compartan la estructura relacional. Sin embargo, en situaciones del mundo real, cuando no hay ninguna persona ocupándose de brindar ejemplos análogos, no hay un modo natural de promover el resaltado de dicha estructura (Loewenstein, 2010), y tampoco es viable reaprender lo que ya fue codificado de manera subóptima. Por lo tanto, los métodos pedagógicos, desde el inicio deberían señalar la importancia de adquirir conjuntos relacionales de conocimientos, de modo tal de inducir un pensamiento relacional que se sostenga a sí mismo. Un modo de promover el pensamiento relacional es brindar ricos repertorios de ejemplos que demuestren la riqueza y variedad de los contenidos que pueden estar asociados a una misma estructura relacional. Esta diversidad temática podría incluso promover un modo de pensamiento más abierto, en el sentido de no estar limitado a

conjuntos de ejemplos pertenecientes a un mismo dominio. Diversidad y relacionalidad funcionan como dos aspectos inseparables de un mismo proceso. Aumentar la diversidad de contenidos asociados a un mismo esquema, promovería el resaltado del esquema, la recuperación del concepto y un modo de pensar relacional.

Capítulo 2. La categorización en psicología cognitiva

Los términos “Aprendizaje de conceptos” y “categorización” refieren por lo general a dos formas diferenciadas de abordaje de un mismo fenómeno desde líneas de investigación paralelas que solo recientemente han comenzado a integrarse bajo una perspectiva que percibe cierta complementariedad entre psicología cognitiva y educativa (Goldwater y Schalk, 2016). Aprendizaje de conceptos es una línea de investigación que se origina especialmente en la psicología educativa instruccional, dedicada al estudio de los conceptos abstractos, especialmente en ambientes educativos formales, mientras que las teorías sobre categorización se han ido desarrollando en el marco de estudios cognitivos (para una revisión ver (Murphy, 2002). Estas teorías investigaron en sus inicios categorías naturales referidas a objetos, pero recientemente la investigación se ha dirigido hacia el estudio de las categorías relacionales que coinciden con el tipo de conceptos estudiado por la psicología educativa. En este capítulo, se describirá la línea de investigación de categorías propia del paradigma cognitivo.

2.1 Visión clásica

El estudio de las categorías y conceptos desde la psicología cognitiva tiene una larga tradición enfocada en el aprendizaje, en la representación mental de categorías, y en cómo resultan posibles la inducción y la deducción a partir de ellas. La primer visión de cómo se representan mentalmente las categorías fue denominada “la visión clásica” por Smith y Medin (1981), porque durante décadas se concibió que la manera en que se representaban mentalmente los conceptos coincidía con las normativas lógicas provenientes de la filosofía de la antigüedad clásica.

Los sofistas, en la antigua Grecia, sostenían que la verdad era relativa y subjetiva, es decir, que variaba según las opiniones y creencias individuales. Consideraban que no había una verdad absoluta y que cada persona podía tener su propia versión de la realidad. Para ellos, el lenguaje y la retórica eran herramientas poderosas para persuadir y convencer, sin necesidad de llegar a una verdad universal. En contraste, Aristóteles defendía la existencia de una verdad objetiva y universal. De ahí su lucha por establecer que las cosas y los

conceptos tenían una naturaleza definida y que era posible conocer y afirmar su verdadera esencia. Centrado en la lógica, la observación y una argumentación basada en la naturaleza de las cosas, en contraposición a la retórica persuasiva y el relativismo de los sofistas, sostuvo que una cualidad aislada no tenía sentido sino en combinación con otras para afirmar algo: “toda afirmación es, al parecer, verdadera o falsa, mientras que ninguna de las cosas dichas al margen de toda combinación es ni verdadera ni falsa (Aristóteles, Tratados de Lógica (Organon) I, 2a6-10).

Aristóteles consideraba que la capacidad de afirmar la verdad o falsedad de cada entidad era fundamental ya que todas las afirmaciones pueden ser consideradas verdaderas o falsas, mientras que las cosas que se expresan sin ninguna combinación no pueden ser consideradas ni verdaderas ni falsas. Ese es el origen de las definiciones tal como se concibieron desde la antigüedad.

Para Aristóteles, cada definición (establecer “qué es” una cosa), se construía mediante una proposición lógica basada en el género próximo y la diferencia específica de cada entidad en particular. Por ejemplo, el hombre es un “animal racional”: Establece que el hombre pertenece al género animal y se diferencia de otros animales por su racionalidad. Cada definición incluye características que son necesarias y suficientes para determinar si una entidad es miembro de una categoría o no lo es. La cualidad de ser racional, es fundamental en la definición de la categoría hombre. De no estar presente esta cualidad, como en el caso de los animales que no son racionales, el animal señalado no puede definirse como hombre.

Desde esta concepción, al observar el mundo, cada objeto puede ser definido según sus propiedades esenciales y, por otra parte, también es posible poner a prueba cada definición. Por ejemplo, si se puede afirmar de un ser que es efectivamente un hombre, pero no tiene la cualidad de ser racional, debería poder modificarse la definición de hombre para que incluya también a hombres no racionales.

Otro aspecto de la visión clásica es la restricción lógica del tercero excluido. En este sistema de categorización no se admite una tercera

posibilidad. Se es hombre o no se es hombre. No se puede *ser y no ser* al mismo tiempo una cosa, tener y no tener una cualidad simultáneamente.

En base a suposición de que la visión clásica era correcta -es decir, que los humanos asignan un individuo a una categoría por medio de verificar si posee los atributos definitorios de la categoría- las primeras investigaciones psicológicas se proponían indagar de qué manera las personas realizaban esta inferencia. En los estudios empíricos que surgieron a partir de la visión clásica típicamente los/as participantes clasificaban objetos según su pertenencia a una categoría específica. En una serie de experimentos, Bruner, Goodnow y Austin (1956) presentaban a los/as participantes una serie de tarjetas con imágenes o descripciones, y se les pedía que determinaran si cada elemento pertenecía a una categoría específica o no, recibiendo retroalimentación acerca de sus respuestas. Mientras que para conceptos sencillos, la clasificación podía lograrse en pocos intentos, para conceptos difíciles los/as participantes podían tener que pasar por las tarjetas varias veces antes de lograr una precisión perfecta. Los/as investigadores/as exploraron diversos aspectos, como la influencia del número de atributos en la regla de clasificación, las relaciones utilizadas en la regla (por ejemplo, "y" vs. "o"), la forma en que se presentaban los ejemplos de las categorías (por ejemplo, si se mostraban en un orden establecido o si los/as participantes podían seleccionar los que deseaban), la complejidad de los estímulos, entre otros. El enfoque basado en la visión clásica tuvo sus limitaciones y se enfrentó a desafíos. Aunque útiles para comprender el aprendizaje de reglas abstractas, estos experimentos nos brindan escasa información sobre cómo las personas aprenden conceptos naturales.

El trabajo innovador de Eleanor Rosch en la década de 1970 desafiaba la visión clásica y tuvo un impacto significativo en su desaparición como teoría dominante en el campo. Tanto los argumentos teóricos como el la obtención de datos empíricos contribuyeron a este cambio (Mervis y Rosch, 1981; Rosch, 1978; Smith y Medin, 1981). Si bien algunos teóricos aún defienden la visión clásica, en general ya no es una teoría respaldada por los/as investigadores/as en esta área.

2.2 Teoría de los prototipos

En respuesta a los problemas planteados por la visión clásica, varios/as investigadores/as han intentado modificarla para que pudiera explicar cuestiones vinculadas a la tipicidad y la ambigüedad de membresía. Ellos argumentaron que en la representación de categorías deben distinguirse dos procesos asociados: los procesos básicos y los procesos de identificación. Los primeros refieren al núcleo del concepto, y los segundos a sus rasgos característicos. Los procesos básicos se refieren a las definiciones de los conceptos, pero no están totalmente esclarecidos. Por otra parte, se sabe que las personas retienen información sobre los conceptos que no es parte de las definiciones. Esta información adicional se usa para identificar el miembro de una categoría o para utilizar información con otro objetivo distinto del de definir. Por ejemplo, no todas las aves pueden volar, por lo que la capacidad de volar no pueden ser parte de la definición de la categoría de aves. Por otra parte, un animal capaz de volar podría no ser un ave, tal es el caso del murciélago, que es un mamífero. Sin embargo, dado que una gran cantidad de aves pueden volar, sigue siendo útil utilizar esta capacidad como una forma de identificar algo como un ave en primera instancia, aunque luego, en una observación más detenida, recurriendo a la definición, se llegue a la conclusión de que es un mamífero. Según esta adaptación de la teoría clásica, la capacidad de volar se consideraría parte de los procedimientos de identificación, que nos ayudarían a reconocer a las aves, sin ser parte del núcleo del concepto que contiene solo la definición. Podemos llamar a la capacidad de volar un rasgo característico, ya que generalmente es cierto para las aves, aunque no siempre.

Sin embargo, surge la pregunta sobre qué función cumple el núcleo del concepto si no se utiliza para identificar a los miembros de la categoría. Una propuesta es que las personas utilizan los procedimientos de identificación para una categorización rápida y menos confiable, mientras que recurren al núcleo del concepto para un razonamiento o una categorización más cuidadosa. Por ejemplo, se ha observado que las personas tardan más en identificar números pares menos típicos que aquellos que son más típicos (por ejemplo, 4 es un número par más típico que 46). Aunque pueden utilizar los

procedimientos de identificación inicialmente, al final pueden utilizar el núcleo del concepto para tomar la decisión correcta. Sin embargo, es importante considerar si este argumento se puede aplicar a elementos que no tienen reglas tan claras.

En resumen, los efectos de la tipicidad serían el resultado de los procedimientos de identificación, mientras que otros comportamientos, como la clasificación (categorización), dependerían principalmente del núcleo del concepto. Hampton (Hampton, 1988, 1995) ha examinado la relación entre las medidas de tipicidad y los juicios de membresía. Según el punto de vista clásico revisado, la tipicidad no está realmente relacionada con la pertenencia a una categoría, sino que simplemente refleja los procedimientos de identificación. Por lo tanto, según esta visión, debería esperarse que las clasificaciones basadas en categorías atípicas como “las ballenas son mamíferos” o “los pingüinos son aves” serían tan naturales como las basadas en elementos típicos “el 2 es un número par” o “el perro es un mamífero” (Armstrong et al., 1983; Osherson & Smith, 1981). Sin embargo, los resultados de Hampton en varios dominios muestran que las clasificaciones de tipicidad son mejores predictores de categorización correcta que los procesos basados en la definición en tanto núcleo conceptual. Estos resultados contradicen la visión clásica revisada.

La teoría clásica de las categorías tiene la ventaja de explicar cómo se pueden organizar jerárquicamente. Las categorías pueden formar conjuntos anidados en los que cada categoría incluye a las categorías inferiores. Por ejemplo, una rosa roja es un tipo de rosa, que a su vez es un tipo de flor, y así sucesivamente. Esta jerarquía se basa en la idea de que si todos los miembros de una categoría son también miembros de otra categoría, entonces la definición de esta última debe incluirse en la definición de la primera. Esta regla garantiza que la pertenencia a la categoría sea transitiva. La anidación de las definiciones proporciona una forma de explicar cómo se forman las jerarquías de categorías.

La teoría revisada sobre las categorías ha sido respaldada por pruebas empíricas y argumentos sólidos. Sin embargo, también ha enfrentado críticas. Por ejemplo, el estudio de Hampton (1979) investigó las propiedades de

diferentes categorías y trató de diferenciar entre características definitorias y no definitorias. Aunque identificó características necesarias para cada categoría, encontró que tener todas estas características no garantizaba que un elemento fuera considerado miembro de la categoría. Además, descubrió que contar la cantidad de características relevantes, incluyendo las no definitorias, podía predecir la probabilidad de que un elemento fuera considerado miembro de la categoría. Estos hallazgos sugieren que las características no definitorias también desempeñan un papel importante en la determinación de la pertenencia a una categoría, no solo las características principales.

La tipicidad es un fenómeno gradual en el cual los elementos pueden ser extremadamente típicos, moderadamente típicos, atípicos o miembros *límite* de la categoría. Aunque los/as investigadores/as de distintas teorías hablan de prototipos, casos límite y elementos típicos y menos típicos, esto no implica que las personas representen la categoría por un solo prototipo. Existen varias formas en las que podrían representar esta información.

La pregunta sobre qué hace que algo sea típico o atípico se relaciona con la frecuencia del elemento, pero no es tan simple. Por ejemplo, la frecuencia simple no siempre predice la tipicidad de un elemento. Rosch y Mervis (1975) argumentaron que los elementos son típicos cuando tienen un alto parecido familiar con los miembros de la categoría, es decir, comparten atributos que se superponen con los de otros miembros de la categoría. En contraste, los elementos considerados menos prototípicos son aquellos con menor parecido familiar, y con mayor similitud con miembros de otras categorías.

Rosch y Mervis respaldaron esta afirmación mediante un estudio en el que evaluaron la tipicidad de diferentes elementos en distintas categorías naturales. Los elementos percibidos por los/as participantes como mas típicos de la categoría tendían a tener más atributos comunes que los elementos atípicos. Por ejemplo, en la categoría de muebles, los cinco elementos más típicos tenían trece atributos en común, mientras que los menos típicos solo tenían dos atributos en común. Este resultado respalda la hipótesis de semejanza familiar.

La segunda parte de la hipótesis, que los elementos típicos no tendrán características que se encuentran en otras categorías, resulta más difícil de probar debido a la recopilación extensa de atributos de todas las categorías relacionadas. Sin embargo, Rosch y Mervis encontraron evidencia de esta hipótesis en dos categorías más específicas: sillas y automóviles. Cuanto más frecuentemente un objeto de la categoría "silla" tiene características que se asemejan a objetos que no son típicos de una silla (por ejemplo, si una silla tiene características más similares a una mesa), menos típica será considerada esa silla. Lo mismo se aplica para los automóviles: si un objeto clasificado como automóvil tiene características que lo hacen más similar a un objeto no típico de un automóvil (por ejemplo, si tiene características más cercanas a una motocicleta), se considerará menos típico dentro de la categoría de automóviles. En resumen, los resultados de Rosch y Mervis sugieren que la tipicidad se relaciona con la cantidad de atributos comunes que tienen los elementos de una categoría, así como con la ausencia de características propias de otras categorías.

Por su parte, Barsalou (1985) obtuvo resultados similares aplicables a categorías orientadas a metas, incorporando las nociones de tendencia central, frecuencia de instanciación, e ideales. Los ideales son características que deben tener los ejemplares para que sirvan mejor a una meta asociada con su categoría. Por ejemplo, un alimento ideal para comer en una dieta es uno que tenga *cero calorías*. Cuantas menos calorías tenga un ejemplar, mejor servirá al objetivo asociado con su categoría, en este caso, perder peso. Este ideal parece determinar la estructura graduada en la que los ejemplares con un número decreciente de calorías constituyen ejemplares cada vez mejores de la categoría.

Los estudios de Rosch y Mervis (1975) y Barsalou (1985) examinaron los determinantes de la tipicidad en las categorías naturales. Ambos estudios utilizaron medidas correlacionales para explorar cómo las características comunes y la falta de superposición con otras categorías influyen en la tipicidad. Rosch y Mervis encontraron que los elementos con mayor similitud familiar eran aprendidos más fácilmente y se consideraban más típicos. Además, los elementos con características que se superponían con otra

categoría eran más difíciles de aprender y se percibían como menos típicos. Barsalou amplió estos hallazgos al introducir tres variables adicionales: tendencia central, frecuencia de instanciación e ideales. Encontró que los elementos más similares a otros miembros de la categoría (tendencia central) eran percibidos como más típicos. Además, la frecuencia con la que un elemento se consideraba miembro de la categoría (frecuencia de instanciación) también influyó en la tipicidad. Por último, los ideales, es decir, cómo los elementos se ajustaban a los objetivos principales de la categoría, también desempeñaron un papel en la tipicidad. La importancia del trabajo de Barsalou radica en la introducción de la noción de categoría *ad hoc*, precursora de las categorías relacionales, que se tratarán al final de este capítulo. En general, estos estudios demuestran que el parecido familiar, la tendencia central, la frecuencia de instanciación y los ideales son factores que influyen en la tipicidad de las categorías naturales. Aunque la visión clásica ha perdido fuerza en la psicología de los conceptos debido a su dificultad para encontrar definiciones y explicar fenómenos como la tipicidad, todavía persisten algunas preguntas sobre la causalidad y la importancia relativa de estas variables.

Si bien la teoría de los prototipos desarrollada por Eleanor Rosch permite explicar un conjunto de datos empíricos que la visión clásica dejaba de lado, aún hay preguntas sin respuesta en cuanto a cómo tratar las dimensiones continuas y cómo determinar el umbral de clasificación. Existen dos enfoques posteriores relacionados con esta teoría que revisten gran interés para el aprendizaje de conceptos, tema de esta tesis:

(a) *Combinaciones de características*: Algunos teóricos proponen que la representación de una categoría debe incluir no solo características individuales, sino también combinaciones de dos o más características. Sin embargo, esta propuesta ha sido cuestionada debido a la explosión combinatoria que ocurre al considerar todas las posibles combinaciones. Aunque algunos modelos han mostrado cierta utilidad para explicar datos experimentales, generalmente no han tenido tanto éxito como otros enfoques matemáticamente especificados. (b) Esquemas: Los esquemas son representaciones estructuradas que dividen las propiedades de un objeto en

dimensiones y valores. A diferencia de una simple lista de características, los esquemas permiten representar las relaciones entre las características y establecer restricciones en los valores permitidos. Esta forma de representación proporciona una imagen más completa de un concepto y evita algunas limitaciones de las listas de características. Los esquemas han sido considerados una mejora en la representación de conceptos.

En general, se reconoce que una lista de características es una forma abreviada de representar lo que las personas saben sobre una categoría, pero no captura completamente la complejidad y la riqueza de los conceptos del mundo real. Los esquemas pueden ofrecer una descripción más completa y representar las relaciones entre las características, lo que resulta fundamental para comprender un objeto en su totalidad. Sin embargo, es importante tener en cuenta que los modelos utilizados en experimentos a menudo simplifican los conceptos y pueden subestimar su complejidad en la vida real.

2.3 Teoría de los ejemplares

La teoría de los ejemplares propuesta por Medin y Schaffer (1978) es radicalmente diferente de las teorías anteriores en que rechaza la idea de que las personas construyen una representación única para referir a todo el concepto. En cambio, el concepto de una persona es el conjunto de los ejemplos individuales que recuerda. Por ejemplo, el concepto de "flor" para una persona sería el conjunto de posiblemente centenares de flores que ha visto y recuerda. No hay, como en la visión clásica, una definición que incluya a todas las flores, por ejemplo “brote de algunas plantas rodeado de hojas de color (pétalos) del cual saldrá el fruto”. Tampoco hay una representación única del concepto de flor que tenga un número elevado de características pertenecientes a la categoría flor y pocas con los miembros de otras categorías como arbusto, sino el conjunto de flores que esa persona recuerda.

Cuando se encuentra con un nuevo objeto y quiere determinar si es una flor, según esta teoría las personas consultan rápidamente su memoria para ver a qué objetos se parece más. Si la mayoría de los objetos similares son flores, entonces concluye que el nuevo objeto también es una flor. Por

ejemplo, si ve una margarita en su jardín, la compararía con otras flores que ha visto y concluiría que también es una flor. En esta teoría, la similitud juega un papel importante. La similitud se calcula ponderando cuán similares son los objetos en relación con los ejemplos que se recuerdan. La margarita en el jardín puede ser muy similar a algunas zinnias recordadas, moderadamente similar a algunas dalias recordadas y apenas similar a una cala. Al sumar todas las similitudes, se obtiene más evidencia de que el objeto es una flor más que cualquier otra cosa.

Al igual que la teoría de los prototipos, esta teoría puede dar cuenta de los fenómenos empíricos asociados a la tipicidad, tales como el hecho de que los ejemplares más típicos son aquellos que resultan muy similares a muchos miembros de la categoría. Por ejemplo, una margarita es extremadamente similar a muchas flores de jardín y menos similar a otras flores menos conocidas. Por esto es que la margarita se considera una flor típica. En cambio, una planta carnívora de gran tamaño, o una flor exótica con forma de paloma, tienen menos parecido con otras flores conocidas y tienen cierto parecido con algunos objetos no florales, por lo tanto, se consideran flores no típicas.

Una de las cuestiones que se plantean en relación a los ejemplares es que si todos los encuentros con instancias de un objeto se almacenan en la memoria, luego estos encuentros afectarán la forma en que se identifica ese objeto en el futuro. En un estudio en el que se utilizaron parches de colores como estímulos, Nosofsky (1988) manipuló la frecuencia de presentación de los parches. Se encontró que la frecuencia con la que se presentaron los ejemplares durante el aprendizaje tuvo un efecto en las decisiones de categorización posteriores. Esto sugiere que cada presentación del estímulo se considera como un ejemplo separado, en lugar de contar solo los tipos o categorías. A su vez, el ítem más frecuentemente presentado fue considerado más típico de su categoría, incluso cuando los atributos de saturación y brillo no estaban directamente relacionados con la categoría. Esto indica que la frecuencia de aparición de un estímulo puede influir en cómo se categoriza, incluso cuando la frecuencia no es un indicador relevante de la categoría en general. Esto sugiere que la exposición repetida influye no solo en la

formación de categorías si no también en la percepción de la tipicidad de los ejemplares.

Barsalou et al. (1998) señalaron un posible problema con esta interpretación, ya que las personas podrían pensar que los estímulos eran objetos diferentes, incluso si parecían idénticos. Barsalou y sus colaboradores mostraron a dos grupos de personas exactamente el mismo conjunto de items durante el aprendizaje. Sin embargo, mientras a un grupo le dijeron que cada estímulo era único, al otro grupo le dijeron que algunos ejemplares se repetían. Esta manipulación no tuvo ningún efecto sobre los conceptos que las personas formaban; el ejemplar muy frecuente tuvo un fuerte efecto en ambas condiciones. Es decir, no importa si el sujeto piensa que está viendo siempre la misma silla o si piensa que son 70 sillas diferentes, el efecto en su concepto de silla es el mismo. Los resultados sugieren que lo más importante es el encuentro con los objetos, no los objetos en sí.

En resumen, la teoría de los ejemplares propone que en lugar de utilizar un prototipo o una definición abstracta para representar una categoría, las personas almacenan en su memoria encuentros con ejemplares específicos de la categoría. Cuando se encuentran con un nuevo estímulo o situación, las personas comparan ese estímulo con los ejemplares almacenados en su memoria. Cuanto mayor sea la similitud entre el nuevo estímulo y los ejemplos almacenados, mayor será la probabilidad de que el nuevo estímulo se clasifique dentro de la categoría.

2.4 Categorías relacionales

A pesar del progreso entre el paradigma clásico y los paradigmas subsiguientes, la mayor parte de la investigación se ha centrado en estudiar categorías basadas en entidades individuales representadas por un conjunto de propiedades compartidas por todos los miembros de la categoría (Rips et al., 1973; Rosch y Mervis, 1975).

En las secciones anteriores, se revisaron las propuestas de que la representación mental de los conceptos o categorías consiste en un conjunto

de atributos necesarios y suficientes, en una representación sumaria (prototipo) en la que los atributos comunes a una categoría poseen un "peso" proporcional a su frecuencia de instanciación (Rosch y Mervis 1975), o en una colección de ejemplares (Medin & Schaffer, 1978; Nosofsky, 1986). La diferencia entre los paradigmas mencionados radica en cómo se establecen los criterios de pertenencia a dicha categoría y cómo se determina la similitud entre un objeto y la categoría. Por ejemplo, mientras que la visión clásica se basa en reglas lógicas y definiciones precisas, por ejemplo, “el hombre es un animal racional” (Smith & Medin, 1981), el enfoque de los prototipos se centra en representaciones de las características más comunes de una categoría, por ejemplo, las aves prototípicas son las que tienen alas y plumas, vuelan y ponen huevos, aunque existan aves que no tengan alguno de estos rasgos (Rosch & Mervis, 1975). Por su parte, en la teoría de los ejemplares los juicios de similitud y pertenencia se basan en el conjunto de casos conocidos que dependen de la experiencia individual con la categoría (i.e., todas las aves que ha visto una persona y sus características almacenadas en la memoria, Medin y Schaffer, 1978). Si bien estas teorías resultan apropiadas para conceptos de entidades (e.g., Mesa), no resultan suficientes para explicar el aprendizaje de otros tipos de categorías sumamente relevantes para el aprendizaje escolar.

Barr and Caplan (1987) exploraron la distinción entre categorías representadas intrínsecamente y categorías representadas extrínsecamente. Mientras que una característica intrínseca resulta verdadera para una entidad considerada de forma aislada (como "tiene alas" para un pájaro), una característica extrínseca expresa la relación entre dos o más entidades (por ejemplo, el carpintero "trabaja con" un martillo). Durante los últimos años, ha crecido el interés por estudiar categorías relacionales, basadas en relaciones *extrínsecas*.

Un antecedente importante de esta distinción ya se había anticipado en la sección anterior. En el trabajo de Barsalou (Barsalou, 1985) en relación a la tipicidad de las categorías, ya se aplica una distinción entre categorías de entidad y categorías dirigidas a metas, estas últimas presentadas en una investigación anterior como categorías *ad hoc* (Barsalou, 1983). El término ad

hoc refiere a que estas categorías, tales como “cosas para llevar a la playa”, se construyen para resolver problemas específicos. Sus miembros carecen de similitud intrínseca (toalla, sombrilla, protector solar) ya que lo único que los reúne en una categoría es su utilidad en la situación concreta de estar en la playa. Algunas de estas categorías, tales como “comidas buenas para una dieta de pérdida de peso” mostraban una estructura graduada en torno a un ideal, por ejemplo, si el ideal es cero calorías, serán más típicas las comidas bajas en calorías, que se aproximan al ideal.

Gentner (1981, 1982, 1983) inició una línea de investigación en psicología cognitiva centrada en la distinción entre características intrínsecas de los objetos y relaciones extrínsecas entre objetos. Señaló que identificar y representar características de objetos es relativamente sencillo por su estabilidad en el tiempo y el espacio, que los hace fácilmente identificables y similares entre ellos. En cambio, las relaciones entre objetos son menos cohesivas perceptualmente, y de corta duración. Por ejemplo, dada la definición de un automóvil y la definición un árbol-ambas categorías de objetos físicos- compárese estas definiciones con la definición de la relación espacial de auto que pasa junto a un árbol. O bien, compare la definición de persona con la definición de manifestación, en tanto agrupamiento de personas que realizan un reclamo. Los verbos y las expresiones relacionales, que a menudo refieren a acciones, mutan según el contexto (Gentner & Asmuth, s. f.; Gentner & France, 1988). Reconocer las relaciones comunes entre conjuntos de objetos es más difícil que comprender las cualidades de los objetos en sí.

A partir de estos antecedentes, varios estudios empíricos apoyan el valor teórico de distinguir entre estas diferentes categorías, argumentando sobre la importancia de vincular las categorías relacionales con la cognición de nivel superior que desempeña un rol central en educación (Day & Gentner, 2007; Day & Goldstone, 2011; Gentner et al., 2003; Goldwater et al., 2011; Halford et al., 2010; Penn et al., 2008). Por ejemplo, Gentner y Kurtz (2006) demostraron que los ejemplares de las categorías relacionales generados por los/as participantes son menos similares entre sí que los ejemplares de las categorías basadas en características. Con respecto a la distinción entre categorías gobernadas por rol y categorías basadas en características,

Goldwater y sus colegas (2011) mostraron que las personas tienen más probabilidades de referirse a las propiedades extrínsecas de los miembros al enumerar las propiedades de las categorías gobernadas por rol (por ejemplo, los invitados son amables con los demás), mientras que enumeran más propiedades intrínsecas para categorías basadas en características (por ejemplo, los cuchillos están hechos de metal).

Las categorías relacionales capturan relaciones extrínsecas entre entidades en el mundo en oposición a la similitud intrínseca de las propias entidades (Gentner & Kurtz, 2005), por lo que son bastante particulares dentro de la literatura de categorización en el sentido de que no están restringidas a un dominio particular de conocimiento o conjunto de características superficiales (Goldwater & Schalk, 2016). A menudo, el uso de un concepto relacional (p. ej., retroalimentación) implica transferir la estructura relacional central a través de diferentes dominios de conocimiento (p. ej., biología, negocios, conductas sociales).

Las categorías relacionales son ubicuas en la educación formal y la vida cotidiana (Gentner y Kurtz, 2005; Goldwater y Schalk, 2016; Markman y Stilwell, 2001), por lo que comprender cómo las estructuras relacionales se transfieren a través de dominios temáticos es un elemento clave para comprender el fenómeno más general de la transferencia de conocimiento. Por consiguiente, la transferencia "entre dominios" de conceptos relacionales ha recibido una atención sustancial en la literatura científica (Day & Goldstone, 2012; Goldwater & Schalk, 2016; Loewenstein, 2010; Reeves & Weisberg, 1994). A pesar de que las categorías relacionales están muy vinculadas al establecimiento de analogías y la transferencia (ya que todos los miembros de una categoría relacional son análogos entre sí), sólo unos pocos trabajos han explorado la transferencia de las categorías relacionales entre diversos campos de conocimiento (Honke & Kurtz, 2019; Kurtz et al., 2013; Kurtz & Honke, 2020; Patterson & Kurtz, 2014, 2020; Rehder & Ross, 2001; Snoddy & Kurtz, 2021, 2017).

Al igual que en el estudio de categorías de entidades, el paradigma experimental más utilizado en el aprendizaje de categorías relacionales continúa siendo el aprendizaje por clasificación inductiva. En la fase de

aprendizaje, se presentan ejemplares de unas pocas categorías relacionales y las personas dicen a qué categoría pertenece cada ejemplo recibiendo feedback tras cada nuevo ítem. Aunque al principio solo pueden adivinar, luego de varios ensayos comienzan a aprender la relación entre las propiedades de los ejemplos y las categorías, logrando finalmente identificarlas bastante bien. En la fase de prueba se presentan nuevos ejemplares y las personas los clasifican sin recibir retroalimentación. La estructura básica y la metodología de la tarea de clasificación inductiva permite investigar aspectos críticos del aprendizaje que no se han explotado completamente hasta el momento, basándose en la comparación de ejemplos.

2.3.1 Comparación de ejemplos

Como se anticipó en el Capítulo 1 (“1.3.3 Intervenciones para promover la recuperación estructural”), una de las intervenciones más efectivas para promover la transferencia es proponer la comparación de ejemplos (Christie & Gentner, 2010; Gentner et al., 2003; Gick & Holyoak, 1983; Goldwater et al., 2011; Kurtz et al., 2013; Rittle-Johnson & Star, 2011). El proceso de comparación induce una alineación estructural de los ejemplos que resalta su estructura relacional común, ayudando a representar las relaciones de una manera más abstracta. Por ejemplo, Kurtz et al. (2013) mostraron que la presentación simultánea de pares de ejemplos que definían, al estar juntos, una categoría relacional, sirvió para promover el aprendizaje de esas relaciones espaciales que luego fueron identificadas en otros pares que no compartían similitudes superficiales. Es decir, si dos ejemplos se presentan juntos y de esa yuxtaposición es posible que surja una categorización, esa categoría puede extenderse a otros ejemplos que a simple vista no se perciben como miembros de una categorìa. Si dos ejemplos son análogos comparten una estructura común que posiblemente pueda ser explicitada en forma de una categoría relacional. Por ejemplo, de la observación de un león y su cachorro y la observación de un águila y su polluelo, puede inferirse rápidamente la categoría relacional padre-hijo, aunque el león y el águila no tengan parecido superficial.

Los beneficios de estas comparaciones son claros y convincentes. Alfieri et al., (2013) realizaron un metanálisis que muestra que la comparación de ejemplos es una herramienta altamente efectiva para aprender. Rittle-Johnson y Star (2011) han revisado los tipos de comparaciones que ayudan al aprendizaje de las matemáticas, como comparar diferentes procedimientos de solución con el mismo problema exacto y comparar diferentes problemas entre sí.

A efectos de facilitar el mapeo, la alineación y el descubrimiento relacional pueden ser estimulados mediante una primera comparación de ejemplos que también comparten características superficiales (ver, e.g., Braithwaite y Goldstone, 2015 sobre aprendizaje de combinatoria matemática).

La representación abstracta o más general de estructuras relacionales ayuda a superar el sesgo de la similitud superficial en la recuperación (Gentner et al., 2009, 2009; Loewenstein, 2010). La comparación ayuda a los/as estudiantes a construir esquemas relacionales abstractos y su contenido relacional rico y sistemático sin características superficiales. Dichos esquemas mejoran la recuperación y el acceso directo al conocimiento previo basado solo en la estructura relacional compartida.

A modo de síntesis del Capítulo 2, el estudio de los conceptos y la categorización ha buscado comprender las representaciones mentales y los procesos involucrados en la elaboración de inferencias sobre ejemplos nuevos (Murphy, 2002), de un modo similar a como se investigó en la transferencia analógica (Capítulo 1). Si bien en un principio la literatura de categorización se ha centrado principalmente en conceptos basados en coincidencias de atributos en todos los miembros, con poca relevancia para la transferencia, el trabajo reciente sobre categorías relacionales sugiere que hay puntos de coincidencia entre la literatura sobre categorización y la de transferencia analógica.

Desde la antigüedad hasta la teoría de los ejemplares propuesta por Medin y Schaffer (1978), las investigaciones en el campo de la ciencia cognitiva han tratado las categorías como entidades con atributos. Sin

embargo, ya en la teoría de los ejemplares surge un planteo radicalmente distinto que niega la suposición de que las personas construyen una representación única para referir a un concepto. En cambio, un concepto abarca el conjunto de los ejemplos individuales recordados. Cuando se encuentra un nuevo objeto, para categorizarlo se busca en la memoria a qué objetos se parece más. En esta teoría, la similitud juega un papel importante. En esta transición desde las teorías sobre categorías de entidad a los estudios de categorías relacionales se advierte que los ejemplos pueden ser similares en sus aspectos superficiales o bien pueden ser similares en su estructura compartida. El nuevo campo de las categorías relacionales habilita el trabajo con ejemplos ilustrativos que guardan una similitud profunda pero ya no se asemejan en la superficie, y que por lo tanto no necesitan pertenecer al mismo al mismo dominio. La aplicación de estos conceptos permite, al igual que en el razonamiento analógico, establecer conexiones entre situaciones de diversos dominios temáticos. En virtud de esta posibilidad, surgen una serie de preguntas de importancia para la enseñanza de conceptos relacionales: ¿Cómo tienen que ser los ejemplos proporcionados para ser recordados? ¿Qué ocurre cuando los ejemplos proporcionados no guardan similitudes que resulten rápidamente detectables? ¿Esto dificulta la comprensión y, por ende, el aprendizaje del concepto? La psicología cognitiva, en las investigaciones recientes mencionadas, se ha ocupado de estudiar la comparación entre ejemplos para la adquisición de conceptos relacionales. Los resultados indican que la comparación de ejemplos facilita el aprendizaje al mejorar la alineación y el descubrimiento relacional, así como la construcción de esquemas abstractos basados en la estructura relacional compartida.

Aunque con métodos y objetivos iniciales diferentes a los de la ciencia cognitiva, el iteres por el uso de ejemplos por parte de investigaciones en el campo de la psicología educativa desembocaría en preguntas similares a las suscitadas en el campo cognitivo, encontrando por ende fundamento en las investigaciones del campo cognitivo que se han descrito hasta aquí. El Capítulo 3 pasará revista a dichas investigaciones.

Capítulo 3: Investigaciones en dos tradiciones de la psicología: Psicología educativa y psicología cognitiva

3.1 Caracterización de la psicología cognitiva y la psicología educativa norteamericanas

Desde hace más de dos décadas, a medida que la política educativa cobraba importancia a nivel internacional en las agendas políticas gubernamentales, crecía el interés por la educación como solución a problemas diversos, desde problemas sociales como la identidad, el género y la violencia, hasta problemas socioeconómicos como la exclusión y el desempleo (Tyack y Cuban, 1997). En contraste con los psicólogos cognitivos, los/as educadores/as e investigadores/as de la educación, no estuvieron inicialmente interesados por comprender los mecanismos psicológicos involucrados en la adquisición de conocimientos. Desde sus primeras investigaciones, el foco estuvo puesto en hallar formas de intervenir para mejorar el aprendizaje, diseñando técnicas y didácticas más adecuadas a los problemas concretos que se vivencian en el aula.

En un sentido histórico evolutivo, la psicología cognitiva y la psicología educativa estadounidenses han surgido y se han desarrollado como ramas distintas de la psicología, aunque comparten algunas áreas de interés y se han influenciado mutuamente en ciertos aspectos. Ambas podrían caracterizarse de un modo general según su surgimiento, enfoque, objetivo, metodología, y contribuciones a la educación.

En relación a sus objetivos y metodología, las ciencias cognitivas surgen a mediados del Siglo XX en reacción a las dificultades del paradigma conductista para explicar conductas de cierto grado de complejidad, tales como el lenguaje y el razonamiento matemático. Con base en el nuevo lenguaje de la informática, se interesan por el estudio de los procesos mentales implicados en la adquisición, procesamiento y organización de la información, así como en la estructura y funcionamiento de la mente humana. Mediante la exploración de procesos cognitivos básicos tales como la atención, la percepción, la memoria, el pensamiento y el lenguaje, utilizan

tanto métodos experimentales como técnicas de modelado computacional para dar cuenta de cómo la gente piensa, percibe, memoriza, razona y resuelve problemas. Por su parte, la psicología educativa surge a principios del Siglo XX a partir de los trabajos pioneros de trabajos de Edward Thorndyke y John Dewey. Si bien los psicólogos educativos también se interesan en los procesos cognitivos, centran su interés en aquellos procesos que tienen lugar en entornos educativos formales. En particular, se interesan en comprender y mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje, así como en remediar sus dificultades. A modo de ejemplo, en este ámbito se analiza cómo variables educativas tales como los métodos de enseñanza, el currículum, el entorno de aprendizaje y las interacciones profesor-alumno influyen en el aprendizaje y el rendimiento académico. Utilizan una variedad de métodos de investigación, incluyendo estudios de observación, encuestas, análisis de datos educativos y evaluaciones educativas. También se centran en la aplicación de teorías y modelos educativos en entornos reales.

En la práctica, se da una intersección entre ambos campos disciplinares. Muchos psicólogos educativos se basan en los principios y hallazgos de la psicología cognitiva para informar sus investigaciones y prácticas educativas, y a su vez, los psicólogos cognitivos se interesan por las aplicaciones educativas de sus investigaciones, así como por el modo en el que fenómenos empíricos observados en el ámbito educativo pueden inspirar investigaciones experimentales cuyos resultados den lugar a planteos teóricos de alcance más general.

Dos líneas de investigación importantes dentro de la psicología cognitiva y educativa norteamericana fueron, por un lado, las que se abocaron a la comprensión de textos (Bower & Morrow, 1990; Kintsch & van Dijk, 1978; Zwaan & Radvansky, 1998) y, por otro lado, los enfoques denominados instruccionales (Dunlosky et al., 2013; Hamilton, 1989a; Merrill, 2002; Reigeluth, 1983). El primero, se orientó en investigar cómo los individuos comprenden y procesan la información contenida en los textos escritos, y examina los procesos mentales y cognitivos que ocurren durante la lectura, tales como la activación de conocimientos previos, la construcción de inferencias y la integración de información. El segundo enfoque se centra en

el diseño y la presentación de instrucción efectiva para facilitar el aprendizaje, incluyendo materiales instruccionales que promuevan un aprendizaje óptimo, por ejemplo, el uso de multimedia.

Una diferencia entre la psicología de la comprensión de textos y la psicología instruccional radica en sus estrategias empíricas de medición y en los resultados que éstas permiten alcanzar. Mientras que en la psicología de la comprensión de textos se evalúa cómo los individuos comprenden y procesan la información contenida en los textos escritos, generalmente durante la actividad de lectura y comprensión, en la psicología instruccional se evalúa cómo se retiene la información a largo plazo, lo que generalmente implica una evaluación posterior a la instrucción para determinar si los/as estudiantes han adquirido y retenido los conceptos enseñados.

Si bien la psicología de la comprensión de textos y sus estrategias han sido ampliamente difundidas en Latinoamérica a través de obras clave (Kintsch, 1974; Van Dijk y Kintsch, 1983), las estrategias de psicología instruccional no han tenido demasiada presencia en los estudios locales. Consideramos pertinente mencionar aquí ambos enfoques, ya que el surgimiento de los estudios sobre aprendizaje basado en ejemplos sigue un orden evolutivo a partir del estudio de la prosa, por lo cual hay una gran producción teórica y empírica condensada en las estrategias instruccionales actuales que no se visibiliza fácilmente, dando lugar a una interpretación errónea de que los enfoques instruccionales son intervencionistas y pragmáticos o elaborados de manera un tanto improvisada. Por el contrario, la larga línea de investigación que se inicia con el análisis del aprendizaje de texto en prosa avanza a partir de preguntas sobre los hallazgos. A continuación, presentaremos la evolución de esta línea instruccional para iluminar el origen de diversos aspectos e ítems que forman parte de los diseños instruccionales actuales: definición del concepto, ejemplos, preguntas de comprensión, clasificación y posición de algunos elementos con respecto a los demás en la presentación del material.

3.2 Importancia de los conceptos abstractos en educación

Aunque se reconoce que las prácticas comprensivas en la universidad deberían favorecer los procesos reflexivos y la resolución de problemas, algunos/as investigadores/as afirman que las formas más frecuentes de adquisición de conocimiento son frágiles y están dirigidas a la formulación de respuestas rápidas, o basadas en información superficial, sin profundizar en el tema o considerar su relevancia y aplicabilidad en un contexto más amplio. Motivados por la necesidad de cumplir con requisitos académicos o encontrar respuestas inmediatas, los/as estudiantes no logran desarrollar habilidades de pensamiento crítico, análisis o resolución de problemas (Perkins, 1995, 2010; Ritchhart y Perkins, 2005).

Con el progreso de las investigaciones educativas se fueron planteando interrogantes acerca de cuáles son los mecanismos psicológicos del aprendizaje a efectos de poder mejorar la comprensión y la transferencia (Barnett y Ceci, 2002). En la actualidad, con el volumen y complejidad de la información que deben manipular las personas en general y los/as estudiantes en particular, en el ciclo básico de las carreras universitarias el desafío no es cambiar simplemente los contenidos, sino mejorar las habilidades de pensamiento y el aprendizaje de conceptos relacionales y abstractos (Resnick, 2010). La mayoría de los conceptos y principios que se enseñan en la universidad utilizan categorías relacionales. Tal como se destacó en el capítulo anterior, el aprendizaje de este tipo de conceptos constituye un objetivo fundamental en la educación, que está en sus inicios con respecto a las investigaciones en psicología. Con frecuencia, estos conceptos o categorías están integrados en sistemas más amplios, como sistemas científicos y tecnológicos, leyes matemáticas, teorías biológicas, físicas, entre otros.

Para poder aplicar este tipo de conceptos relacionales es preciso, en una primer etapa, lograr “instanciarlos”, es decir, que los/as estudiantes identifiquen y comprendan casos o ejemplos concretos que representen o ilustren un determinado concepto. Cuando se trata de aprender conceptos relacionales abstractos, suele ser útil comenzar con ejemplos concretos y específicos que proporcionen casos reales en los que se puedan observar y comprender las relaciones y conexiones entre los elementos del concepto en

cuestión. Estos ejemplos pueden ser situaciones, objetos, eventos o cualquier otro tipo de entidad que represente las características o propiedades del concepto. Uno de los objetivos educativos más acuciantes es lograr el posterior reconocimiento de ejemplares nuevos de los conceptos que fueron aprendidos en el entorno educativo, identificando las similitudes relacionales entre los nuevos ejemplares y los ejemplos conocidos.

Como se mencionó en el Capítulo 1, cuando la similitud superficial correlaciona con la similitud relacional, la recuperación se ve facilitada. Imagine el/la lector/a que está aprendiendo sobre los principios de la electricidad y, en particular, sobre el concepto de resistencia eléctrica. La resistencia eléctrica es la propiedad de un material que se opone al flujo de corriente eléctrica a través de él. Ahora, suponga que más adelante se encuentra con otro concepto relacionado llamado resistencia térmica. La resistencia térmica se refiere a la capacidad de un material para resistir el flujo de calor a través de él. En este caso, la similitud superficial se basa en el hecho de que ambos conceptos comparten la palabra "resistencia". Esta palabra común puede ayudarte a recordar que ambos conceptos están relacionados con la oposición al flujo. La similitud superficial entre los términos "resistencia eléctrica" y "resistencia térmica" facilita la recuperación de la información relacionada con ambos conceptos.

Sin embargo, una situación frecuente es que los problemas planteados no presenten similitudes de superficie y que el resolvedor deba poner en juego necesariamente cierta capacidad para detectar los aspectos funcionales. Si bien esta capacidad suele ser evidente en el caso de los expertos en un campo, los novatos suelen tener mayor dependencia de las características superficiales, por lo que dicha diferencia, que se considera un salto relacional (Chi et al., 1981), es preocupante para el aprendizaje de la mayoría de los conceptos científicos en los entornos educativos. Estos conceptos pueden concebirse como categorías relacionales, y se requiere que los/as estudiantes desarrollen habilidades flexibles para adquirirlas.

La tradición educativa ha reconocido la importancia de las categorías relacionales, especialmente al caso particular de los *conceptos declarativos*. Los conceptos declarativos consisten en conceptos abstractos nombrados por

términos clave y definiciones breves (Rawson et al., 2015) que se pueden aplicar en una variedad de contextos, y suelen integrar las bases fundantes de diversas disciplinas, por ejemplo, el concepto de aceleración en física, o el concepto de simbiosis en biología. Según la literatura científica, un enfoque prometedor para promover la correcta aplicación de los conceptos declarativos a campos novedosos es la presentación de ejemplos ilustrativos, es decir, casos en la vida cotidiana o profesional que son claros exponentes de dicho concepto.

Aunque los ejemplos ilustrativos se usan comúnmente en la práctica docente y varias investigaciones teóricas apoyan la predicción de que mejorarán el aprendizaje conceptual de los conceptos declarativos, los mecanismos mediante los cuales opera su naturaleza facilitadora distan mucho de estar esclarecidos.

Desde los primeros estudios sobre el aprendizaje de conceptos declarativos con estudiantes universitarias/os, el interés por presentar ejemplos ilustrativos provino del intento de poner a prueba las teorías constructivistas orientadas al objetivo de que los/as estudiantes construyan su propio conocimiento basándose en su experiencia previa. Si bien esta idea está ampliamente arraigada en el imaginario docente, en la práctica, ha conducido a dificultades y dilemas, a menudo porque el interés y la participación de los/as estudiantes fueron asumidas como condiciones necesarias y suficientes para el aprendizaje (2002). El descuido por los aspectos cognitivos del proceso completo conlleva incluso equívocos de tipo epistemológico: es posible que el conocimiento de la/el estudiante sea suficiente para iniciar el desarrollo conceptual de una idea pero insuficiente para comprenderla en su totalidad, lo cual es un requisito para poder dar un ejemplo de ella. Si este ejemplo dado por el/la estudiante, se utiliza como requisito para su propio aprendizaje, el proceso se torna tautológico. La ejemplificación generada por los/as estudiantes podría tornarse paradójica y autoreferencial. En el caso del aprendizaje de conceptos basado en ejemplos proporcionados por los/as estudiantes luego de recibir ejemplos por parte del educador, existe el riesgo de que los ejemplos generados no se ajusten plenamente al concepto abstracto que se busca enseñar. Una de las primeras

cuestiones exploradas desde la perspectiva instruccional, en respuesta a los planteos constructivistas fue si los ejemplos generados por los mismos aprendientes ejercen un efecto superior en la recuperación y aplicación que aquellos ejemplos suministrados por el experimentador.

3.3 Evolución de los diseños de investigación de aprendizaje de conceptos en la psicología instruccional

3.3.1 Los estudios de Hamilton (1985, 1989) sobre el efecto de las preguntas en el aprendizaje de conceptos a partir de la prosa

La manera más simple y difundida por medio de la cual los/as estudiantes adquieren conocimiento académico es la lectura de prosa. La prosa es el texto contínuo, generalmente expositivo. Los/as estudiantes se encuentran con gran variedad de ejemplos de este tipo de textos: un artículo científico que explique los principios básicos de la teoría de la evolución, un libro de historia que describa los eventos y procesos que condujeron a la Revolución Industrial, un ensayo filosófico que argumente sobre el significado y la naturaleza de la ética, un artículo de divulgación científica que explique los descubrimientos recientes en astrofísica, o un artículo periodístico que informe sobre los avances en inteligencia artificial y sus implicaciones en la sociedad, entre otros.

Algunos/as investigadores/as comenzaron a estudiar de qué manera se podía intervenir en esta actividad de lectura pasiva, para que los/as estudiantes elaboraran en mayor profundidad el contenido de los textos y así promover su comprensión y retención a largo plazo.

Es importante hacer notar que la evolución de las técnicas de comprensión de textos y de aprendizaje de conceptos parte desde una concepción lingüística hacia una psicológica. El análisis de textos ha sido durante mucho tiempo objeto de estudio de lingüistas y lógicos. Cuando los psicólogos se interesaron en la comprensión de textos, primero siguieron a los lingüistas, pero pronto se interesaron por el procesamiento de los textos más que en los textos mismos (Kintsch y Rawson, 2005). Las primeras

investigaciones en psicología instruccional se basan en unidades cuasi lingüísticas: la oración, los párrafos, las preguntas, el lugar del texto donde conviene insertar preguntas y paulatinamente se desplazan hacia la cognición: los ejemplos como unidades del modelo de situación, las definiciones como unidades de abstracción.

Cómo podrá observarse en el siguiente recorrido, las primeras estrategias de investigación sobre aprendizaje de conceptos indagaron el rol de las preguntas de comprensión complementarias que se agregaban debajo de los párrafos. Anderson y Biddle (1975) presentaron una revisión sobre el uso de preguntas durante la actividad de comprensión lectora. En ese momento, los hallazgos de Craik y Lockhart (1972) acerca de los niveles de procesamiento y la memoria, habían tenido influencia sobre una serie de investigaciones acerca de la incorporación de preguntas en el texto. Los aportes de Kintsch (1974) introducen la noción de niveles de comprensión del texto.

Estos hallazgos transformaron el panorama de la literatura científica de comprensión de textos. Por un lado, se demostró que las unidades de ideas que componen la estructura de nivel superior tienen mayor permanencia en memoria de largo plazo que otras unidades de ideas que ocurrían en los niveles inferiores. Surgieron estrategias pedagógicas basadas en el hallazgo de que la estructura del material a aprender influía significativamente en el aprendizaje de textos expositivos (Meyer 1975; 1981). Posteriormente, Kintsch (1998) y Zwaan y Radvansky (1998), entre otros, encontraron que los detalles de la escena también tenían influencia sobre el recuerdo. De este modo, el modelo de comprensión textual quedó integrado por: (1) un nivel inferior, o lingüístico en el cual se procesan las palabras y frases particulares contenidas en el texto mismo, (2) un siguiente nivel de abstracción constituido por la base del texto que representa el significado del texto, tal como lo expresa realmente el texto, y (3) un tercer nivel (modelo de situación), que tiene mayor profundidad respecto de lo explícitamente mencionado en el texto, ya que si un lector solo comprende las idea expresadas en un texto, aunque sean un poco más abstractas que el nivel inferior lingüístico, le falta

integrar la información provista con el conocimiento previo relevante y los objetivos del/la lector/a (Kintsch, 1998).

Esta visión de la comprensión como la construcción de un modelo mental de la situación, incluía tanto la comprensión de niveles abstractos, frecuentemente ocupados por las definiciones de los conceptos, así como niveles de representación del contexto, generalmente constituidos por ejemplos ilustrativos o casos concretos. Los libros de texto incluían ambos tipos de información de manera casi indistinguible integrada en la prosa.

3.3.2 El poder de los ejemplos

Rawson et al. (2015) tuvieron como objetivo investigar si el uso de ejemplos ilustrativos mejora el aprendizaje de conceptos declarativos en comparación con solo usar definiciones. El objetivo secundario fue ver si el orden de presentación (*definición luego ejemplos* versus *ejemplos luego definición*) afecta el aprendizaje. Los Experimentos 1a y 1b investigaron el efecto de la secuencia de presentación de definiciones y ejemplos en el aprendizaje de conceptos declarativos.

En ambos experimentos, se utilizó un diseño experimental con tres grupos diferentes: (1) Grupo de "Solo Definición": Estudiantes que solo estudiaron la definición de cada concepto. (2) Grupo de "Definición luego Ejemplos", donde se sigue el orden didáctico tradicional, y (3) Grupo de "Ejemplos luego Definición", inspirado en corrientes afines al aprendizaje por descubrimiento.

Los conceptos utilizados en el estudio estaban relacionados con el tema de juicio y toma de decisiones humanas. Cada concepto tenía una definición breve y diez ejemplos que ilustraban el concepto en situaciones del mundo real, que fueron extraídos de diferentes libros de psicología utilizados en cursos universitarios.

Después de completar todas las etapas de estudio, los/as participantes realizaron una prueba de memoria de recuerdo con clave (*cued recall*), donde se les pidió que recordaran las definiciones de los conceptos a partir del término clave. Luego, los/as participantes realizaron una prueba de

clasificación de ejemplos, donde se les mostraron ejemplos y se les pidió que indicaran a qué concepto pertenecían. Finalmente, se realizaron otras pruebas para evaluar la familiaridad previa de los/as estudiantes con los conceptos.

Los resultados mostraron que los ejemplos ilustrativos mejoraron significativamente el aprendizaje conceptual de conceptos declarativos en comparación con el grupo que solo recibió la definición. Los grupos que recibieron ejemplos antes o después de la definición superaron al grupo que solo recibió la definición en la clasificación tanto de los ejemplos estudiados durante el proceso de aprendizaje como de los ejemplos nuevos que no se presentaron durante el proceso de aprendizaje. Sin embargo, no hubo diferencias significativas entre los dos grupos que recibieron ejemplos.

En cuanto a la memoria de las definiciones (dado el término clave del concepto el/la participante debe escribir la definición), los resultados fueron mixtos. Mientras que en el Experimento 1a el grupo que solo recibió la definición superó a los grupos que recibieron ejemplos en la recuperación de las definiciones, en el Experimento 1b, no hubo diferencias significativas entre los grupos en la recuperación de definiciones.

En síntesis, los resultados sugieren que la presentación de ejemplos ilustrativos antes o después de la definición mejora el aprendizaje conceptual de conceptos declarativos en comparación con solo la definición. El orden de presentación de ejemplos y definiciones no parece afectar significativamente el aprendizaje. Sin embargo, la memoria de las definiciones puede verse afectada por la presencia de ejemplos, dependiendo del contexto específico del estudio.

En el experimento siguiente, el objetivo principal fue replicar el hallazgo de que los ejemplos ilustrativos mejoran el aprendizaje de conceptos declarativos. Se mantuvo el grupo de "Sólo definición" y el grupo de "Definición luego Ejemplos" del experimento anterior, pero eliminó el grupo de "Ejemplos luego Definición" tanto debido a que los dos grupos de ejemplo no mostraron diferencias significativas como a que esta disposición no resuta representativa de cómo se presentan comúnmente los ejemplos en la

instrucción en el aula y en los materiales de texto. Además de la replicación, el Experimento 2 exploró dos factores adicionales que podrían moderar los efectos de los ejemplos. Estos factores se basaron en cómo los ejemplos suelen presentarse en la práctica educativa. A diferencia del Experimento 1, donde los participantes estudiaron la definición de un conjunto de conceptos antes de estudiar ejemplos para esos conceptos, en el Experimento 2, se manipuló el esquema de presentación: mientras que en la condición "intercalada" se presentaron primero todas las definiciones, y luego distintas rondas de un ejemplos para cada uno de los conceptos, en la condición "bloqueada" se presentó la definición de cada concepto seguida de todos los ejemplos de ese concepto antes de pasar al siguiente concepto.

A diferencia del Experimento 1, en el cual las definiciones no estaban disponibles mientras los/as participantes estudiaban los ejemplos, en el Experimento 2, se manipuló la disponibilidad de definiciones, utilizando dos condiciones: (a) presentación "concurrente", donde la definición estaba presente en la pantalla junto con el nombre del concepto y el ejemplo en cada prueba de estudio, y (b) presentación "sin definición", donde la definición no se presentó junto con los ejemplos, lo que requería que los/as participantes intentaran recuperar la definición de la memoria al estudiar los ejemplos.

Para analizar los efectos de estos factores, se formaron cinco grupos: el grupo de "Sólo Definición" (igual al del Experimento 1) y cuatro versiones del grupo de "Definición luego Ejemplos" que variaron en el esquema de presentación y la disponibilidad de definiciones (Concurrente Bloqueado, Concurrente Intercalado, Sin definición Bloqueado, Sin definición Intercalado).

Con respecto a la replicación de los resultados clave del Experimento 1a, el rendimiento del grupo intercalado volvió a resultar mayor que el de "solo definición" tanto al clasificar ejemplos estudiados como ejemplares nuevos. Respecto al esquema de presentación, no se encontró una ventaja de la intercalación cuando las definiciones estaban presentes, observándose tendencias no significativas en la dirección opuesta. En cuanto a la disponibilidad de definiciones, se observó que presentar definiciones con ejemplos tendió a mejorar el rendimiento de clasificación cuando las pruebas estaban bloqueadas, pero las tendencias fueron en la dirección opuesta

cuando las pruebas estaban intercaladas. En cuanto al recuerdo con clave de las definiciones, el grupo intercalados y el grupo "Sólo definición" no difirieron significativamente. Por lo tanto, a diferencia del Experimento 1a pero en línea con el patrón del Experimento 1b, el aumento en el rendimiento de clasificación debido a la presentación de ejemplos no fue compensado por un costo en el recuerdo de las definiciones.

En general, los resultados de estos experimentos demuestran de manera definitiva que proporcionar ejemplos ilustrativos puede mejorar significativamente el aprendizaje conceptual de conceptos declarativos. Los/as investigadores/as también destacan que hay muchas direcciones interesantes para futuras investigaciones, incluyendo la exploración de factores moderadores y el uso de otras medidas y condiciones de aprendizaje para comprender mejor el poder de los ejemplos ilustrativos en el aprendizaje conceptual. En conclusión, estos experimentos revelaron solo una pequeña parte del potencial de los ejemplos para mejorar el aprendizaje conceptual, y enfatizaron que se requería más investigación para comprender completamente sus efectos y mecanismos subyacentes.

3.3.3 Los ejemplos como objetivos primarios de aprendizaje

Wissman et al. (2023) argumentan que los estudios previos sobre enseñanza de conceptos declarativos con ejemplos y definiciones (e.g., Rawson et al., 2015; Rawson y Dunlosky, 2016) han tratado los ejemplos ilustrativos como si ocuparan un rol complementario respecto de las definiciones, tal como podría ser, por ejemplo, ayudar a comprender a qué se refieren los términos abstractos contenidos en ellas mediante su vinculación con elementos concretos del mundo real a los que podrían referirse (Merrill et al., 1992). Según esta interpretación, constituía una asignatura pendiente indagar si se podría mejorar el aprendizaje de conceptos declarativos tratando los ejemplos como un objetivo principal del aprendizaje. Wissman et al., abordaron el aprendizaje de conceptos utilizando como marco teórico la teoría del razonamiento analógico para estudiar los ejemplos como objetivos primarios, dado que en dichas líneas de investigación se ha abordado ampliamente el aprendizaje de conceptos en el mundo real, donde los esquemas en general

son extraídos por los/as participantes al comparar casos por alineación y mapeo estructural (Gentner, 1983, 1989; Gentner y Markman, 1997).

En dos experimentos con similar procedimiento, los participantes de dos condiciones experimentales comenzaron leyeron un pasaje de psicología que incluía la definición y un ejemplo concreto para 10 conceptos diferentes. Tras la lectura de este texto, la actividad de ejercitación de los/as participantes dependió de la condición experimental a la que había sido asignados/as. Utilizando una técnica de práctica basada en la recuperación, el grupo de definiciones tuvo tres oportunidades para intentar recordar la definición de cada concepto, recibiendo *feedback* tras cada una de ellas. Por su parte, el grupo de práctica de ejemplos tuvo tres oportunidades para recordar el ejemplo correspondiente a cada uno de los conceptos. Dos días después, los participantes regresaron para completar la segunda sesión, en cuya primera sección debían aplicar los conceptos aprendidos a situaciones nuevas. En una segunda sección, los participantes realizaron pruebas de recuerdo guiado (a partir del término clave) de las definiciones y los ejemplos, a efectos de determinar en qué medida recordaban tanto el contenido asignado durante la práctica (contenido target) como aquel que no fue practicado (contenido no target).

Se observó que el grupo de definiciones recordó mejor las definiciones y el grupo de ejemplos recordó mejor los ejemplos (ejemplos en el grupo de ejemplos, definiciones en el grupo de definiciones). Con respecto a la completitud del recuerdo, se encontró que un mayor porcentaje de ejemplos fue recordado de manera completa en el grupo de ejemplos en comparación con el porcentaje de definiciones recordadas de manera completa en el grupo de definiciones.

En cuanto al recuerdo del contenido no target (i.e., definiciones para el grupo de ejemplos y ejemplos para el grupo de definiciones), mientras que el grupo de ejemplos recordó algunas definiciones, el grupo de definiciones apenas recordó ejemplos. Incluso en aquellos casos en los que los participantes no pudieron recordar su contenido "objetivo", el grupo de ejemplos pudo recordar una proporción significativamente mayor de

definiciones en comparación con la proporción de ejemplos recordado por el grupo de definiciones.

En cuanto a la clasificación de nuevos ejemplares de los conceptos estudiados, se encontró que el grupo de ejemplos tuvo un mejor rendimiento que el grupo de definiciones. Esta ventaja se mantuvo incluso en aquellos casos en los que los participantes demostraron un recuerdo completo del material asignado para su estudio.

En síntesis, los resultados ambos experimentos indican que el aprendizaje de conceptos declarativos a través de ejemplos concretos condujo a una mejor aplicación de los conceptos en situaciones nuevas en comparación con el aprendizaje basado en definiciones abstractas. Estos hallazgos sugieren que el uso de ejemplos concretos puede ser una estrategia efectiva para mejorar la aplicación de conceptos en contextos de aprendizaje.

3.3.4 Ejemplos provistos vs. ejemplos generados por los participantes

Hamilton (1989b), evaluó los efectos de pedir a las/os participantes que crearan sus propios ejemplos de conceptos sobre el recuerdo, clasificación y aplicación a la resolución de problemas. Todos las/os participantes estudiaron un pasaje sobre cuatro principios psicológicos que contenían preguntas de aplicación precedidas de preguntas de definición insertadas después de párrafos seleccionados. Las preguntas de aplicación pedían a las/os participantes que identificaran ejemplos nuevos de conceptos, y las preguntas de definición pedían a las/os participantes que identificaran definiciones apropiadas. La mitad de las/os participantes también recibieron instrucciones después de cada conjunto de preguntas auxiliares para escribir dos ejemplos personales del concepto bajo estudio (es decir, elaborar su conocimiento conceptual). Esta elaboración no produjo diferencias significativas con respecto al recuerdo y la clasificación de conceptos. Sin embargo, produjo un efecto positivo sobre la resolución de problemas.

Hamilton (1990) volvió a investigar los efectos de generar ejemplos propios por parte de los estudiantes. En primer término, se presentó a todos los/as estudiantes preguntas auxiliares acerca del texto, como las que se

aplicaron en estudios previos. A continuación, la mitad de los/as estudiantes recibieron tres ejemplos adicionales mientras que a la otra mitad se le pidió que inventaran tres ejemplos propios. Luego todos los/as estudiantes completaron un test de recuerdo de definiciones, un test de clasificación de ejemplos donde se les presentaban ejemplos nuevos y debían identificar a qué concepto pertenecía cada ejemplo, y por último una tarea de resolución de problemas en la cual se describían dos escenarios educativos para los cuales los/as estudiantes debían explicar cómo resolverían el problema de una conducta disruptiva. Proporcionar ejemplos, en contraste con hacer que los/as estudiantes generen los ejemplos propios, produjo un efecto significativo sobre el rendimiento en la resolución de problemas, aunque no produjo efecto alguno en las demás tareas.

A partir de Rawson et al. (2015, ver arriba), se presenta un marco para el aprendizaje de conceptos declarativos en el cual se pretende aislar el efecto de los ejemplos ilustrativos para medir su potencial específico respecto del efecto que produce el estudio de las definiciones. Ésta es una de las diferencias fundamentales entre las investigaciones anteriores sobre aprendizaje de conceptos declarativos y las subsiguientes. La segunda diferencia es que ya no se trabaja fundamentalmente con “prosa”. Si bien se va a proporcionar un breve texto expositivo introductorio, el set de ejemplos principales ya no aparecerá en la introducción sino a lo largo de una secuencia de ejemplos alternados de distintos conceptos, ya que se buscará aislar los efectos de definiciones y de ejemplos. Por ejemplo, en Hamilton (1990) proporcionar ejemplos en vez de solicitar a los/as estudiantes la elaboración de ejemplos no produjo efecto en las tareas de clasificación. Una explicación posible, sugiere Rawson (2015, p.486) es que en estas investigaciones todos los/as participantes son expuestos a un párrafo inicial que contiene una definición del concepto y cuatro ejemplos. Proporcionar ejemplos con posterioridad a ambos grupos puede ser insuficiente para obtener una diferencia significativa ya que ambos grupos estuvieron expuestos a ejemplos.

Al igual que en Hamilton (1989b;1990), Zamary et al. (2016) buscaron contraponer la recepción de ejemplos con su construcción por parte de los participantes. En una primera fase, se proporcionó a los/as participantes un

pasaje de un libro de psicología social que contenía definiciones de 10 conceptos declarativos. Durante la fase de práctica, los participantes fueron asignados a tres condiciones diferentes: (a) ejemplos proporcionados por los experimentadores, (b) ejemplos generados por los participantes, y (c) una combinación de ejemplos proporcionados y ejemplos generados, en la que los participantes estudiaron un ejemplo proporcionado para un concepto y luego generaron su propio ejemplo para el mismo concepto en el siguiente ensayo, repitiendo este patrón para cada uno de los 10 conceptos.

Dos días después, los/as participantes completaron una prueba de clasificación de ejemplos y una prueba de recuerdo de definiciones. En la prueba de clasificación de ejemplos, se presentaron 100 ejemplos (60 ejemplos nuevos que no se habían visto antes y 40 ejemplos utilizados durante la fase de práctica). Los/as participantes debían identificar a qué concepto correspondía cada ejemplo. En la prueba de recuerdo de definiciones, se les presentó cada concepto y se les pidió que escribieran la definición.

Durante la clasificación de ejemplos estudiados, tanto los participantes que recibieron ejemplos proporcionados como los del grupo de combinación superaron al grupo de ejemplos generados. Durante la clasificación de ejemplos no estudiados, los participantes que recibieron ejemplos proporcionados superaron tanto a los los del grupo de combinación como al de ejemplos generados.

Las investigadoras realizaron análisis adicionales para comprender por qué los ejemplos proporcionados resultaron más efectivos que los generados. Los ejemplos generados resultaron menos variados que los ejemplos proporcionados. En cuanto a la calidad de los ejemplos, los ejemplos generados resultaron de menor calidad que los ejemplos proporcionados. Sin embargo, vale señalar que el grupo que generó ejemplos tuvo que proporcionar más ejemplos en total, lo que podría haber llevado a más omisiones y ejemplos de menor calidad.

En general, los resultados sugieren que los ejemplos proporcionados fueron más efectivos que los generados para mejorar el aprendizaje de

conceptos declarativos. Además, la combinación de ambos tipos de ejemplos no mostró una ventaja significativa sobre cualquiera de las técnicas individuales. Estos hallazgos tienen implicaciones importantes para el diseño de estrategias de enseñanza basadas en ejemplos.

Los resultados indicaron que, en ambos experimentos, el aprendizaje a largo plazo y la eficiencia del estudio fueron mayores después de estudiar ejemplos proporcionados que el uso de ejemplos generados por los/as estudiantes. Además, la combinación de ambos tipos de ejemplos no parece proporcionar beneficios adicionales.

3.3.5 Ejemplos proporcionados vs ejemplos desvanecidos

Zamary et al. (2018) se propusieron comparar la efectividad de dos técnicas de aprendizaje de conceptos declarativos basadas en ejemplos: ejemplos proporcionados por el experimentador vs. ejemplos desvanecidos. En esta segunda condición los participantes comienzan estudiando ejemplos proporcionados y, gradualmente se les presenta una versión más incompleta de los ejemplos (ejemplos desvanecidos) para que los completen.

Los participantes completaron una fase de preprueba para evaluar su conocimiento previo sobre los conceptos. Luego, se les pidió que estudiaran los conceptos a partir del pasaje de texto que incluía 10 conceptos de psicología social, junto con sus correspondientes definiciones. En la fase de práctica, la condición de ejemplos proporcionados recibió tres ejemplos para cada uno de los conceptos definidos en el pasaje de texto previamente leído. Por su parte, la condición de ejemplos desvanecidos recibió los ejemplos en tres rondas diferenciadas. Mientras que en la primer ronda los ejemplos eran completos, y similares a los de la condición de ejemplos proporcionados, en la segunda recibían ejemplos incompletos de cada concepto, debiendo completarlos. En la última ronda, para cada concepto recibían un dominio temático en donde podían encontrarse ejemplos apropiados (e.g., el ambito de aprender a conducir para el concepto de facilitación social) y los participantes debían generar el ejemplo en su totalidad. Un tercer grupo no recibió ejemplos de ningún tipo, debiendo limitarse a reestudiar las

definiciones. Dos días después, los tres grupos recibieron dos pruebas finales: una prueba de clasificación de ejemplos y una prueba de generación de ejemplos. En la prueba de generación de ejemplos, se les dio crédito completo si sus ejemplos capturaban todas las ideas principales del concepto, crédito medio si capturaban algunas ideas y ausencia de crédito si no capturaban ninguna.

Con respecto al tiempo insumido durante la práctica, el grupo de ejemplos desvanecidos invirtió más tiempo en que con el grupo de ejemplos proporcionados. Con respecto a la aprendizaje a largo plazo, la hipótesis esperada era que el grupo de ejemplos desvanecidos superaría al grupo de ejemplos proporcionados tanto en la prueba de clasificación de ejemplos como en la prueba de generación de ejemplos. En contra de esta predicción, el grupo de ejemplos desvanecidos no superó significativamente al grupo de ejemplos proporcionados en ninguna de las pruebas. Dado que el tiempo insumido en la generación de ejemplos no redundó en un mayor aprendizaje a largo plazo, se concluyó que la provisión externa de ejemplos seguía resultando el esquema más eficiente para el aprendizaje de conceptos.

El Experimento 2 buscó replicar los hallazgos del Experimento 1 y también investigar si la efectividad de los ejemplos desvanecidos dependía del esquema de práctica utilizado. Además, se evaluó cómo la calidad de los ejemplos generados durante la práctica afectaba el rendimiento en las pruebas finales. Se utilizó un diseño factorial de 2x2, con cuatro grupos de participantes que surgen de combinar dos tipos de presentación de ejemplos (proporcionados vs. desvanecidos) y dos tipos de esquema de práctica (intercalado o bloqueado, ver Zamary y Rawson, 2016). Los materiales y el procedimiento fueron idénticos al Experimento 1, con la excepción de la duración asignada para las pruebas finales. Los participantes tuvieron 16 minutos para completar la prueba de generación de ejemplos y 12 minutos para la prueba de clasificación de ejemplos.

Al igual que el Experimento 1, los el estudio de los ejemplos provistos por los experimentadores requirió menos tiempo de práctica que el procesamiento de los ejemplos desvanecidos. Con respecto al aprendizaje a largo plazo, tanto en el esquema bloqueado como en el esquema intercalado

se replicó el resultado anterior de que pese al mayor tiempo insumido, los ejemplos desvanecidos no presentaban un mayor rendimiento en las pruebas finales que los ejemplos proporcionados. Con respecto a la calidad de los ejemplos generados durante la fase de práctica, el esquema de práctica bloqueado dió lugar a ejemplos generados de mayor calidad que el esquema intercalado. En síntesis, los resultados del Experimento 2 no respaldaron la idea de que los ejemplos desvanecidos fueran más efectivos que los proporcionados en el aprendizaje de conceptos declarativos, independientemente del programa de práctica utilizado. En base a los resultados obtenidos en los dos experimentos, se concluye que los ejemplos proporcionados son más efectivos que los desvanecidos para el aprendizaje de conceptos declarativos.

3.4 Conclusiones

A partir de los estudios revisados, cabe plantear ciertas observaciones a futuro. Si brindar ejemplos en vez de definiciones ha mostrado ser el abordaje más efectivo, ¿qué tipo de ejemplos deberían brindarse para no limitar el rango de aplicación de los conceptos? Si sólo se brindan ejemplos pertenecientes a un dominio temático, no limitaría esto las posibilidades del estudiante? Una ventaja de las definiciones es que son universales, en el sentido de que al carecer de la limitación de una implementación concreta, pueden aplicarse a diversos contextos. ¿Cómo deberían configurarse los sets de ejemplos para emular ese mismo grado de “universalidad” que poseen las definiciones?

Como se anticipó en la introducción, los experimentos de esta tesis se orientaron a explorar el papel de la diversidad de los ejemplos en el aprendizaje de conceptos declarativos en torno a algunos ejes principales: la evaluación los efectos de la diversidad temática, la optimización del tiempo requerido para el aprendizaje, y la exploración de los mecanismos psicológicos subyacentes.

3.5 El papel de la diversidad temática de los ejemplos

Si los ejemplos son tan importantes para el aprendizaje de conceptos declarativos, ¿cómo emplearlos mejor durante la instrucción? Tal como hemos visto en los apartados anteriores, la simple presentación de un pequeño conjunto de ejemplos (por ejemplo, 3 o 4) ha demostrado ser superior a los programas que requieren un papel más activo por parte del/la alumno/a, tales como pedirles a los/as participantes que generen sus propios ejemplos (Zamary y Rawson, 2016) o que completen ejemplos desvanecidos (Zamary y Rawson, 2018). A pesar de la superioridad de la provisión de ejemplos en comparación con las estrategias competidoras, los resultados de aprendizaje obtenidos a través de esta estrategia aún distan de ser óptimos (ver también Zhang, 2019). Esta situación se vuelve aún más problemática en relación al aprendizaje de *principios sistémicos* tales como "retroalimentación negativa" o "período refractario" (Day et al., 2010; Goldstone y Wilensky, 2008), un tipo particular de conceptos declarativos que resultan especialmente relevantes para el aprendizaje de las ciencias, ya que atraviesan diversos dominios temáticos.

Evidencia reciente sugiere que explicar cómo cada uno de los ejemplos de aprendizaje ejemplifica el esquema transmitido por la definición puede propiciar la clasificación de ejemplares pertenecientes a dominios no cubiertos por los ejemplos dados, pero solo cuando se combina con una comparación explícita entre los ejemplos de aprendizaje (Goldwater & Gentner, 2015). Por lo tanto, una pregunta de investigación apremiante se refiere a cómo seleccionar ejemplos de una manera que maximice la precisión y la flexibilidad durante la aplicación de un concepto aprendido, pero bajo procedimientos de instrucción más ampliamente aplicables. El presente estudio busca avanzar en la investigación actual sobre la presentación de ejemplos mediante la evaluación de los efectos de la diversidad temática de los ejemplos aprendidos durante la aplicación de los principios sistémicos.

En el campo del aprendizaje de conceptos, se ha propuesto que la selección de ejemplos con características superficiales que no coinciden puede ayudar a resaltar las características abstractas de los conceptos, evitando así la subgeneralización de sus definiciones (Merrill et al., 1992). En el campo relacionado de la abstracción analógica, también se ha sugerido que como los esquemas que se originan en las comparaciones analógicas tienden

a preservar los elementos comunes en dos situaciones, las comparaciones entre ejemplos demasiado similares podrían inducir la inclusión de características de intersección irrelevantes en los esquemas generados, dificultando la aplicación del esquema a situaciones posteriores con características superficiales que no coinciden (Ben-Zeev & Star, 2001; Chang et al., 2003). Sin embargo, el uso de ejemplos pertenecientes a dominios temáticos muy diferentes podría dificultar el establecimiento de correspondencias entre las situaciones comparadas, comprometiendo por tanto la generación de esquemas abstractos. En línea con esta posibilidad, Kotovsky and Gentner (1996) encontraron que a los niños les resultaba mas sencillo establecer correspondencias entre similitudes estructurales abstractas luego de haber comparado un análogo meta con una situación perceptualmente mas similar (progressive alignment). En un estudio con sobre solución de problemas de combinatoria, Braithwaite y Goldstone (2015) concluyeron que el beneficio de los ejemplos variados era menos intenso para los/as estudiantes que carecían de un conocimiento previo del concepto en juego, pero que podía potenciarse reforzando la atención a las características estructurales de los problemas. Como nuestro interés se centra en el escenario de instrucción más desafiante, que es aquel en el que no se puede dar por sentado el conocimiento previo, en nuestro primer experimento acompañamos cada uno de los ejemplos presentados con una tarea de comprensión no supervisada, en la que participantes deben relacionar los elementos críticos del ejemplo con los componentes centrales de la definición del concepto.

Hasta la fecha, la evidencia que respalda la provisión de ejemplos variados proviene principalmente de la instrucción sobre conceptos y/o procedimientos pertenecientes a disciplinas formales como las matemáticas (Braithwaite y Goldstone, 2015; Chen y Mo, 2004; Paas y Van Merriënboer, 1994) o estadística (Chang et al., 2003; Chang, 2006; Quilici y Mayer, 1996, 2002). Sin embargo, debe tenerse en cuenta que los dominios formales difieren de los campos de investigación más empíricos en que las propiedades de los objetos que ejemplifican las operaciones cuantitativas que son el objetivo del aprendizaje tienden a ser bastante arbitrarias (por ejemplo,

repartir caramelos entre los niños no es muy diferente de repartir las cartas entre los jugadores), lo que facilita la supresión de los detalles irrelevantes (Minervino et al., 2017), Por el contrario, los elementos constitutivos de los fenómenos empíricos tienen propiedades cuya relevancia para el fenómeno en cuestión es comparativamente más difícil de evaluar, lo que plantea desafíos a su extrapolación analógica a casos nuevos que comprenden un conjunto diferente de elementos. Por lo tanto, el objetivo principal del Experimento 1, consistió en evaluar las ventajas y desventajas de la variación temática de ejemplos utilizando una selección de principios sistémicos interdominio.

PARTE EXPERIMENTAL

Capítulo 4. Experimentos

4.1 Introducción: el papel de la diversidad temática

Como se explicó en la introducción general y en el Capítulo 3, durante el aprendizaje declarativo de conceptos, las definiciones de conceptos a menudo se tratan como los objetivos principales del aprendizaje, bajo el supuesto de que una vez que el/la alumno/a ha asimilado las relaciones abstractas que se dan entre los elementos constituyentes del concepto, los/as estudiantes pueden confiar en la definición para actividades de aplicación de conceptos prototípicos, como la clasificación de ejemplares nuevos (Zamary, 2019). Pero las definiciones abstractas pueden ser difíciles de entender para los/as estudiantes. Para facilitar la adquisición de conceptos declarativos, los libros de texto y los profesores suelen proporcionar a los/as estudiantes ejemplos concretos. La presentación de ejemplos conduce a una mejor aplicación de los conceptos declarativos que la asignación de la misma cantidad de tiempo para volver a estudiar las definiciones (Balch, 2005; Rawson et al., 2015).

Lograr modelar cómo se aprenden los conceptos declarativos a través de la experiencia diaria, por la observación de ejemplos con o sin intervención de las definiciones, es un desafío importante para la ciencia cognitiva y para la educación. Los mecanismos particulares a través de los cuales los ejemplos facilitan la adquisición y aplicación de conceptos declarativos aún no están claros. Una posibilidad es que ayuden a clarificar los esquemas transmitidos por las definiciones. Sin embargo, una posibilidad alternativa es que los ejemplos puedan apoyar directamente la aplicación de conceptos, en la medida en que puedan usarse como análogos base contra los cuales se comparan los nuevos ejemplares a través de un proceso de mapeo analógico (Ross, 1987).

Si los ejemplos son tan importantes para el aprendizaje de conceptos declarativos, ¿cómo emplearlos mejor durante la instrucción? En contra de las expectativas constructivistas, la simple presentación de un pequeño conjunto de ejemplos (por ejemplo, 3 o 4) ha demostrado ser superior a los programas

de aprendizaje que requieren un papel más activo por parte del/la alumno/a, como pedirles a los/as participantes que generen sus propios ejemplos (Zamary y Rawson, 2016) o que completen ejemplos desvanecidos (Zamary y Rawson, 2018, ver Cap. 3). A pesar de la superioridad de la provisión de ejemplos en comparación con las estrategias competidoras, los resultados de aprendizaje obtenidos a través de esta estrategia aún están lejos del techo (ver también Zhang, 2019). Esta situación se vuelve aún más problemática en cuanto al aprendizaje de *principios sistémicos* tales como "retroalimentación negativa" o "período refractario" (Day et al., 2010; Goldstone y Wilensky, 2008), un tipo particular de conceptos declarativos que son especialmente relevantes para el aprendizaje de las ciencias, ya que atraviesan diversos dominios temáticos. Evidencia reciente sugiere que explicar cómo cada uno de los ejemplos de aprendizaje ejemplifica el esquema transmitido por la definición puede propiciar la clasificación de ejemplares pertenecientes a dominios no cubiertos por los ejemplos dados, pero solo cuando se combina con una comparación explícita entre los ejemplos de aprendizaje (Goldwater & Gentner, 2015). Por lo tanto, una pregunta de investigación apremiante se refiere a cómo seleccionar ejemplos de una manera que maximice la precisión y la flexibilidad durante la aplicación de un concepto aprendido, pero bajo procedimientos de instrucción más ampliamente aplicables. El presente estudio busca avanzar en la investigación actual sobre la presentación de ejemplos mediante la evaluación de los efectos de la diversidad temática de los ejemplos aprendidos durante la aplicación de los principios sistémicos.

4.1.1 Promesas y peligros de usar ejemplos diversos

En el campo del aprendizaje de conceptos, se ha propuesto que la selección de ejemplos con características superficiales que no coinciden puede ayudar a resaltar las características abstractas de los conceptos, evitando así la subgeneralización de sus definiciones (Merrill et al., 1992). En el campo relacionado de la abstracción analógica, también se ha sugerido que como los esquemas que se originan en las comparaciones analógicas tienden a preservar los elementos comunes en dos situaciones, las comparaciones entre ejemplos demasiado similares podrían inducir la inclusión de

características de intersección irrelevantes en los esquemas generados, dificultando la aplicación del esquema a situaciones posteriores con características superficiales que no coinciden (Ben-Zeev & Star, 2001; Chang et al., 2003). La otra cara de la variación temática de los ejemplos podría residir en una eventual dificultad para que los/as estudiantes reconozcan y abstraigan los elementos comunes relevantes entre los ejemplos (Gentner et al., 2003; Gick y Holyoak, 1983). En un estudio de variación de ejemplos para aprender a resolver problemas de combinatoria, Braithwaite y Goldstone (2015) concluyeron que el beneficio de los ejemplos variados era menos intenso para los/as estudiantes que carecían de un conocimiento previo del concepto en juego, pero que podía potenciarse reforzando la atención a las características estructurales de los problemas. Como se tiene interés en el escenario de instrucción más desafiante, que es aquel en el que no se puede dar por sentado el conocimiento previo, acompañamos cada uno de los ejemplos presentados con una tarea de comprensión no supervisada en la que se pedía a los/as participantes que relacionaran los elementos críticos del ejemplo con los componentes centrales de la definición del concepto.

Hasta la fecha, la evidencia que respalda la provisión de ejemplos variados proviene principalmente de la instrucción sobre conceptos y/o procedimientos pertenecientes a disciplinas formales como las matemáticas (Braithwaite y Goldstone, 2015; Chen y Mo, 2004; Paas y Van Merriënboer, 1994) o estadística (Chang et al., 2003; Chang, 2006; Quilici y Mayer, 1996, 2002). Como se discutió con más detalle en otro lugar (Minervino et al., 2017), los dominios formales difieren de los campos de investigación más empíricos en que las propiedades de los objetos que ejemplifican las operaciones cuantitativas que son el objetivo del aprendizaje tienden a ser bastante arbitrarias (por ejemplo, repartir caramelos entre los niños no es muy diferente de repartir las cartas entre los jugadores), lo que facilita la supresión de los detalles irrelevantes. Por el contrario, los elementos constitutivos de los fenómenos empíricos tienen propiedades cuya relevancia para el fenómeno en cuestión es comparativamente más difícil de evaluar, lo que plantea desafíos a su extrapolación analógica a casos nuevos que comprenden un conjunto diferente de elementos. Por lo tanto, el objetivo principal del

Experimento 1, consistió en evaluar las ventajas y desventajas de la variación temática de ejemplos utilizando una selección de principios sistémicos interdominio.

4.2 Experimento 1: Diversidad temática de los ejemplos

En el ámbito general de aprendizaje de conceptos, se ha sugerido que la utilización de ejemplos con características superficiales variadas ayudaría a destacar mejor las características abstractas de un concepto, coadyuvando finalmente a evitar la subgeneralización de las definiciones (Merrill et al. 1992). En contra de esta hipótesis, resultados provenientes de los estudios sobre analogías sugirieron que las personas sólo extraen este tipo de esquemas abstractos a partir de la comparación explícita de situaciones análogas (D'Angelo & Trench, 2020; Loewenstein et al., 2003; Minervino et al., 2017). Utilizando un diseño intercalado de presentación de ejemplos (i.e, presentar subsiguientes ejemplos de un concepto tras haber intercalado ejemplos de otros conceptos de contraste), Zhang (Zhang, 2019) ha observado que al recibir un nuevo ejemplo de un concepto declarativo, sus participantes raramente recordaban el ejemplo anterior de dicho concepto, lo que derivaba en una pobre capacidad para clasificar nuevos ejemplos de dichos conceptos. Los bajos niveles de aprendizaje conceptual podrían haberse debido a que el diseño intercalado utilizado por Zhang obstaculiza la comparación espontánea entre ejemplos de un mismo concepto. A los efectos de determinar si el uso de ejemplos temáticamente variados influye sobre la probabilidad de generalizar adecuadamente la definición de un principio sistémico, en el primer experimento de la presente tesis se utilizó un diseño "bloqueado" de presentación que, además de resultar más representativo del modo en el que se presentan los ejemplos en el aula o los libros de texto, no obstaculizaba una eventual tendencia de los/as estudiantes a comparar dos instancias de un mismo concepto.

Durante la fase de aprendizaje, dos grupos de participantes recibieron definiciones de principios sistémicos interdominio, cada una acompañada de

tres ejemplos. Mientras que los participantes de la condición "homogénea" recibieron tres ejemplos pertenecientes a un mismo dominio temático, los participantes de la condición "variada" recibieron ejemplos provenientes de tres dominios temáticos diferentes. Tras la lectura de cada ejemplo, los participantes de ambas condiciones debían contestar tres preguntas destinadas a estimular una conexión entre los componentes abstractos de la definición y aquellos elementos del ejemplo que los instanciaban. En una segunda fase, los participantes recibían descripciones breves de distintas situaciones, debiendo indicar a cuál de los conceptos correspondía, o en su defecto indicar que consideraban que no correspondía a ninguno de los ejemplos estudiados. Entremezclados con un conjunto de historias distractoras (fillers), los participantes recibieron en orden aleatorio items de prueba de distintos tipos: (1) ejemplos estudiados, (2) ejemplares no estudiados pertenecientes al dominios (o dominios) con los que había sido ejemplificado el concepto al que pertenecía el nuevo ejemplar, (3) ejemplares no estudiados pertenecientes al dominios (o dominios) diferentes a los que habían sido utilizados para ejemplificar el concepto al que pertenecía el nuevo ejemplar, y (4) cuasi-ejemplos (situaciones que contienen elementos de un concepto determinado, pero que violan algún aspecto relevante de la definición.

Para los ejemplos estudiados, predijimos que el rendimiento de la clasificación sería muy alto en términos absolutos y similar entre los grupos. Esta medida funciona principalmente como una verificación de que los/as participantes prestaron atención a los ejemplos de estudio y los codificaron adecuadamente en LTM junto con la definición de su concepto. En el otro opuesto del continuo de novedad, predijimos que la clasificación correcta de elementos nuevos de dominios nuevos (una medida de transferencia lejana) sería mucho más baja en general, pero comparativamente más alta en la condición variada que en la homogénea. Se predijo que la clasificación de ejemplos nuevos de dominios aprendidos (una medida de transferencia cercana) se ubicaría entre las medidas anteriores. En el caso de una diferencia de grupo, ya sea numérica o significativa, anticipamos que probablemente beneficiaría la condición homogénea, sobre la base de que la

presentación de tres ejemplos de un dominio dado provocaría una asociación más fuerte entre el concepto y dicho dominio que entre el concepto y cualquiera de los tres dominios utilizados en la condición de ejemplos variados. Si, por el contrario, una ventaja de la condición variada en la correcta clasificación de ejemplares pertenecientes a dominios nuevos no trae aparejada una desventaja en la clasificación nuevos ejemplos de dominios conocidos, habría una clara ventaja instructiva de la variación de ejemplos. Finalmente, predijimos que la mayor atención a la estructura subyacente provocada por la condición variada también ayudaría a las/los/as participantes en el correcto rechazo de los cuasi ejemplos.

4.2.1 Método

4.2.1.1 Participantes y Diseño

Una muestra inicial de 60 estudiantes ingresantes a primer año de psicología de una universidad pública de Rosario (media de edad = 20.8 años; *DE* = 8.34) se ofrecieron como voluntarios/as para participar en el experimento y fueron asignados aleatoriamente a las condiciones de ejemplos variados *(N* = 28) y de ejemplos homogéneos *(N* = 32). Los datos de tres participantes de la condición variada y de cuatro participantes de la condición homogénea se descartaron debido a que no completaron la fase de aplicación, lo que arrojó una muestra final de *N* = 25 y *N* = 28, respectivamente. Todos/as los/as participantes firmaron un consentimiento informado para participar antes de comenzar la Fase 1. El consentimiento estaba inserto en la sección introductoria del formulario (fase de aprendizaje) en la cual se informaba lo siguiente “Estás invitado a participar en un estudio de investigación sobre aprendizaje de conceptos. Tu participación es voluntaria y totalmente anónima (no registramos la identidad de los participantes). “A continuación, el participante debía tildar una casilla obligatoria. Con la leyenda “Acepto participar”. Sólo si la casilla estaba tildada el participante podía continuar llenando el resto del formulario, caso contrario, no participaba de la actividad.

4.2.1.2 Materiales

Tres de los cinco principios sistémicos seleccionados como objetivos de instrucción se tomaron o adaptaron de Jamrozik y Gentner (2020) [inoculación], de Goldstone y Sakamoto (2003) [especialización competitiva] y de Day et al. (2010) [retroalimentación negativa]. Los conceptos restantes fueron "período refractario" y "regresión a la media". Las definiciones proporcionadas para cada uno de estos conceptos fueron lo suficientemente abstractas como para abarcar potencialmente instancias de al menos cuatro dominios de conocimiento diferentes, según lo dictado por el procedimiento experimental. A modo de ejemplo, *el período refractario* se definió como un proceso en el que "una vez que cierta entidad ha reaccionado a un determinado tipo de estímulo, durante un período de tiempo deja de reaccionar a ese mismo tipo de estímulo". Para cada uno de estos cinco conceptos, derivamos cuatro ejemplos de un primer dominio, un ejemplo de un segundo dominio, un ejemplo de un tercer dominio y un ejemplo de un cuarto dominio (e.g., para el concepto de *período refractario*, derivamos cuatro ejemplos de biología, un ejemplo de psicología, uno de deportes y otro de economía). Los dominios correspondientes a los ejemplos de uno de los conceptos no mantuvieron ninguna relación sistemática con los de los otros conceptos, aunque algunos dominios comunes (por ejemplo, medicina o biología) se utilizaron en más de un concepto. Para cada uno de los principios sistémicos también derivamos un *cuasi ejemplo*, que consistió en una situación que presentaba varios aspectos estructurales de la definición, pero cuya violación de un componente clave en última instancia lo convertía en una no-instancia del concepto. Manteniéndose dentro del set de *período refractario*, el cuasi ejemplo describe que "los humanos adultos mantienen preferencias alimentarias estables, y en presencia de una comida que normalmente consideran atractiva, secretan saliva en preparación para la digestión. Durante los primeros tres meses de embarazo, sin embargo, los procesos hormonales relacionados con la gestación reducen la variedad de alimentos que atraen a la madre, de modo que los alimentos que normalmente provocarían una respuesta de salivación dejan de generarla". Si bien la situación anterior comparte aspectos relevantes con la definición de "período

refractario" (por ejemplo, la presencia de una reacción típica a determinados estímulos, o una suspensión momentánea de dicha reacción a tales estímulos), viola la definición proporcionada en el sentido de que la suspensión no se desencadena por una exposición previa a el estímulo, sino más bien por una causa endógena. Se incluyeron cuasi ejemplos para evaluar si la mayor flexibilidad que se supone que surge de la diversidad temática tiene el costo de una discriminación menos estricta. Se incluyeron ítems de relleno para evitar que los/as participantes asumieran que cada una de las situaciones de prueba correspondía a uno de los conceptos aprendidos. Las definiciones tenían una longitud aproximada de 20 palabras. La longitud de los ejemplos, cuasi ejemplos y rellenos (rango: 50-70 palabras) se igualó en todos los conceptos, para evitar que los/as participantes usaran la longitud como heurística para clasificar los elementos de la prueba. También se tuvo cuidado de asegurar que las palabras clave de las definiciones (e.g., "estímulo", "reacción", "período" o "tiempo" en la definición de *período refractario)* estuvieran ausentes de los ejemplos, para evitar que los/as participantes utilizaran elementos léxicos como claves para clasificar elementos de prueba. La Tabla 1 muestra la definición completa, preguntas de comprensión, ejemplos y cuasi ejemplos correspondientes al concepto de *retroalimentación negativa.* Se puede apreciar de qué manera se manipularon las variables en las dos condiciones experimentales (el conjunto total de los materiales se presenta en el Apéndice 1).

Tabla 1

Experimento 1. Conjunto de materiales correspondientes al concepto de retroalimentación negativa

Definición: Tipo de funcionamiento que asegura que cuando los valores de una variable se apartan de un nivel óptimo, dicha desviación activa procesos que contrarrestan la desviación. **Preguntas de comprensión** : (1) "En el presente ejemplo, ¿qué variable se aparta de un nivel deseado?", (2) "¿Qué procesos se activan con tal desviación?", y (3) "¿Qué efectos produce el proceso activado?" .	
Ejemplo 1 (Ingeniería) El termostato de un calefactor a gas mantiene su entorno a una temperatura predefinida. Cuando la temperatura ambiente sube por	Ejemplo 5 (Biología) Las características ambientales afectan la hidratación de las plantas. Cuando una planta comienza a deshidratarse por un

encima de la temperatura preestablecida, la llama del quemador disminuye su potencia y la temperatura de su entorno comienza a descender. Cuando cae por debajo de la temperatura preestablecida, la llama aumenta en potencia y la temperatura ambiente aumenta nuevamente.	descenso de la humedad del aire, responde a esta circunstancia ambiental orientando sus hojas hacia arriba, reduciendo así la superficie expuesta al sol. Esto a su vez reduce la evaporación, ayudando a la planta a recuperar el grado normal de hidratación de sus tejidos.
Ejemplo 2 (Ingeniería) Los depósitos de agua disponen de una válvula que regula la entrada de agua de la red. La válvula está conectada a un flotador a través de una palanca. Cuando la altura del agua cae, el peso del flotador activa la apertura de la válvula y el tanque se vuelve a llenar. Una vez alcanzada la altura original, el flotador levanta la palanca y cierra la válvula, evitando que el tanque se desborde.	Ejemplo 6 (Psicología) En familias donde los padres no controlan sus impulsos agresivos, un hermano puede presentar síntomas psicológicos sin causa aparente. Cuando la violencia entre los padres comienza a escalar, tal hermano comienza a mostrar los síntomas patológicos, captando la atención de sus padres y reduciendo así la violencia. Cuando desaparece la violencia, también desaparece la conducta patológica.
Ejemplo 3 (Ingeniería) Las baterías de las computadoras portátiles y de los teléfonos celulares se dañan cuando se cargan a su máxima capacidad real. Para evitar que esto suceda, los dispositivos electrónicos avanzados cortan la entrada de electricidad cuando la carga de la batería supera el 90% de su capacidad real, y reanudan la entrada de electricidad cuando el nivel de carga cae por debajo de dicho nivel.	Ejemplo 7 (Economía) El precio de los hidrocarburos depende de una serie de factores. Cuando los proveedores elevan demasiado el costo de los combustibles fósiles, los consumidores tienden a usar sus vehículos con menos frecuencia o a calentar sus hogares con menos generosidad. Esta reducción del consumo conlleva un aumento de las reservas de gas por parte de los comercializadores. Como este exceso de existencias no es rentable, los proveedores suelen reaccionar bajando el precio de sus combustibles.
Ejemplo 4 (Ingeniería) Los torpedos antiguos tenían una brújula interna que registraba la dirección inicial en el momento del lanzamiento. Si la dirección se alteraba por corrientes u otros obstáculos, la brújula detectaba dicho cambio de dirección y dirigía el	Cuasi ejemplo Cuando un meteoro de dimensiones astronómicas impacta en la Tierra, genera una nube de cenizas que bloquea la luz solar, reduciendo así la temperatura de la superficie del planeta. Parte del océano

timón en dirección opuesta al cambio. Cuando la nueva dirección concidía con la del lanzamiento, el timón se enderezaba y el torpedo reanudaba una trayectoria rectilínea.	cerca de los polos se congela, por lo que refleja la radiación solar en lugar de absorberla. Esto hace que el planeta se enfríe aún más, afectando la vida de animales y plantas.

4.2.1.3 Procedimiento

Los profesores dictantes invitaron a la cohorte inicial de candidatos a participar de forma anónima en un breve estudio en línea sobre el aprendizaje de conceptos, que comprendía dos formularios de Google: uno para la fase de aprendizaje y otro para la fase de aplicación.

Fase de aprendizaje. Una primera sección del formulario recopilaba datos de contacto e información demográfica sobre edad y sexo. La información de contacto (una dirección de correo electrónico válida) fue clave para hacer coincidir el formulario de aprendizaje de cada participante (y por lo tanto su condición) con sus respuestas correspondientes al formulario de prueba. En una sección posterior, los/as participantes vieron un video de 3 minutos que consistía en una secuencia de capturas de pantalla donde el primer autor demostraba la estructura de los ensayos de aprendizaje y de prueba (Figura 1).

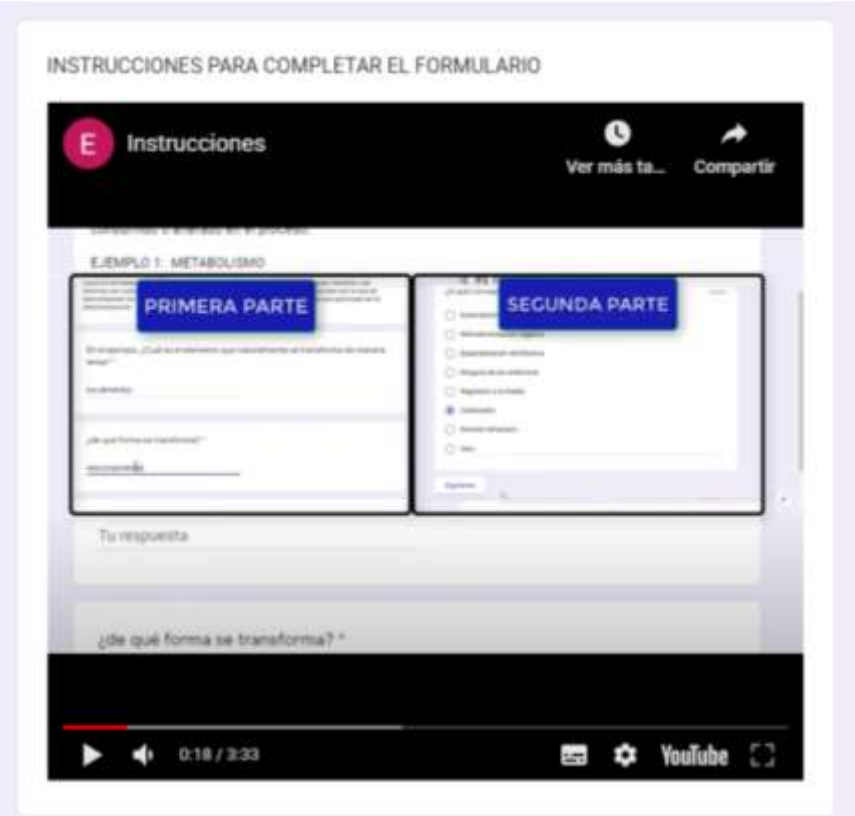


Figura 1. Instrucciones para las fases de aprendizaje (Primera parte) y test (Segunda parte).

Las instrucciones anticiparon que los/as participantes aprenderían cinco conceptos abstractos, cada uno ilustrado por tres ejemplos concretos, y que debían poner atención en la primer parte (de aprendizaje) ya que habría una segunda parte evaluatoria en la cual se pondrían en práctica los conocimientos aprendidos. El video mostraba las distintas interfaces y las tareas a realizar. Se explicó que tanto la *definición* como de los *ejemplos* debían ser leídos y comprendidos, identificando cómo los principales elementos de la definición aparecían también en el ejemplo (Figura 2).

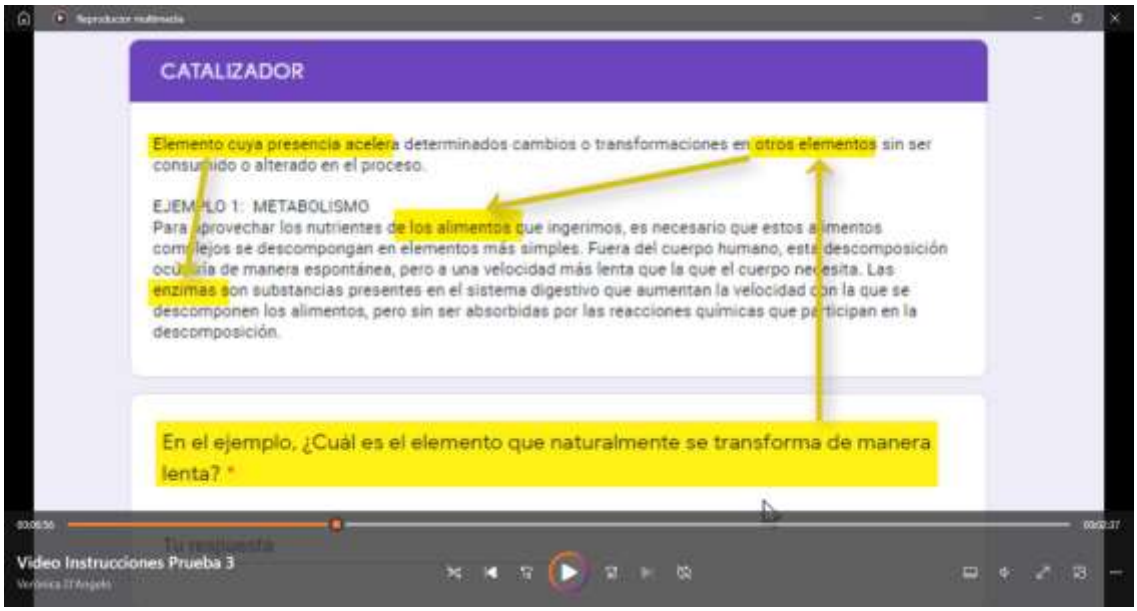


Figura 2. Instrucciones sobre cómo vincular los elementos abstractos de la definición con su referente real en el ejemplo.

Se mostró a continuación que después de cada uno de los ejemplos tendrían que proporcionar respuestas breves por escrito a 3 o 4 preguntas (Figura 3) destinadas a relacionar los componentes centrales de la definición con su referente del mundo real correspondiente en el ejemplo proporcionado.

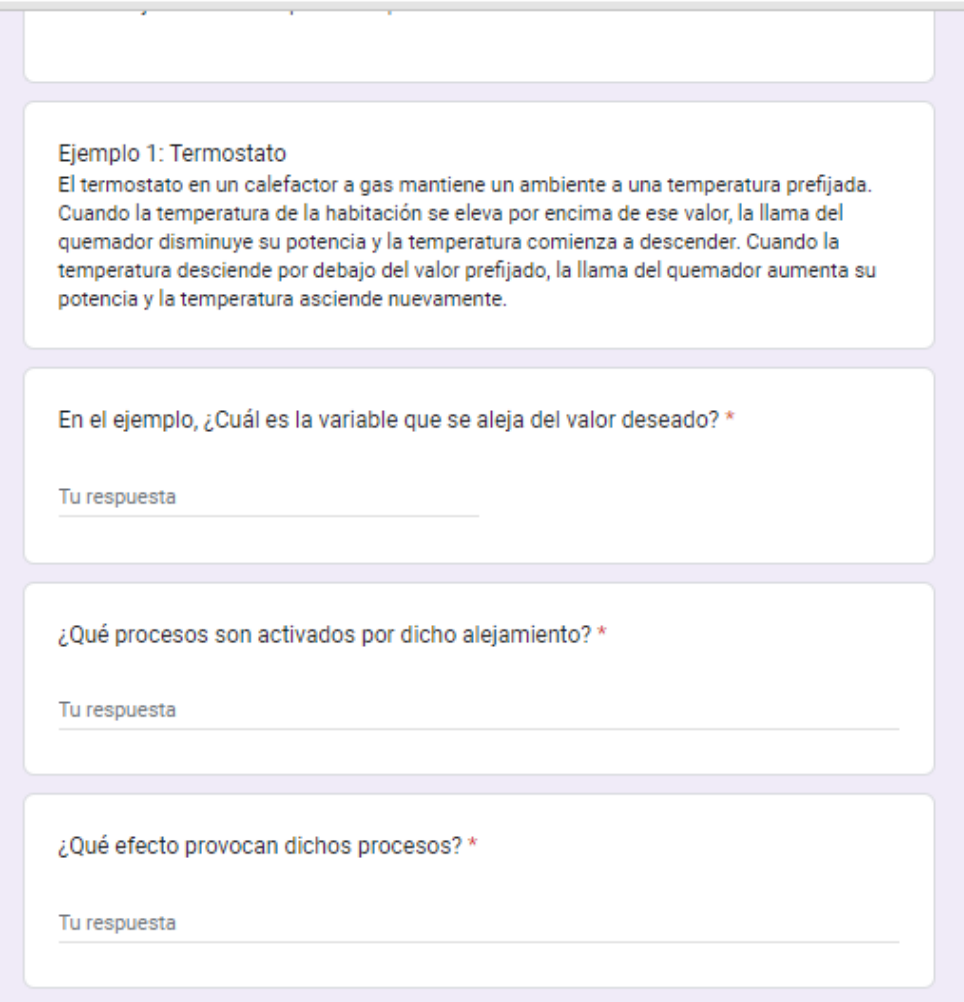


Figura 3. Instrucciones sobre cómo responder las preguntas de comprensión.

El procedimiento se ilustró con el concepto de *catálisis* (que no pertenecía a los materiales de estudio presentados más adelante) y cada uno de sus tres ejemplos correspondientes. Cada una de las secciones 3-5 del formulario de aprendizaje comenzó presentando la definición de un concepto (p. ej., *retroalimentación negativa) y* siguió presentando uno de los ejemplos de dicho concepto junto con sus preguntas de comprensión. Una vez completada la última pregunta del tercer ejemplo de un concepto, los/as participantes procedieron a la definición del siguiente concepto, junto con sus ejemplos y sus correspondientes preguntas de comprensión. Por lo tanto, el formulario de aprendizaje incluía 17 secciones breves y tomó alrededor de 30 minutos completarlo. El orden de presentación de los conceptos se contrabalanceó generando dos versiones del formulario de aprendizaje con

los mismos conceptos en diferente orden. La única manipulación experimental se refería a la selección de ejemplos. Para cada uno de los conceptos aprendidos, mientras que los/as participantes en la condición homogénea recibieron tres ejemplos tomados del mismo dominio temático (p. ej., tres ejemplos de *retroalimentación negativa* del dominio de la ingeniería), los/as participantes en la condición variada recibieron tres ejemplos de diferentes dominios (ej., tres ejemplos de *retroalimentación negativa* tomados de ingeniería, psicología y biología). Para cada concepto se incluyó uno de los ejemplos de la condición homogénea entre los ítems de la condición variada.

Fase de aplicación. El formulario de aplicación era el mismo para ambas condiciones. Comenzó informando a los/as participantes que recibirían breves descripciones de situaciones, de las cuales algunas serían instancias de uno de los conceptos aprendidos y otras no. A continuación, indicó que para cada una de las situaciones de prueba, debían hacer clic en el concepto correspondiente, o bien seleccionar "ninguna de las anteriores" cuando consideraran que la situación no perteneciera a ninguno de los conceptos (Figura 4).

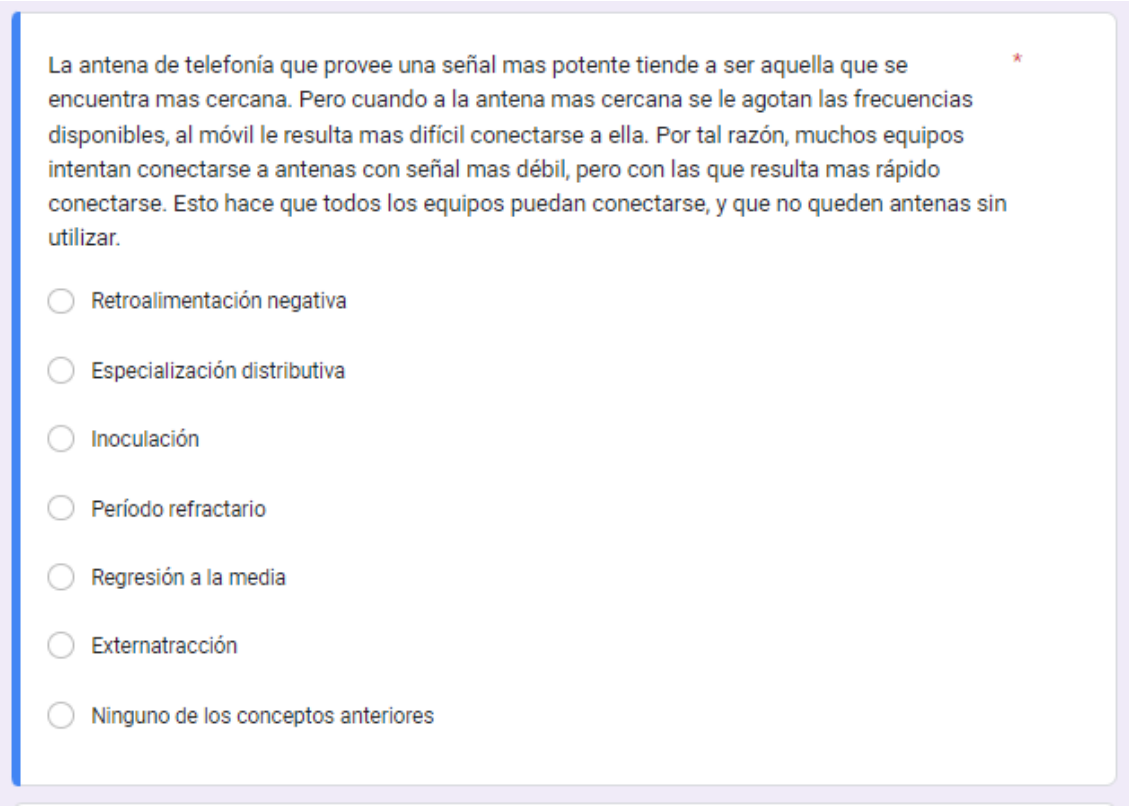


Figura 4. Clasificación de un ejemplo en la fase de prueba.

Tabla 2
Experimento 1. Distribucion de los ejemplos de cada conjunto de materiales en las dos fases

Condición:	Fase de aprendizaje	Ejemplos aprendidos	Fase de aplicación (Nuevos ejemplos de dominios aprendidos)	Ejemplos nuevos de dominios nuevos
Homogéneo	Ejemplos nº 1, nº 2 y nº 3 de Ingeniería	Ejemplo nº 1 de Ingeniería	Ejemplo nº4 de Ingeniería	Ejemplo de Economía
Variado	Ejemplo nº 1 de Ingeniería, más ejemplos de Biología y Psicología	Ejemplo nº 1 de Ingeniería	Ejemplo nº 4 de Ingeniería	Ejemplo de Economía

Para cada uno de los conceptos aprendidos, la prueba incluía un ejemplo estudiado (es decir, el que apareció en ambas condiciones del formulario de aprendizaje), un ejemplo novedoso de un dominio cubierto por los ejemplos aprendidos un ejemplo novedoso de un dominio no cubierto por los ejemplos aprendidos y un cuasi ejemplo (la Tabla 2 muestra cómo se asignaron los ejemplos a las fases y condiciones). El formulario de prueba también incluía cinco ítems de relleno, para un total de 25 ensayos. Los/as participantes tardaron alrededor de 30 minutos en completar esta segunda fase.

4.2.2 Resultados y Discusión

Se realizó un análisis mixto de varianza (ANOVA) tomando como factor intra sujeto el *tipo de ejemplo* (las medidas repetidas adoptaron 4 niveles: ejemplos estudiados, ejemplos nuevos de dominios conocidos, ejemplos nuevos de dominios nuevos y cuasi ejemplos) y se designó como factor inter sujeto la *diversidad temática* (2 niveles: ejemplos variados vs. ejemplos homogéneos). El análisis de datos reveló efectos principales tanto del tipo de ejemplo, $F(3, 49) = 51.541$, $p < .001$ $\eta^2 = .759$ como de la diversidad temática $F(1, 51) = 4.189$, $p < .05$ $\eta^2 = .076$,

pero sin interacción significativa $F(3, 49) = 1.135$, $p > .05$ $\eta^2 = .065$. Las comparaciones por pares (Bonferroni) revelaron que los ítems estudiados estaban mejor clasificados que los ítems nuevos tomados de dominios aprendidos y que éstos, a su vez, estaban mejor clasificados que los ítems nuevos de dominios nuevos (ambos $p < .001$). La precisión de los/as participantes en la clasificación de elementos de las tres categorías críticas fue mayor que su precisión en el rechazo de cuasi ejemplos ($p < .001$, $p < .001$ y $p < .05$, respectivamente). Las comparaciones por pares (Bonferroni) no evidenciaron diferencias entre las condiciones de ejemplos variados y de ejemplos homogéneos en cuanto a la clasificación correcta de los ítems estudiados o en la clasificación correcta de nuevos ítems de los dominios cubiertos por los ejemplos dados para el concepto correspondiente (ambos $p > .1$). Sin embargo, los/as participantes en la condición de ejemplos variados superaron a los/as participantes de la condición homogénea tanto en la clasificación correcta de elementos nuevos frente a dominios nuevos, como en el rechazo correcto de cuasi ejemplos (ambos $p_s < .001$). La Figura 5 muestra los puntajes de clasificación promedio en función de la condición de aprendizaje y del tipo de elemento de prueba. Éstos últimos son porcentajes de respuestas correctas obtenidos por un/a determinado/a participante a lo largo de los cinco ensayos. Esta forma de obtención del puntaje como variables dependientes en el rango 0-5 o 0-10, es compatible con el uso de estadísticos para comparaciones de medias como ANOVA y ha sido utilizada tanto en trabajos previos del director de esta tesis (Minervino et al., 2023; Oberholzer et al., 2018) como en antecedentes directos de este trabajo (D'Angelo & Trench, 2022; Zamary & Rawson, 2018).

Los resultados presentados reflejan que la diversidad temática de los ejemplos tiene influencia sobre la identificación de los conceptos ejemplificados cuando estos se presentan en dominios no conocidos por el/la observador/a.

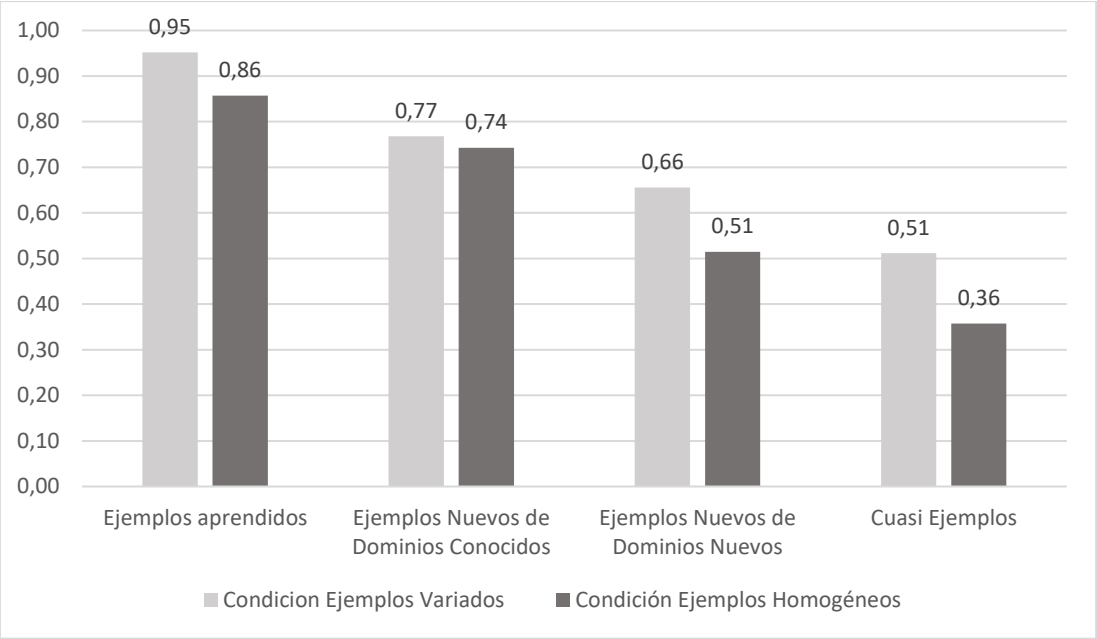


*Figura 5***.** Experimento 1. Puntajes de clasificación promedio según condición de aprendizaje y tipo de elemento de prueba.

Este experimento constituye un aporte a la línea de investigación de aprendizaje de conceptos con suministro de ejemplos, en una de las posibles dimensiones en las que pueden variar los ejemplos: la diversidad temática. Los ejemplos suministrados en uno de los grupos se extienden a un campo de aplicación interdisciplinar mientras que el grupo control sólo estudió un único dominio temático. Se contaba previamente con evidencia sobre variación temática de ejemplos en dominios formales como la matemática. Este trabajo, en cambio, empleó cinco conceptos sistémicos interdominio y es el primero en obtener evidencia en este tipo de aplicación.

Al combinar definiciones conceptuales abstractas con ejemplos temáticos variados, los/as participantes identificaron mejor las instancias del concepto en dominios que no habían sido ejemplificados previamente. Como antecedente en el uso de conceptos interdominio, sólo se contaba con el trabajo de Day et al*.* (2010), que se enfocaba en comparar el concepto de *retroalimentación negativa* con el de *retroalimentación positiva*. No obstante, los autores no lograron obtener una ventaja comparativa significativa al ofrecer diversos dominios temáticos durante una tarea de clasificación. En este experimento se ha incluído el concepto *retroalimentación negativa* entre los cinco principios sistémicos. El desempeño de los/as participantes en el

reconocimiento de instancias nuevas de dicho concepto en dominios nuevos (no ejemplificados previamente) fue significativamente más bajo que su desempeño promedio en los otros 4 conceptos en esta misma medida, *M*= 0.34, *SD* = 0.48 vs. *M* = 0.74, *DE* = 0,29, $t_{(52)}$ = 5.828, $p < .001$. Esto es un indicador de que el concepto *retroalimentación negativa* puede implicar una mayor dificultad de aprendizaje para los/as participantes. Aunque las *Ns* de nuestros grupos no fueron lo suficientemente grandes como para permitir calcular las pruebas de Chi-cuadrado con suficiente potencia, una inspección de los datos revela una ventaja numérica de la condición variada al extrapolar el concepto de retroalimentación negativa a un dominio novedoso (40% frente a 28,6%), lo que sugiere que la ventaja de la variación de ejemplos en este concepto en particular sigue la tendencia general observada con los otros conceptos. Por lo tanto, nuestros resultados ayudan a rectificar las conclusiones pesimistas extraídas por Day y colaboradores a partir de un sólo concepto, proporcionando así una demostración sólida de que la variedad temática por sí sola (es decir, sin pedir a los/as participantes que comparen explícitamente los ejemplos) puede ayudar a la extrapolación de conceptos declarativos a travesando barreras de dominio.

En comparación con el resultado anterior (efecto de la diversidad temática en el aprendizaje), el hallazgo de que la exposición a ejemplos de tres dominios diferentes no es inferior a la exposición a tres ejemplos homogéneos para reconocer ejemplos nuevos de los dominios cubiertos por los ejemplos aprendidos puede parecer a primera vista intrascendente. Pero no lo es, especialmente si se considera que la asociación de, digamos, *retroalimentación negativa* con el dominio de la ingeniería sería predeciblemente mas intensa después de tres ejemplos de ingeniería que después de un solo ejemplo de este dominio. Por ejemplo, si un/a participante lee un ejemplo sobre el funcionamiento de un termostato, otro sobre la carga de baterías, y otro sobre el flotante de un tanque de agua (i.e., tres ejemplos de retroalimentación negativa), es de esperar que cuando lea un ejemplo sobre la marcha de un torpedo, pueda reconocer el concepto de retroalimentación negativa ya que pertenece al mismo dominio de la ingeniería. En cambio, si hubiera estado expuesto a un único caso de

ingeniería como el del termostato, al ejemplo sobre psicología familiar y al ejemplo sobre botánica, no habría sido sorprendente que fallara en identificar un ejemplo de retroalimentación negativa en ingeniería como el del torpedo. Pese a que sería esperable obtener un rendimiento de clasificación inferior en la condición variada al reconocer nuevos ejemplos de dominios conocidos, la exposición a un único caso no implicó menor puntaje en la clasificación. Dicho esto, este primer experimento aporta evidencia de que la diversidad temática en los ejemplos de aprendizaje puede tener un impacto positivo en la identificación de instancias en dominios no ejemplificados previamente y, además, de que esta ventaja no se obtiene a expensas de la capacidad para reconocer instancias dentro de los dominios ya conocidos.

4.3 Experimento 2: Réplica y optimización

Dado que la diversidad temática de los ejemplos resultó una técnica efectiva para la promoción de la transferencia, se decidió profundizar en dichos hallazgos. Como se mencionó en la introducción, un objetivo fundamental de todo aprendizaje es la transferencia. Se espera que el conocimiento adquirido en un dominio pueda ser aplicado en un contexto distinto al de origen. Este objetivo pudo ser promovido por el Experimento 1, al aumentar la diversidad temática de los ejemplos suministrados. Otro objetivo menos explorado es la eficiencia, esto es, la posibilidad de que las actividades de aprendizaje se desarrollen en un tiempo acotado, tal como sucede en los entornos naturales de aprendizaje. Algunos estudios pioneros de la psicología instruccional intentaron trasladar a la práctica cotidiana algunas implicaciones derivadas de su trabajo experimental, pero los resultados fueron considerablemente distintos y concluyeron que estos hallazgos eran inaplicables de manera directa, ya que se habían planteado en condiciones de aprendizaje ideales (Howe y Singer, 1975). Disponiendo de tiempo ilimitado para desarrollar una única actividad, posiblemente se alcanzaría un rendimiento óptimo, tanto en comprensión como en

transferencia, pero la realidad de los/as estudiantes universitarias/os es que deben administrar su dedicación a numerosas actividades: disponen de un tiempo limitado para adquirir gran cantidad de contenidos nuevos (Rawson y Dunlosky, 2011). Las preguntas que se derivan de este análisis son: ¿Cuánto tiempo insume la fase de aprendizaje del Experimento 1 en relación la de aplicación? ¿Cómo pueden optimizarse los resultados del experimento anterior sin afectar la transferencia?

Como se detalló en el procedimiento del experimento anterior, la fase de aprendizaje del Experimento 1 insumió aproximadamente 30 minutos. Los/as participantes leyeron la definición tres veces. A continuación de cada definición, debieron leer también un ejemplo del concepto, y luego responder tres preguntas que guiaban al participante a establecer relaciones entre los elementos estructurales del ejemplo y sus correspondientes elementos en el concepto. La inclusión de estas preguntas pretendió asegurar la comprensión de los ejemplos en tanto instancias del concepto. Un antecedente es el estudio de Braithwaite y Goldstone (2015), en el cual se incorporaron preguntas de comprensión para prever las dificultades de abstracción de los/as estudiantes con escaso conocimiento previo, una dificultad ya observada en el campo del razonamiento analógico: al comparar instancias interdominio puede dificultarse la abstracción de características estructurales comunes entre ejemplos (Gentner et al., 2003; Gick y Holyoak, 1983).

Dado que los principios sistémicos elegidos en esta investigación tienen un nivel de complejidad accesible y han sido presentados de manera clara y concisa, el objetivo principal del segundo experimento consistió en evaluar si la ventaja encontrada de la diversidad temática de los ejemplos se mantiene en ausencia de las preguntas de comprensión.

En un experimento interesado en la ventaja de la acción de comparar ejemplares sobre la capacidad para clasificar nuevas instancias de los conceptos sistémicos de *retroalimentación positiva* y *retroalimentación negativa*, Day et al. (2010) obtuvieron que la incidencia de la diversidad temática y/o estructural de los casos comparados dependía del tipo de muestra utilizada (alumnos regulares, vs. alumnos de cursos acelerados). Ante este antecedente, una cuestión de importancia consiste en determinar si

los resultados obtenidos en el Experimento 1 resultan generalizables a otras poblaciones de participantes. Un segundo objetivo del Experimento 2 consistió por tanto en poner a prueba los efectos de la variedad temática de los ejemplos entre estudiantes de Ingeniería, una población que contrasta en muchos aspectos con los estudiantes de Psicología que participaron en el primer experimento.

Al igual que en el Experimento 1, los/as participantes recibieron dos formularios. El primero de ellos, correspondiente a la fase de aprendizaje, exponía la definicion de cada concepto seguida de tres ejemplos. Para promover la lectura pausada y la motivación de los participantes se indicó previamente que la lectura debía asegurar la comprensión para, en una segunda etapa, poder responder preguntas. La tarea de los/as participantes, tal como se solicitaba en las instrucciones del Experimento 1, era leer uno a uno los ejemplos y sus definiciones, relacionando los elementos críticos de la definición con sus elementos correspondientes en el ejemplo y al finalizar la lectura, enviar el formulario de aprendizaje. En la etapa de aplicación, la tarea consistió en leer cada ejemplo y escribir el nombre del concepto al cual pertenecía.

4.3.1 Método

4.3.1.1 Participantes y Diseño

Setenta y dos estudiantes de ingeniería mecánica de una universidad pública de Rosario (media de edad = 18.25 años; *DE* = 2.68) se ofrecieron como voluntarias/os para participar en el experimento y fueron asignados aleatoriamente a la condición de ejemplos variados *(N* = 37) y a la condición de ejemplos homogéneos *(N* = 36). Los datos de dos participantes de la condición variada se descartaron debido a que sólo completaron la fase de aprendizaje, lo que arrojó una muestra final de *N = 71* (35 en la condición variada y 36 en la condición homogénea). Todos/as los/as participantes firmaron un consentimiento informado para participar antes de comenzar la Fase 1. El consentimiento estaba inserto en la sección introductoria del formulario, tal como se describió en el Experimento 1.

4.3.1.2 Materiales

De los cinco principios sistémicos seleccionados para el Experimento 1. Se descartó “regresión a la media” por considerarse que ciertas similitudes con el concepto “retroalimentación negativa” podrían dar lugar a confusión entre ambos conceptos. En su lugar se incorporó el concepto “externatracción” (Puede verse detallado en el Apéndice 2). El resto de los ejemplos y conceptos resultaron iguales a los presentados en el Experimento Se adaptó el diseño del formulario eliminando las preguntas de comprensión y se reemplazó el multiple choice de la fase de prueba por una prueba menos directiva consistente en evocar sin ayudas el concepto pertinente, y escribir el término clave (nombre del concepto).

4.3.1.3 Procedimiento

Los profesores dictantes invitaron a la cohorte inicial de candidatos a participar de forma anónima en un breve estudio en línea sobre el aprendizaje de conceptos, que comprendía dos formularios de Google: uno para la fase de aprendizaje y otro para la fase de aplicación.

Tanto la fase de aprendizaje como la fase de prueba conservaron las mismas características que en el Experimento 1. La fase de aprendizaje, por no contener las preguntas insumió aproximadamente 15 minutos. El formulario de la fase de aplicación era el mismo para ambas condiciones**.** Comenzó informando a los/as participantes que recibirían breves descripciones de situaciones, de las cuales algunas serían instancias de uno de los conceptos aprendidos y otras no. A continuación, indicó que para cada una de las situaciones de prueba, debían intentar recordar y luego escribir el nombre del concepto correspondiente.

4.1.2.2 Resultados y Discusión

A efectos de evaluar los efectos de la diversidad temática sobre la clasificación de distintos ejemplares de los conceptos aprendidos, se realizó un análisis mixto de varianza (ANOVA) con *tipo de ejemplo* como factor intra sujeto (4 niveles: ejemplos estudiados, ejemplos nuevos de dominios conocidos, ejemplos nuevos de dominios nuevos y cuasi ejemplos) y *diversidad temática*

como factor entre sujetos (2 niveles: ejemplos variados vs. ejemplos homogéneos). Este análisis reveló efectos del tipo de ejemplar de prueba, *F(* 3,67) = 35.47, $p < .001$ $\eta^2 = .614$ pero no de la diversidad temática de los ejemplos de estudio *F(*1, 69) = 1.157, $p > .05$ $\eta^2 = .016$. La interacción entre estas variables resultó estadísticamente significativa, *F(*3,67) = 2.986, $p < .05$ $\eta^2 = .118$. Las comparaciones por pares (Bonferroni) revelaron que la condición de ejemplos variados superó a la de ejemplos homogéneos en la clasificación de ejemplares nuevos de dominios no cubiertos en la fase de aprendizaje ($p < .05$).

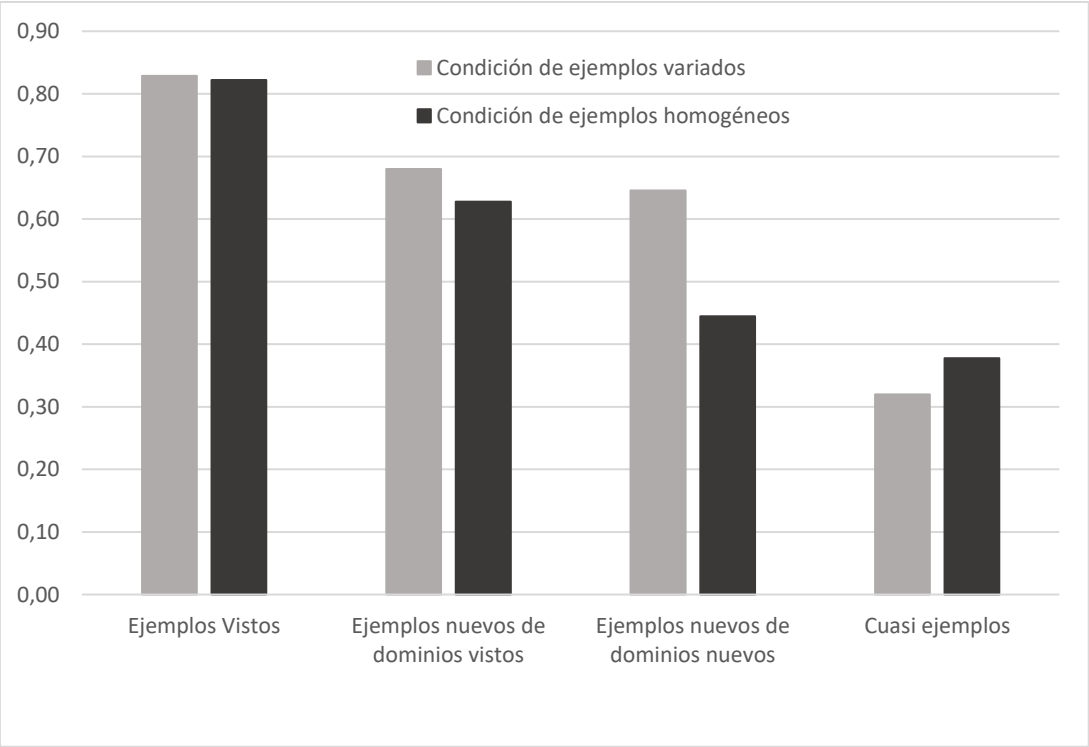


Figura 6. Experimento 2. Puntajes de clasificación promedio según condición de aprendizaje y tipo de elemento de prueba.

Estos resultados indican que el efecto de la diversidad temática de los ejemplos sobre la clasificación de nuevos ejemplares de los conceptos estudiados se mantiene incluso en condiciones de aprendizaje más representativas de los contextos naturales de aprendizaje que las del experimento anterior (Figura 6).

La diferencia a favor del grupo que recibió ejemplos temáticamente variados, tanto en el Experimento 1 como en éste experimento, confirma la influencia de la diversidad temática en el aprendizaje de conceptos. En esta

versión mínima del diseño instruccional, a pesar de que se retiraron las preguntas de comprensión para disminuir el tiempo insumido en la tarea de comprensión, se replicaron los resultados obtenidos en el Experimento 1, sugiriendo que resulta posible optimizar el diseño sin comprometer la efectividad del aprendizaje de conceptos.

4.4 Experimento 3: Validez externa

Luego de comprobar el efecto de la diversidad temática en dos poblaciones de estudiantes universitarios (Experimento 1: estudiantes de psicología, Experimento 2: estudiantes de ingeniería) se planteó la posibilidad de probar la validez externa del resultado con otras poblaciones. Dado que el objetivo de esta tesis es estudiar el aprendizaje de conceptos en ingresantes universitarias/os, no resultaba relevante aplicar el test sobre muestras de participantes que no fueran estudiantes, o en otros grupos etários. Sí resultaba relevante atender a ciertas problemáticas actuales, que por su grado de generalización facilitaban el acceso a la muestra. Tal es el caso de grupos de estudiantes extranjeros/as que cursan carreras universitarias en Argentina utilizando el español como segunda lengua. Es importante aclarar que con "segunda lengua" no se hace referencia a que los/as estudiantes están *aprendiendo una segunda lengua*, sino a que los/as estudiantes *aprenden contenidos* de su carrera universitaria utilizando una lengua que no es propia. Investigaciones recientes en ciencia cognitiva aplicadas a la didáctica de la lengua desde la perspectiva de la carga cognitiva, han mostrado que estos estudiantes, a pesar de haber aprobado los exámenes de lengua habilitantes, se encuentran en condiciones de mayor exigencia que los estudiantes que aprenden contenidos en su idioma nativo.

En el contexto local, si bien los estudios comparativos entre primera y segunda lengua son escasos, existen antecedentes en el marco de la

sociolingüística y el análisis del discurso que informan dificultades de desempeño lingüístico en el contexto áulico, a pesar de la aprobación de los exámenes habilitantes de lengua española, por ejemplo, Angelucci y Pozzo (2020).

A nivel internacional, en el contexto de una creciente internacionalización en la educación superior existen varios enfoques en todo el mundo que tienen como objetivo enseñar contenidos académicos a través de una lengua extranjera (inmersivos). El aspecto fundamental por el cual se diferencian estos enfoques es que algunos apuntan a enseñar tanto la lengua como el contenido, brindando un andamiaje para el aprendizaje de la segunda lengua (por ejemplo, con traducciones anexas) mientras que otros (en el nivel superior) sólo se ocupan de impartir el contenido en segunda lengua, sin proveer ayudas para la segunda lengua (estos estudiantes tienen una experiencia muy similar a la de estar asistiendo a una universidad extranjera).

Entre los primeros, los más difundidos son los enfoques CLIL (Content and Language Integrated Learning) en Europa y los conocidos como CBI (Content Base Instruction) en Norteamérica. CLIL se define como: “un doble enfoque en el que se utiliza un idioma adicional para el aprendizaje y la enseñanza tanto del contenido como del idioma (Coyle et al., 2010). Si bien existen numerosos estudios en apoyo de este enfoque, por ejemplo (Bruton, 2011, 2013; Coyle et al., 2010; Dallinger et al., 2016; Dalton-Puffer, 2011), también se ha sugerido que existen demasiadas variables no controladas en los contextos naturales, como la selección de los estudiantes participantes, el dominio inicial del idioma extranjero, el tiempo de exposición a la lengua extranjera dentro y fuera de las clases de idiomas extranjeros, el material de aprendizaje, entre otros (Dale & Tanner, 2012). El mayor nivel de exigencia se presenta en el segundo tipo de estrategia, en el enfoque conocido como EMI (English as a Medium of Instruction), exclusivo del nivel superior, para el cual los estudiantes deben haber aprobado los exámenes habilitantes en la segunda lengua para asistir a clases universitarias en las cuales se imparte contenido asumiendo que los estudiantes comprenden y no necesitan andamiaje para el idioma.

La teoría de la carga cognitiva estudia las limitaciones de la memoria de trabajo para llevar adelante tareas simultáneas (para revisiones sobre el desarrollo de esta teoría véase (Sweller, 2015, 2016b; Sweller et al., 2011).

El trabajo empírico de Roussel et al., (2017, 2022) investigó algunas de las variables relevantes que pueden determinar la eficacia de la enseñanza de lenguas extranjeras en contextos de educación superior. Con base en la teoría de la carga cognitiva, plantearon la hipótesis de que, sin ningún apoyo educativo en un idioma extranjero, aunque los estudiantes hubieran aprobado los exámenes habilitantes, sería probable que el aprendizaje de contenido académico condujera a resultados subóptimos. En esos estudios se comparó el rendimiento en diferentes condiciones de contenido e idioma. Por ejemplo, estudiantes franceses que aprobaron el conocimiento de alemán en el nivel B1, recibieron textos en francés, en alemán, y en alemán traducido al francés, comprobándose que la condición “alemán” (sin traducción al idioma nativo) es siempre la de menor rendimiento tanto en la comprensión de la lengua como del contenido. A partir de estas investigaciones comparativas se demostró que el aprendizaje en una segunda lengua, incluso con exámenes aprobados, implica una carga cognitiva mayor, es decir, una condición de mayor exigencia para el cursado académico (Roussel et al., 2017, 2022)

Estos antecedentes resultaron suficientes para hipotetizar, en el presente trabajo, que podrían eventualmente hallarse variaciones en el efecto de la diversidad temática si éste se ponía a prueba en una población de estudiantes brasileños, los cuales, a pesar de haber aprobado los exámenes de lengua española habilitantes para estudiar en universidades argentinas, estarían en condiciones de mayor exigencia para completar las actividades de aprendizaje y recuperación, debido a una carga cognitiva mayor.

Se anticiparon dos posibles resultados: o bien, el efecto de la diversidad temática sería suficientemente robusto como para sostenerse bajo condiciones de mayor exigencia, o bien, dicho efecto no se sostendría en tales condiciones. Otro punto a considerar fue el rendimiento en las variables intersujeto: cómo sería el rendimiento en ejemplos aprendidos, en ejemplos de dominios conocidos, en ejemplos nuevos de dominios nuevos y la precisión para identificar cuasi ejemplos.

El objetivo del Experimento 3 fue poner a prueba estas condiciones con un grupo de estudiantes de una población extranjera que hablan el castellano como segunda lengua.

4.4.1 Método

4.4.1.1 Participantes y Diseño

Cuarenta y seis estudiantes de nacionalidad brasileña ingresantes a la carrera de medicina en una universidad privada de Rosario (media de edad = 22,83 años; *DE* = 4.84) fueron invitados a participar voluntariamente en el experimento y fueron asignados aleatoriamente a la condición de ejemplos variados *(N* = 24) y a la condición de ejemplos homogéneos *(N* = 22). Los participantes aceptaron participar voluntariamente a través de un consentimiento inserto en la sección introductoria del formulario, tal como se describió en el Experimento 1.

4.4.1.2 Procedimiento

Tanto la fase de aprendizaje como la fase de prueba conservaron las mismas características que el Experimento 1. Las instrucciones explicaban a los/as participantes que aprenderían cinco conceptos abstractos, ilustrados cada uno de ellos por tres ejemplos concretos. Se les solicitó poner atención en la fase de aprendizaje previendo que habría una segunda parte evaluatoria en la cual deberían poner en práctica los conceptos aprendidos. Se explicó cómo proporcionar respuestas breves a las preguntas de comprensión destinadas a vincular los componentes centrales de la definición con su referente del mundo real correspondiente en el ejemplo proporcionado. Los formularios en la fase de aprendizaje eran diferentes para la condición de ejemplos variados y para la condición de ejemplos homogéneos. En el primer caso los participantes recibieron ejemplos de diversos dominios temáticos mientras que en el segundo caso recibieron ejemplos pertenecientes a un mismo dominio temático.

El formulario de la fase de aplicación era el mismo para ambas condiciones**.** Comenzaba informando a los/as participantes que recibirían breves

descripciones de situaciones, de las cuales algunas serían instancias de uno de los conceptos aprendidos y otras no. A continuación, indicaba que para cada una de las situaciones de prueba, debían hacer clic en el concepto correspondiente, o bien seleccionar "ninguna de las anteriores" cuando consideraran que la situación no pertenecía a ninguno de los conceptos.

4.4.2 Resultados y Discusión

Se realizó un análisis mixto de varianza (ANOVA) con *tipo de ejemplo* como factor intra sujeto (4 niveles: ejemplos aprendidos, ejemplos nuevos de dominios conocidos, ejemplos nuevos de dominios nuevos y cuasi ejemplos) y *diversidad temática* como factor entre sujetos (2 niveles: ejemplos variados vs. ejemplos homogéneos). Este análisis reveló un efecto principal del tipo de ejemplo, $F(3,156) = 65.724$, $p < .001$ $\eta^2 = .558$. Las comparaciones por pares (Bonferroni) revelaron que los ejemplos aprendidos estaban mejor clasificados que los ejemplos nuevos de dominios conocidos (homogéneo: $p < .05$; variado $p < .001$). La diferencia entre estos últimos y los ejemplos nuevos de dominios nuevos no era significativa ($p > .1$ en el grupo homogéneo; $p > 1$ en el grupo variado). La diferencia entre ejemplos nuevos de dominios nuevos y cuasi ejemplos fue significativa a favor de los primeros ($p < .05$ en el grupo homogéneo; $p < .001$ en el grupo variado).

No se encontraron efectos significativos de la diversidad temática entre las condiciones de ejemplos homogéneos y de ejemplos variados, $F(1,52) = .169$ $p > .05$ $\eta^2 = .003$, ni de la interacción entre ambos factores (intra e inter sujeto) $F(1, 156) = 1.337$, $p > .05$ $\eta^2 = .025$. Las comparaciones por pares no evidenciaron diferencias entre las condiciones de ejemplos variados y de ejemplos homogéneos en cuanto a la clasificación correcta de los ítems aprendidos, ni en la clasificación correcta de ejemplos nuevos de dominios conocidos, ni en la clasificación correcta de ejemplos nuevos de dominios no conocidos, ni en la clasificación de cuasi ejemplos ($p > .1$ en todos los casos).

Con respecto a las medias, sólo en la condición de ejemplos variados, los/as estudiantes extranjeros mostraron menor precisión que los/as estudiantes nativos/as del Experimento 2 para categorizar ejemplares nuevos pertenecientes a dominios cubiertos por los ejemplos estudiados (0,48 vs.

0.68), $t_{(57)} = 2.49$, $p < .05$ y ejemplares nuevos de dominios no cubiertos por los ejemplos (0.45 vs. 0.64), $t_{(57)} = 2.49$, $p < .05$. En la condición de ejemplos homogéneos no se registraron diferencias significativas.

0,95 0,77 0,66 0,51
0,86 0,74 0,51 0,36

Tabla 3

Experimento 4. Medias comparadas por tipo de ejemplo y experimento

		Aprendidos	Nuevos Dominio conocido	Nuevos Dominio Nuevo	Cuasi Ejemplos
Experimento 1	Homogeneo (N=36)	0.86	0.74	0.51	0.36
	Variado (N=37)	0.95	0.77	0.66	0.51
Experimento 2	Homogeneo (N=36)	0.82	0.63	0.44	0.37
	Variado (N=37)	0.83	0.68	0.64	0.32
Experimento 3	Homogeneo	0.80	0.60	0.50	0.28
	Variado	0.82	0.48	0.45	0.15

Una hipótesis plausible para explicar la ausencia del efecto de la diversidad temática es que al ser mayor la carga cognitiva en segunda lengua, sumada a la carga de la diversidad de dominios, resulta en una disminución del rendimiento en la recuperación de los ejemplos de dominio diverso. Es decir, que el efecto de la diversidad temática no es generalizable a esta población de segunda lengua si se mantienen las condiciones de presentación de los experimentos anteriores. Si bien entre los/as estudiantes extranjeros/as y los/as nativos/as no se observan diferencias en el rendimiento para identificar ejemplos aprendidos (0.82 vs. 0.83 en el grupo variado, 0.80 vs. 0.82 en el grupo homogéneo), sí se presentan diferencias para identificar ejemplos nuevos del mismo dominio temático (0.48 vs. 0.68) en el grupo variado, aunque muy pocas en el grupo homogéneo (0.60 vs. 0.63). Las diferencias

significativas se observan en la identificación de ejemplos nuevos en dominios temáticos nuevos (0.45 vs. 0.64 en el grupo variado).

El efecto de la diversidad temática no se replicó entre estudiantes de segunda lengua. Es decir, no hubo diferencias significativas entre el rendimiento los/as estudiantes en la condición de ejemplos variados y el rendimiento de los/as estudiantes en la condición de ejemplos homogéneos para identificar ejemplares nuevos de dominios no conocidos. Se plantea entonces el interrogante de cuál es el efecto específico de la diversidad temática en el estudiante de segunda lengua, y si ese efecto se suma al efecto de la carga cognitiva propia del uso de la segunda lengua. ¿Incide la diversidad temática sobre la comprensión o recuperación? ¿Cuáles son las condiciones bajo las cuales la diversidad temática no tiene incidencia? Por otra parte, vislumbrar cuáles son los mecanismos psicológicos del aprendizaje de conceptos podría arrojar luz sobre estos interrogantes y guiar el diseño de nuevas investigaciones.

4.5 Experimento 4: Mecanismos psicológicos del aprendizaje de conceptos declarativos

Habiendo puesto a prueba el efecto de la diversidad temática en dos poblaciones de ingresantes universitarias/os, y no pudiendo replicar el mismo efecto en una población que utiliza una segunda lengua, se planteó indagar cuáles son los mecanismos psicológicos generales del aprendizaje de conceptos declarativos, independientemente de que se cumpla el efecto de la diversidad temática.

Como se explicó en la introducción, existen dos hipótesis principales: (a) que los ejemplos ayudan a clarificar los esquemas transmitidos por las definiciones, (b) que los ejemplos apoyan directamente la aplicación de conceptos, al funcionar como análogos base contra los cuales comparar los nuevos ejemplares a través de un proceso de mapeo analógico (Ross, 1987). En este caso, una pregunta válida sería con qué frecuencia los/as participantes disponen de la definición y con qué frecuencia realizan analogías entre ejemplos.

Para responder estos interrogantes, se desarrollaron materiales que pudieran capturar el contenido presente en la MT del participante al momento de la clasificación. El objetivo del Experimento 4 fue indagar en qué medida la clasificación exitosa está mediada por una codificación general, o abstracta de las definiciones, tal como sugieren Merrill et al. (1992), y en qué medida se encuentra favorecida por la recuperación de ejemplos desde memoria a largo plazo.

4.5.1 Método

Para poder indagar qué mecanismos psicológicos operan durante la clasificación de un ejemplo, en la fase de prueba agregamos una pregunta referida a la activación (o no) de los ejemplos estudiados durante la clasificación de nuevos ejemplares. Dado que dicha pregunta podía interferir con el proceso mismo de clasificación (luego de haber respondido varias veces, los/as participantes podrían anticipar la pregunta sobre los mecanismos del recuerdo antes de que se realizar la tarea de clasificación,

quitando espontaneidad a la actividad), se optó por introducir las preguntas sobre la activación de ejemplos en una fase separada, una vez que la actividad de clasificación hubiera concluido. A tal efecto, tras la fase de clasificación se advirtió a los/as participantes que se volverían a presentar los mismos ítems de la fase anterior, debiendo hacer un esfuerzo por recordar qué cosas vinieron a su mente, aunque sea de manera fugaz, mientras intentaban clasificar cada uno de los ejemplos.

- *4.5.1.1 Participantes y Diseño*

Cincuenta y un estudiantes de 5to año (segundo cuatrimestre) de un instituto superior particular incorporado de Rosario (media de edad = 17,38 años; *DE* = 4.41) se ofrecieron como voluntarias/os para participar en el experimento y fueron asignados aleatoriamente a las condiciones de ejemplos variados *(N* = 23) y ejemplos homogéneos *(N* = 28). Todos/as los/as participantes firmaron un consentimiento informado para participar antes de comenzar la Fase 1. El consentimiento estaba inserto en la sección introductoria del formulario, tal como se describió en el Experimento 1.

4.5.1.2 Materiales y procedimiento

Se presentaron dos formularios, uno para la fase de aprendizaje y otro para la fase de prueba. De los cuatro tipos de ítems de prueba sólo se conservaron los ejemplares nuevos de dominios cubiertos por los ejemplos estudiados y los ejemplares nuevos pertenecientes a dominios no cubiertos por los ejemplos. La fase de prueba se dividió en dos etapas. En la primera parte del formulario, se realizó el test con el mismo diseño que en los experimentos anteriores. En la segunda parte del formulario, se repitieron los mismos items, cada uno seguido de dos preguntas: (a) “Mientras analizabas esta situación por primera vez... ¿Vino a tu mente, aunque fuera por un instante, alguno de los ejemplos utilizados para ilustrar los conceptos aprendidos?” (SI/NO) y (b) “En caso de que hayas contestado que sí, indicá brevemente cuál (o cuáles) ejemplos recordaste”. Dado que la segunda pregunta solicitaba *señalar* el ejemplo recordado sin hacer una descripción

extensa, los/as participantes indicaron de qué ejemplo se trataba utilizando frases tales como “el del profesor”, “el termostato” o bien “retroalimentación negativa”. En aquellos casos en que el/la participante respondió mencionando un ejemplo concreto, y ese ejemplo ilustraba el concepto en cuestión se consideró que había recuperado un ejemplo análogo. En los casos en que el/la participante mencionaba el nombre del concepto (por ejemplo, retroalimentación negativa) o daba un ejemplo que correspondía a otro concepto, esa respuesta no se consideró como un ejemplo análogo recuperado.

Si bien no se puede analizar el nivel de completitud de ese recuerdo (cuántos detalles del ejemplo recordaban), su respuesta fue suficiente para distinguir cuáles eran recuerdos de ejemplos análogos. En la parte final del test, los/as participantes escribieron la definición de cada concepto tal como la recordaban y esto permitió identificar cuáles eran completas y cuáles incompletas (o incorrectas).

4.5.2 Resultados y Discusión

4.5.2.1 Análisis de los ejemplos

Se realizó un análisis factorial mixto de varianza (ANOVA) con *tipo de ejemplo* como factor intra sujeto (2 niveles: ejemplos nuevos de dominios conocidos [DV], y ejemplos nuevos de dominios nuevos [DN]), y *diversidad temática* como factor entre sujetos (2 niveles: ejemplos variados vs. ejemplos homogéneos). En el análisis no se encontraron diferencias significativas (Figura 7) entre la condición de ejemplos homogéneos y la condición de ejemplos variados $F(1,49) = .430$, $p = .52$ $\eta^2 = .009$.

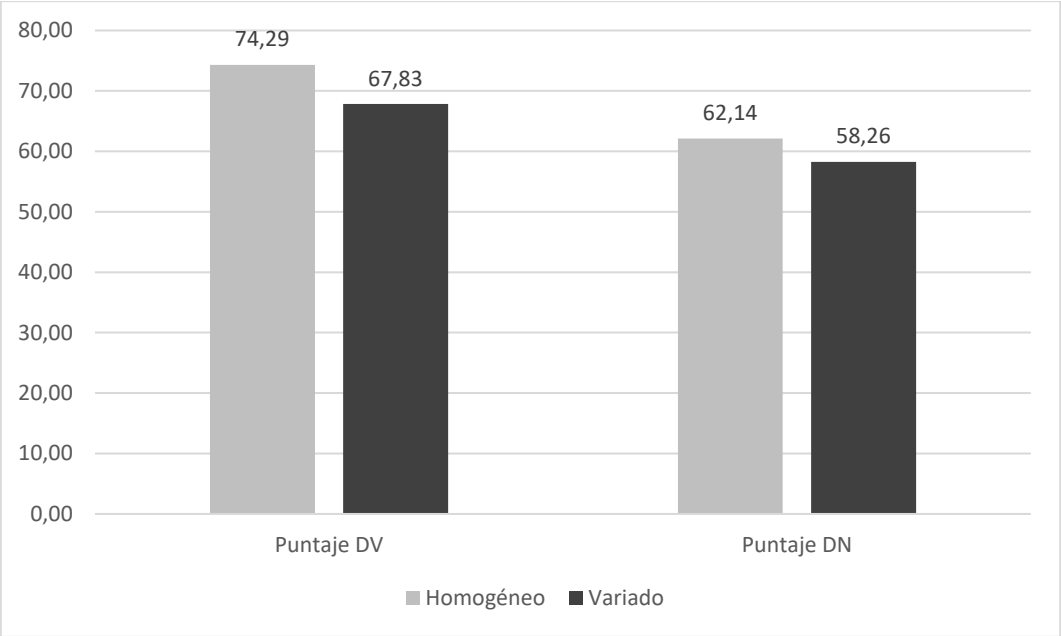


Figura 7. Puntaje de clasificación comparativo de las condiciones variadas y homogéneas para ejemplos nuevos de dominios conocidos (DV) y ejemplos nuevos de dominios nuevos (DN)

Existen diferencias significativas en la clasificación por tipo de ejemplar: ejemplos de dominios cubiertos vs. ejemplos de dominios no cubiertos (Figura 8) $F(1,49) = 8.435$, $p < .01$ $\eta^2 = .147$ sin interacción entre ambos $F(1,49) = .119$, $p = .732$ $\eta^2 = .002$. Las comparaciones por parejas revelan que esta diferencia significativa se da en el grupo homogéneo ($p < .05$) pero no en el grupo variado ($p = .09$), (Figura 8).

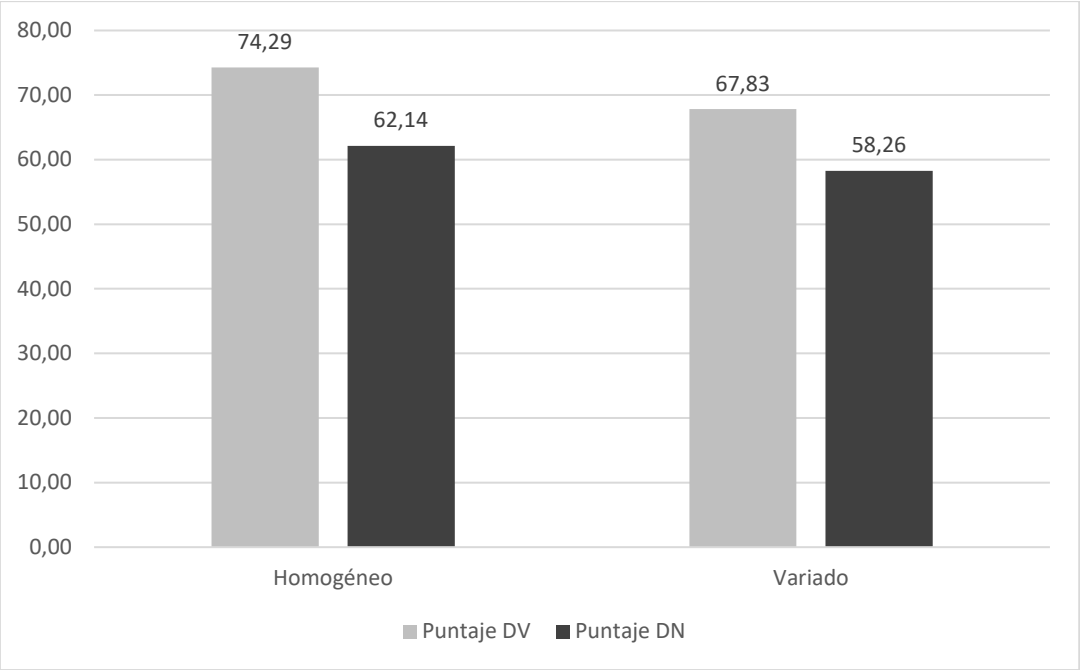


Figura 8. Puntaje de clasificación comparativo de ejemplos nuevos de dominios conocidos (DV) y ejemplos nuevos de dominios nuevos (DN) para las condiciones homogénea y variada.

De ambos análisis se desprende que en este grupo, el efecto de la diversidad temática como promotora de una mejor clasificación no se verifica. Sólo se mantiene, en el grupo homogéneo, una diferencia significativa entre la clasificación de ejemplos nuevos de dominios conocidos y la clasificación de ejemplos nuevos de dominios desconocidos.

Un segundo análisis factorial mixto de varianza (ANOVA) para evaluar la recuperación de ejemplos análogos en ambas condiciones, con las mismas variables intra e intersujeto que en el análisis precedente, reveló que tampoco existen diferencias significativas entre la condición homogénea y la variada para la recuperación de ejemplos análogos $F(1,49) = .031$ $p = .862$ $\eta^2 = .001$. En cuanto a las diferencias intrasujeto (entre tipos de ejemplares), existen diferencias significativas, $F(1,49) = 16.51$, $p < .0001$ $\eta^2 = .252$, sin interacción entre ambos factores $F(1,49) = .224$, $p = .638$ $\eta^2 = .005$. Las comparaciones por parejas con ajuste Bonferroni revelan una mayor recuperación de análogos de ejemplos de dominio conocido que ejemplos de dominio nuevo (en ambos grupos $p < .05$) (Ver Figura 9).

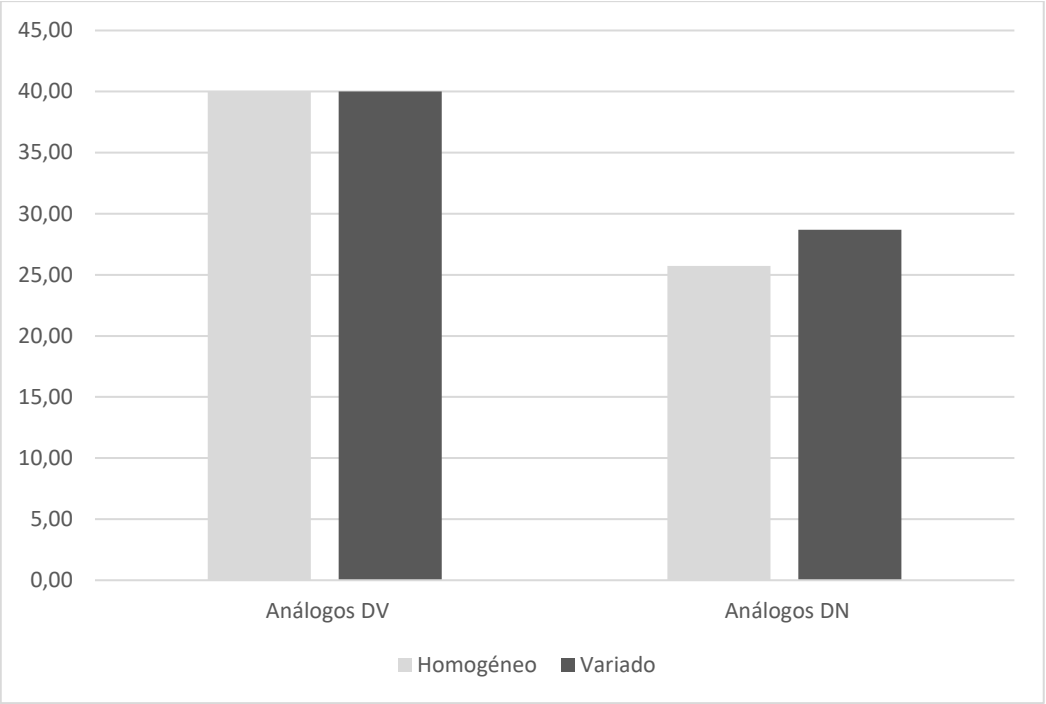


Figura 9. Porcentaje de recuperación de ejemplos análogos contrastando las condiciones variada y homogénea para ejemplos nuevos de dominio conocido (DN) y ejemplos nuevos en dominio nuevo (DN).

Los/as participantes recuperaron ejemplos análogos durante la clasificación en un porcentaje similar en ambas condiciones, no se constató un efecto de la diversidad temática, ni en la clasificación ni en la recuperación.

Dado que en este experimento no sólo se indagó en la recuperación de ejemplos sino también de las definiciones (los/as participantes escribieron las definiciones de cada concepto), el siguiente análisis buscó averiguar si el recuerdo de ejemplos análogos y/o el conocimiento de las definiciones eran predictores del puntaje de clasificación correcta de ejemplos.

Las definiciones escritas por los/as participantes para cada concepto, fueron clasificadas como correctas o incorrectas siguiendo el siguiente criterio. Cada definición original (la definición tal como se presentó a los/as participantes en la fase de aprendizaje, seguida de tres ejemplos) fue dividida en dos proposiciones. Por ejemplo (Ver Tabla 4).

Tabla 4

Experimento 4. Análisis de la estructura de las definiciones como criterio de clasificación en correctas o incorrectas.

	Definición	Proposiciones incluidas
RETROALIMENTACIÓN NEGATIVA	Funcionamiento que garantiza que si una variable se aleja del nivel deseado, dicho alejamiento activa procesos que eliminan la desviación.	1. Una variable se aleja del nivel deseado. 2. Se activan procesos que eliminan la desviación.
ESPECIALIZACIÓN DISTRIBUTIVA	Cuando varios agentes tienen acceso a recursos de diferente atractivo, y se distribuyen de tal forma que todos/as accedan a algún tipo de recurso.	1. Varios agentes tienen acceso a recursos de diferente atractivo. 2. Se distribuyen de tal forma que todos/as accedan a algún tipo de recurso.
INOCULACIÓN	Acción de exponerse a versiones debilitadas de un elemento peligroso, a efectos de aumentar las probabilidades de resistir versiones más fuertes.	1. Se da una exposición a versiones debilitadas de un elemento peligroso. 2. Aumentan las probabilidades de resistir versiones más fuertes.
PERÍODO REFRACTARIO	Luego de que un elemento reaccionó ante la presencia de un estímulo, ciertos procesos provocan que por determinado tiempo no pueda reaccionar a ese tipo de estímulos.	1. Un elemento reaccionó ante la presencia de un estímulo. 2. Por determinado tiempo no el elemento no puede reaccionar a ese tipo de estímulos
EXTERNATRACCIÓN	Cuando no se puede superar o repeler cierto elemento del propio sistema, pero puede inducirse su salida atrayéndolo hacia objetivos externos.	1. No se puede superar o repeler cierto elemento del sistema 2. Se induce su salida atrayéndolo hacia objetivos externos.

En la escritura de las definiciones que realizaron los/as participantes, se observaron tres situaciones: que los/as participantes recordaran ambas

proposiciones, que recordaran una de ellas, o que no recordaran ninguna. En el primero caso, la definición se consideró completa (correcta), en el segundo y tercer caso, incompleta (incorrecta). Las calificaciones correcta (1) e incorrecta (0) se utilizaron para el cálculo de porcentaje de definiciones correctas (48,57% homogéneo; 50,43% variado).

Para abordar la potencial variabilidad en las medidas intrasujeto, y dada la naturaleza binaria de las variables, se optó por utilizar un modelo lineal generalizado mixto de regresión logística (en el Apéndice 3 se detallan los pasos de ejecución del análisis con el programa SPSS).

El modelo de regresión mostró que el conocimiento de las definiciones no es predictor de la clasificación ($p > .1$) mientras que sí lo es la recuperación de ejemplos análogos ($p < .001$, *odds ratio= 7.9)* sin interacción significativa entre ellos (Figura 8). La relación se explica por la ecuación $y = 0.167 + 2.068\ x_1$, donde y es clasificación correcta y x_1 es recuperación de ejemplos análogos.

El cociente de probabilidades indicaría que por cada aumento de una unidad en la variable recuperación de ejemplos análogos (x1), el logaritmo de *odds* de clasificación correcta aumenta en 2.068 unidades. El *odds ratio* de 7.9, por otro lado, indica que la probabilidad de clasificación correcta es aproximadamente 7.9 veces mayor cuando la variable recuperación de ejemplos análogos (x1) aumenta en una unidad.

De estos resultados se interpreta lo siguiente: (a) Por un lado, el modelo de regresión está proporcionando una ecuación que indica una relación fuerte y positiva entre la recuperación de ejemplos análogos y la clasificación correcta. (b) Del análisis de estos resultados se infiere la importancia de la recuperación de ejemplos análogos: el experimento muestra que la recuperación de ejemplos análogos es un predictor significativo de la clasificación correcta de ejemplos. Es decir, los/as participantes que fueron capaces de recordar ejemplos análogos tuvieron una mayor probabilidad de clasificar correctamente los conceptos. Esto sugiere que la capacidad de relacionar un concepto con ejemplos similares previamente aprendidos es crucial para una clasificación precisa. (c) Es mínima la importancia de la

participación de las definiciones. Contrariamente a lo esperado, siguiendo la visión tradicional de que las definiciones son cruciales en el aprendizaje conceptual, el conocimiento de las definiciones no mostró ser un predictor significativo de la clasificación correcta de ejemplos. Esto implica que simplemente memorizar las definiciones podría no ser tan útil como la capacidad de recordar y aplicar ejemplos análogos en la tarea de clasificación. Es posible que la comprensión más profunda y la relación con ejemplos análogos faciliten la clasificación, mientras que la memorización de definiciones podría no ser suficiente. (d) Además, el análisis no mostró una interacción significativa entre el conocimiento de las definiciones y la recuperación de ejemplos análogos. Esto puede interpretarse como que el impacto de ambos predictores en la clasificación correcta es independiente y no se ven afectados ninguno de ellos por la presencia o ausencia del otro. (e) Por último, en cuanto a la completitud de las definiciones: Las definiciones escritas por los/as participantes se clasificaron como correctas o incorrectas según si recordaban ambas proposiciones, una de ellas o ninguna. La alta proporción de definiciones incompletas (incorrectas) sugiere que los/as participantes tuvieron dificultades para recordar todas las partes de la definición original, lo que puede haber afectado su capacidad para clasificar correctamente los conceptos.

4.5.2.2 Análisis cualitativo de las definiciones

Independientemente de las interpretaciones del análisis anterior acerca de la completitud de las definiciones, se realizó un análisis cualitativo de las definiciones del cual se obtiene una tabla comparativa entre las definiciones presentadas al participante en la fase de aprendizaje y las definiciones escritas por los/as participantes en la fase de prueba (en la Tabla 5 se muestra solamente la comparación para la definición del concepto Retroalimentación Negativa, una comparación completa para todos los conceptos puede verse en el Apéndice 2). Puede observarse el tipo de términos utilizados y las proposiciones incluidas.

Tabla 5

Experimento 4. Comparación cualitativa entre la definición presentada por el experimentador y las escritas por los/as participantes.

	Definición presentada en la fase de aprendizaje	Definiciones escritas
RETROALIMENTACIÓN NEGATIVA	Funcionamiento que garantiza que si una variable se aleja del nivel deseado, dicho alejamiento activa procesos que eliminan la desviación.	Cuando un objetivo se aleja del deseado, algo* evita que eso suceda produciendo una variable
		Cuando sucede algo* que hace que aumente en extremo ese problema. Se descandenas sucesos que hacen que ese problema disminuya
		si algo* se desvia de lo que se queria originalmente se activan ciertos procesos para que vuelva a ser lo que debia ser
		si algo* está lejos del nivel requerido, se elimina la desviación mediante procesos.
		es cuando, x variable de algo* se aleja de lo deseado, pero dicho alejamiento activa algo* para que se elimine dicho alejamiento

Es posible observar lo que parece ser un fenómeno de memoria y abreviación en la mayoría de las definiciones escritas por los/as participantes: las definiciones se presentan de forma abreviada, con predominancia de pronombres indefinidos por sobre verbos sustantivados (por ejemplo: “cuando algo se eleva” en vez de “elevación”). El 32% de las definiciones contiene el pronombre indefinido “algo” y otros conectores narrativos más apropiados para la escritura de ejemplos. Esto podría ser un indicio de que las personas, naturalmente recurren a estas formas cuando intentan recordar o definir un objeto. Sin embargo, las definiciones propuestas por el/la investigador/a no fueron rigurosas en el sentido de respetar cierto uso de términos evitando otros. Por ejemplo, la palabra “cuando”, que suele utilizarse para encabezar un bloque narrativo (por ejemplo, “cuando una variable se desvía…”) aparece en algunas definiciones de la fase de aprendizaje, por ejemplo, en la definición de Especialización distributiva (“Cuando varios agentes…”). Por lo cual, debería analizarse cuidadosamente si esta tendencia a la reducción del tamaño y forma de las definiciones, proviene de una tendencia natural de las personas o está influida por lo que los/as participantes leyeron, es decir, utilizaron la palabra “cuando” porque observaron que había sido utilizada en algunas definiciones brindadas por el experimentador.

En general, a la luz de los resultados del análisis cualitativo de las definiciones escritas por los/as participantes, surgen las siguientes observaciones y especulaciones: (a) El análisis revela que la mayoría de las definiciones escritas por los/as participantes presentan una forma abreviada en comparación con las definiciones proporcionadas por el investigador/a en la fase de aprendizaje. Esto sugiere un posible fenómeno de memoria, donde los/as participantes tienden a resumir o simplificar la definición original al intentar recordarla o definirla. La presencia de pronombres indefinidos como "algo" en lugar de verbos sustantivados y el uso de conectores narrativos más apropiados para ejemplos podrían indicar esta simplificación en el proceso de recordar. (b) Las definiciones proporcionadas en la fase de aprendizaje no fueron rigurosas en el uso de términos específicos y evitando otros. Por ejemplo, el uso de la palabra "cuando" que generalmente se utiliza para encabezar un bloque narrativo se encuentra en algunas de las definiciones

brindadas a los/as participantes. Esta falta de rigurosidad en la formulación de las definiciones originales podría haber influido en la tendencia de los/as participantes a utilizar formas abreviadas y conexiones narrativas más apropiadas para ejemplos en sus propias definiciones. Es decir, se debería descartar una influencia del material proporcionado por la cual la tendencia a utilizar ciertas formas abreviadas y conectores narrativos podría deberse a lo que los/as participantes leyeron en las definiciones proporcionadas por el/la investigador/a. Por ejemplo, si vieron el uso de la palabra "cuando" en algunas definiciones originales, es posible que lo reprodujeran en sus propias definiciones.

Estos hallazgos ofrecen una perspectiva sobre cómo las personas pueden procesar y recordar la información y cómo la forma en que se presentan las definiciones puede afectar la forma en que se definen y recuerdan los conceptos. Sin embargo, se requiere un análisis más exhaustivo y la adecuación del diseño experimental que permita hacer una comparación más rigurosa entre exposición a definiciones en la fase de aprendizaje y recuerdo de las definiciones durante la prueba. Este análisis se llevó adelante en el Experimento 5.

4.6 Experimento 5: Estructura de las definiciones

El estudio de la validez externa del efecto de la diversidad temática en dos poblaciones estudiantiles con para las cuales la diversidad de ejemplos pudiera representar un mayor desafío, arrojó precisamente éste resultado: la ausencia del efecto positivo.

Al analizar los resultados del Experimento 3, se dedujo que posiblemente al ser mayor la carga cognitiva en segunda lengua, el efecto de la diversidad temática no es generalizable a dicha población si se mantienen las condiciones de presentación en el diseño instruccional. Pero también se observó en el Experimento 4 un fenómeno de abreviación en la mayoría de

las definiciones escritas por los/as participantes que parece sugerir que estas definiciones abreviadas se retienen con menor dificultad.

Por otra parte, entre los/as estudiantes extranjeros/as del Experimento 3 y los/as nativos/as del Experimento 2 no se observan diferencias significativas en el rendimiento para identificar ejemplos aprendidos (la repetición de los mismos ejemplos) (0.82 vs. 0.83 en el grupo variado, 0.80 vs. 0.82 en el grupo homogéneo), aunque sí se presentan mayores dificultades en los/as extranjeros/as para identificar ejemplos nuevos del mismo dominio temático (0.48 vs. 0.68) en el grupo variado, aunque muy pocas en el grupo homogéneo (0.60 vs. 0.63). Las diferencias significativas se observan en la identificación de ejemplos nuevos en dominios temáticos nuevos por parte de los extranjeros vs. los nativos (0.45 vs. 0.64 en el grupo variado y 0.15 vs. 0.32 en el grupo homogéneo).

El Experimento 5 se focalizó en los contrastes entre ambas poblaciones, con el objetivo de hallar un nuevo diseño instruccional que facilite la fase de aprendizaje para los/as estudiantes extranjeros/as.

Para un/a estudiante de habla extranjera, por ejemplo, un/a estudiante brasileño/a que lee textos académicos en una universidad argentina, especialmente en el ingreso de la carrera, sin contar con suficiente fluidez en la lectura en el segundo idioma, la comprensión de contenidos nuevos implica un esfuerzo mayor debido a un aumento en la carga cognitiva (Roussel et al., 2017, 2022; Sweller, 2017).

Dado que los primeros experimentos de este estudio estaban orientados a estudiar el efecto de la provisión de ejemplos sobre el aprendizaje de conceptos, el foco estuvo puesto en la estructura y caracteristicas de los ejemplos, sin manipulación de la estructura de las definiciones como variable independiente, ni de los términos que se utilizan para nombrar un concepto.

Como se explicó en la sección de análisis de las definiciones en el experimento anterior, un porcentaje de la clasificación correcta no está explicado por el recuerdo de ejemplos análogos ni por el recuerdo de la definición completa. Pero existe una tendencia generalizada en los/as participantes a abreviar las definiciones utilizando conectores narrativos y

pronombres indefinidos, y evitando verbos sustantivados. Para explorar si este mecanismo es promotor del recuerdo, y si puede ser inducido desde la fase de aprendizaje, el Experimento 5 contrastó esta forma abreviada de las definiciones con otra forma más tradicional y extensa.

Hipotetizamos que si las definiciones se abrevian “imitando” el formato que tienen las definiciones proporcionadas por los/as participantes, en adelante las denominaremos *definiciones abreviadas*, facilitarían la representación y optimizarían la manipulación en MT.

El objetivo del Experimento 5 fue explorar las diferencias entre estudiantes nativos/as y extranjeros/as, en el aprendizaje de conceptos declarativos con un set de definiciones abreviadas que promueva la reducción de la carga cognitiva en la fase de aprendizaje.

4.6.1 Método

4.6.1.1 Participantes y Diseño

Noventa y un estudiantes nativos/as y extranjeros/as de la carrera de Medicina de una universidad privada de Rosario (media de edad = 24.29 años; *DE* = 7.66) participaron de este estudio de manera voluntaria y anónima y dieron su consentimiento antes de iniciar el estudio. Fueron asignados a la condición *L2* los/as estudiantes extranjeros/as que utilizaban el castellano como segunda lengua (N=42), y a la condición *L1*, los/as estudiantes que utilizaban el castellano como su primera lengua (N=49). Todos/as los/as participantes firmaron un consentimiento informado para participar antes de comenzar la Fase 1. El consentimiento estaba inserto en la sección introductoria del formulario, tal como se describió en el Experimento 1.

4.6.1.2 Materiales

Dado que la diversidad temática no se manipuló en este estudio, se presentó el mismo set de ejemplos variados a los/as participantes de ambas condiciones. A diferencia de los sets de materiales utilizados en los experimentos anteriores, las definiciones tradicionales (utilizadas

previamente) habían sido reemplazadas por definiciones abreviadas (Tabla 6). En otras palabras, ambos grupos recibieron definiciones abreviadas en un set de ejemplos variados y sólo se distinguieron por el factor lengua.

Las definiciones abreviadas que se presentaron se distinguen de las definiciones formales (como las de diccionarios o libros de texto) por su menor complejidad, ausencia de verbos sustantivados y sustantivos abstractos en general. Por ejemplo, un formato de definición tradicional para el concepto "retroalimentación negativa" (Tabla 6) podría ser la siguiente: "Funcionamiento que garantiza que si una variable se aleja del valor habitual, dicho alejamiento activa procesos en el entorno que eliminan la desviación", en cambio, la definición abreviada propuesta para el caso fue "Cuando algo se aleja de su valor habitual, activa reacciones que lo hacen volver hacia él". En la Tabla 6 se representan definiciones formales abstractas contrastadas con las definiciones abreviadas utilizadas.

Tabla 6

Experimento 5: Definiciones tradicionales vs definiciones abreviadas

	Definición tradicional	Definición abreviada
RETROALIMENTACIÓN NEGATIVA	Funcionamiento que garantiza que si una variable se aleja del valor habitual, dicho alejamiento activa procesos en el entorno que eliminan la desviación.	Cuando algo se aleja de su valor habitual, activa reacciones que lo hacen volver hacia él.
ESPECIALIZACIÓN DISTRIBUTIVA	Mecanismo por el cual los recursos se reparten uniformemente entre los demandantes agotando en primer lugar los de mayor atractivo y continuando con los restantes.	Cuando todos demandan los recursos de mayor atractivo, algunos se dirigen hacia los menos interesantes.

INOCULACIÓN	Acción de exponerse a versiones debilitadas de un elemento peligroso, a efectos de aumentar las probabilidades de resistir versiones más fuertes.	Cuando alguien resiste un poco de X, se vuelve más fuerte para enfrentar a X.
PERÍODO REFRACTARIO	Interrupción temporal de la reacción de un elemento ante cierto estímulo, luego de una reacción intensa ante ese mismo estímulo.	Cuando algo reacciona con fuerza ante P, por un tiempo queda insensible ante P
EXTERNATRACCIÓN	Acción de atraer hacia objetivos externos un elemento de un sistema que no puede ser repelido desde dentro el propio sistema.	Cuando algo no puede ser expulsado desde dentro, se lo atrae desde afuera.

4.6.1.3 Procedimiento

Los docentes invitaron a los/as estudiantes a participar de forma anónima en un breve estudio en línea sobre el aprendizaje de conceptos, que comprendía dos formularios: uno para la fase de aprendizaje y otro para la fase de prueba. En la fase de aprendizaje se utilizó el mismo set de ejemplos, sin embargo, a diferencia de los experimentos previos, se utilizaron para ambos grupos las *definiciones abreviadas* en lugar de las tradicionales. LTanto los/as estudiantes en la condición L2 como L1 recibieron el mismo set de conceptos, en los cuales se distinguieron las condiciones ejemplos aprendidos, ejemplos nuevos de dominio conocido, ejemplos nuevos de dominio nuevo, y cuasi ejemplos. Entre los datos demográficos se incluyó la lengua nativa, para poder organizar las respuestas según las dos condiciones (L1 o L2). El formulario de la fase de prueba era el mismo para ambas condiciones**.** Comenzó informando a los/as participantes que recibirían breves descripciones de situaciones, algunas de las cuales serían instancias de uno de los conceptos aprendidos y otras no. Se informó que para cada una de las

situaciones de prueba, debían intentar recordar y luego escribir el nombre del concepto correspondiente.

4.2.2.2 Resultados y Discusión

Se realizó un ANOVA factorial mixto con *tipo de ejemplo* como factor intra sujeto (4 niveles: ejemplos aprendidos, ejemplos nuevos de dominios conocidos, ejemplos nuevos de dominios nuevos y cuasi ejemplos) y *lengua nativa* como factor entre sujetos (2 niveles: primera lengua (*L1*) vs. segunda lengua (*L2*)). El análisis de datos reveló el efecto del tipo de ejemplo, $F(3,87) = 201.89$, $p < .001$ $\eta^2 = .874$ pero ningún efecto significativo del tipo de lengua $F(1,89) = .666$, $p > .05$ $\eta^2 = 0.007$ ni interacciones entre ambos $F(3,87) = .018$, $p > .05$ $\eta^2 = .001$. Las comparaciones de a pares revelan que no hay diferencias significativas entre los items nuevos de dominios nuevos en el grupo de lengua nativa y los mismos items en la condición de lengua extranjera. Estos resultados indican que para el uso de definiciones abreviadas el efecto de la lengua no es significativo. Sin embargo, comparando el uso de definiciones abreviadas (Experimento 5) y el uso de definiciones tradicionales por parte de estudiantes extranjeros/as (Experimento 3 y Experimento 2) aparecen diferencias significativas (ver Tabla 7).

Tabla 7

Comparaciones de medias experimentos 3 y 5

	Apren-didos	Nuevos Dominio conocido	Nuevos Dominio Nuevo	Cuasi Ejemplos
Experimento 2. Tradicionales L1 Variado (N=37)	0.83	0.68	0.64	0.32
Experimento 3: Tradicionales L2 Variado (N=24)	0.82	0.48	0.45	0.15

Experimento 5: Abreviadas L2 Variado (N=42)	0.85	0.70	0.60	0.21

La Figura 10 muestra los puntajes de clasificación promedio en función de la condición de aprendizaje y del tipo de definición comparando Experimentos 2, 3 y 5.

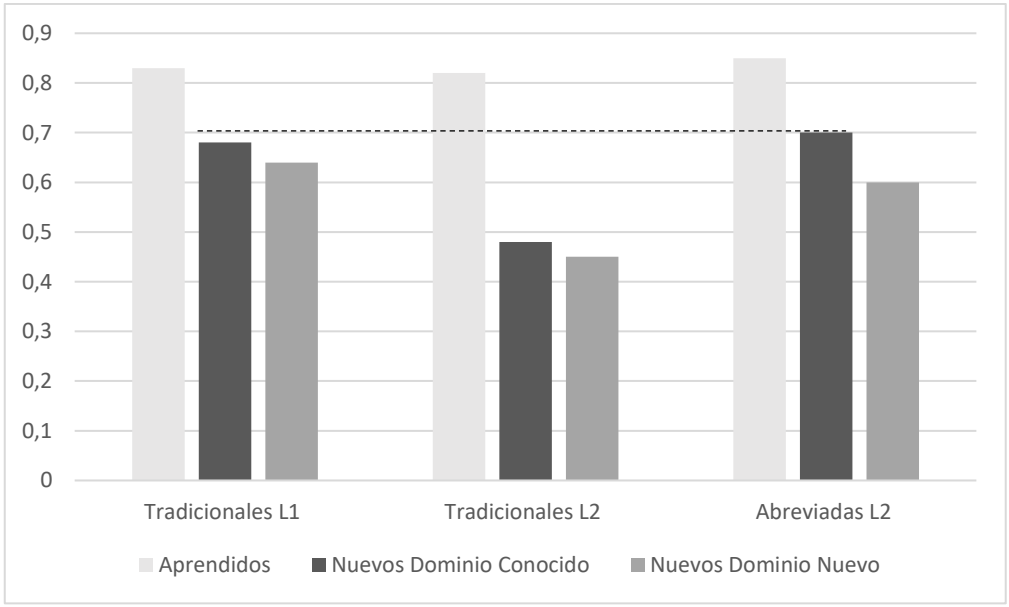


*Figura 10***.** Experimento 5. Puntajes comparados de clasificación promedio entre las condiciones Definiciones Tradicionales y Definiciones Abreviadas según tipo de ítem.

Cuando se utilizaron definiciones tradicionales (Experimento 3), los/as estudiantes que utilizaban el Español como segunda lengua mostraron menor precisión que los nativos/as (Experimento 2) para categorizar ejemplares nuevos pertenecientes a dominios cubiertos por los ejemplos estudiados (0,48 vs. 0.68), $t(_{57}) = 2.49$, $p < .05$ y ejemplares nuevos de dominios no cubiertos por los ejemplos (0.45 vs. 0.64), $t(_{57}) = 2.49$, $p < .05$. Cuando se utilizaron definiciones abreviadas (Experimento 5), su precisión resultó equiparable a la de los/as estudiantes nativos/as del Experimento 2, tanto al clasificar ejemplares nuevos de dominios cubiertos por los ejemplos estudiados (0.70 vs. 0.68), $t(_{89}) = 0.61$, $p > .1$ como ejemplares nuevos de dominios no cubiertos por los ejemplos (0.60 vs. 0.64), $t(_{89}) = 0.62$, $p > .1$.

Estos resultados indican que las definiciones tradicionales presentaron

dificultades para los/as estudiantes de segunda lengua al codificar y recuperar conceptos en situaciones novedosas. En cambio, cuando se utilizaron definiciones abreviadas, la precisión de los/as estudiantes de segunda lengua fue equiparable a la de los/as estudiantes nativos/as en ambos tipos de ejemplares (dominios cubiertos y no cubiertos por los ejemplos estudiados).

Los resultados sugieren que la elección del formato de las definiciones puede ser relevante para mejorar el aprendizaje de conceptos abstractos en estudiantes que utilizan el español como segunda lengua. Las definiciones abreviadas parecen ser más efectivas para facilitar la comprensión y la aplicación de los conceptos en diferentes contextos para este grupo de estudiantes.

5. Discusión general

En esta sección se presentará una síntesis de los principales hallazgos de los cinco experimentos desarrollados en el marco de esta tesis a la luz de los objetivos principales que se retoman a continuación.

5.1 Revisión de objetivos y resultados

El objetivo general de este trabajo de tesis fue explorar técnicas instruccionales de aprendizaje de conceptos declarativos, con especial interés en la diversidad temática. El diseño instruccional se basó en investigaciones recientes en psicología cognitiva y educativa abocadas a estudiar el rol de los ejemplos en los diferentes diseños instruccionales y la efectividad de diversas técnicas de presentación.

El propósito central de los dos primeros experimentos desarrollados en esta tesis fue determinar cuál es la influencia de la diversidad temática de los ejemplos en el aprendizaje de conceptos sistémicos. Una vez comprobado dicho efecto, el propósito de los tres siguientes experimentos fue explorar su generalización a otras poblaciones, indagar en los mecanismos psicológicos subyacentes, y probar si una técnica de abreviación de definiciones puede promover el aprendizaje en poblaciones que no se beneficiaron con el efecto de la diversidad temática.

Los resultados fueron una constatación del efecto positivo de la diversidad temática en los primeros dos grupos de estudiantes universitarios sin poder extenderse la validez a poblaciones de estudiantes brasileños que utilizaban el español como segunda lengua ni a una población de estudiantes que finalizaban la escuela media. Con poblaciones de segunda lengua, se probó un nuevo formato abreviado de las definiciones, que resultó más efectivo para la clasificación general.

A continuación, se revisan por separado los hallazgos de los distintos experimentos.

5.1.1 Diversidad temática

El *problema del conocimiento inerte* (Whitehead, 1929) se refiere a la observación de que el aprendizaje muchas veces no se aplica a contenidos y contextos diferentes de aquellos en los que se adquirió. Los conceptos declarativos (categorías relacionales abstractas indicadas por definiciones breves) no escapan al problema del conocimiento inerte, ya que los/as alumnos/as a menudo no identifican nuevos ejemplos del mismo concepto cuando no fueron ilustrados por materiales de aprendizaje previos. A pesar de que los ejemplos proporcionados por los/as docentes han demostrado ser superiores a los ejemplos generados por los/as estudiantes para la aplicación de conceptos, el rendimiento de la clasificación después de hasta 4 ejemplos aún está dista mucho de un nivel óptimo. Por lo tanto, se necesitaba más investigación para determinar cómo seleccionar ejemplos de manera que optimizaran la aplicación del concepto.

El primer experimento buscó contribuir a esta línea de investigación concentrándose en una dimensión particular a lo largo de la cual los ejemplos pueden variar: su dominio temático. Si bien había alguna evidencia de que la variación temática ayuda a la aplicación de conceptos pertenecientes a dominios formales como las matemáticas o la estadística, la evidencia sobre su utilidad para conceptos científicos de naturaleza más empírica fue escasa y negativa (ver, e.g., Corbalan et al. 2009; Day et al. 2010), presumiblemente debido a la complejidad adicional involucrada en discernir entre las características superficiales y estructurales de los fenómenos empíricos. Al

emplear cinco principios sistémicos diferentes que abarcan una amplia gama de dominios temáticos, este trabajo fue el primero en obtener evidencia sólida sobre la ventaja de los ejemplos variados para la aplicación de conceptos inter dominio.

El hallazgo central de la presente investigación fue que combinar definiciones conceptuales abstractas con ejemplos temáticos variados mejoró el reconocimiento de instancias del concepto en dominios no cubiertos por los ejemplos proporcionados. Este resultado es especialmente destacable dado que el único precedente disponible para este tipo de conceptos era Day et al. (2010) sobre la retroalimentación negativa frente a la positiva, pero sin obtener una ventaja de los ejemplos temáticos variados. Específicamente, se encontró que el concepto de retroalimentación negativa presentó mayores desafíos para los/as participantes al reconocer instancias novedosas en dominios no ejemplificados previamente. Sin embargo, la variación de ejemplos mostró ventajas al extrapolar el concepto a dominios nuevos. Estos resultados rectifican conclusiones pesimistas previas y demuestran que la diversidad temática, sin requerir una comparación explícita, puede facilitar la extrapolación entre dominios de conceptos declarativos. Por lo tanto, nuestros resultados ayudan a rectificar las conclusiones pesimistas extraídas por Day y colaboradores a partir de un solo concepto, proporcionando así una demostración sólida de que la variedad temática por sí sola (es decir, sin pedir a los/as participantes que comparen explícitamente los ejemplos) puede ayudar a extrapolar conceptos declarativos hacia nuevos dominios.

Debe hacerse notar la importancia del siguiente resultado: la exposición a ejemplos de tres dominios diferentes no es inferior a la exposición a tres ejemplos homogéneos al reconocer ejemplos nuevos de dominios ya conocidos. Esto puede parecer intrascendente a primera vista. Sin embargo, si consideramos que la asociación entre el concepto y un dominio específico sería más predecible después de varios ejemplos de dicho dominio, un rendimiento inferior en la condición variada no habría resultado sorprendente. Por lo tanto, se puede confirmar que la introducción de variaciones en los ejemplos amplía el alcance de la aplicación del concepto sin disminuir su eficacia para reconocer nuevos ejemplares en los dominios cubiertos por los

ejemplos de estudio. Una suposición similar atañe al rechazo de cuasi ejemplos. Podría haber ocurrido que lograr una representación más generalizada de los conceptos declarativos del tipo empleado en el presente estudio se produjera a costa de una menor capacidad para rechazar cuasi ejemplos, especialmente cuando pertenecen a dominios que han sido cubiertos por los ejemplos. Sin embargo, el rechazo de cuasi ejemplos demostró ser más preciso en la condición variada, lo que confirma que esta estrategia de instrucción puede emplearse con seguridad para maximizar la transferencia a distancia, sin el peligro de debilitar los criterios con los que se aplica la categoría aprendida a los nuevos ejemplares.

En cuanto a la explicación psicológica que opera detrás del efecto de la diversidad temática, una posibilidad es que la semántica de nociones demasiado abstractas como "variable", "valor", "agente", "proceso" o "recurso" sea muy difícil de representar mentalmente y, por lo tanto, los ejemplos sirven para eliminar la ambigüedad de dichos términos. Por este motivo, dado que los elementos que desempeñan el papel de "variable" en conceptos como la retroalimentación negativa tienden a ser muy similares en ejemplos homogéneos de la definición, su intersección conceptual aún conserva características específicas del dominio, por lo que conspira contra una aplicación flexible de la definición. Por ejemplo, podría esperarse que un estudiante de ingeniería electrónica tendería a identificar la retroalimentación negativa exclusivamente con sistemas de control. Dado que se expuso a ejemplos en ese dominio, una variable en sistemas de control resultaría identificada más rápidamente por este estudiante que una variable de naturaleza psicológica o biológica. En cambio, al recibir ejemplos de diferentes dominios, el rango de aplicación de la “variable” se amplía. Si bien esta explicación es quizás la más atractiva, parecería estar en desacuerdo con los resultados tradicionales de la literatura de recuperación analógica, que demuestran de manera convergente que la inducción de esquemas rara vez ocurre en ausencia de una comparación explícita entre los análogos (e.g., Gentner et al., 2003). Podría aducirse que a diferencia de historias estructuralmente isomórficas como las de Gick y Holyoak (1983), los ejemplares de categorías lexicalizadas como los principios sistémicos

empleados aquí inviten a comparaciones espontáneas entre miembros de categorías, especialmente cuando representan los objetivos explícitos de la instrucción. Sin embargo, estudios previos como Goldwater y Gentner (2015) sugieren que incluso en estos casos relativamente ventajosos la comparación espontánea entre ejemplares resulta poco probable.

Otra posibilidad es que, lejos de limitarse a promover la generación de esquemas generales, los ejemplos estudiados resulten recuperados desde la memoria de largo plazo durante el posterior encuentro con nuevos ejemplares, ayudando por ende a su correcta clasificación. Dado que las situaciones estructuralmente isomorficas rara vez se recuperan en ausencia de un grado concomitante de similitud superficial (Keane, 1987, Kurtz y Loewenstein, 2007, ver Trench y Minervino, 2017 para una revisión), una selección de ejemplos temáticamente variados podría aumentar las probabilidades de que al menos uno de los ejemplos aprendidos mantenga un grado de similitud superficial con el candidato que se está procesando.

Aunque poco inspiradora, una tercer posibilidad es que la ventaja observada de los ejemplos variados no se origine en un esquema más abstracto ni en un conjunto de ejemplos cuyas características superficiales logran una mayor "cobertura" en el espacio de posibles análogos base, sino más bien en el acoplamiento de la definición recibida con una "etiqueta de dominio" (Ripoll, 1998) que de alguna manera especifica el rango temático de situaciones a las que se pueden aplicar las relaciones abstractas que transmiten las definiciones. Para ejemplificar, la *inoculación* se asocia rápidamente a fenómenos relacionados con virus o bacterias (esa sería su “etiqueta de dominio”). El efecto beneficioso de la presentación de ejemplos variados podría haber promovido un uso más flexible de los conceptos estudiados por la vía de neutralizar esa etiqueta.

Si bien es probable que se puedan desarrollar materiales cuidadosamente elaborados para decidir entre las explicaciones de efecto de la variación temática basadas en esquemas y las explicaciones basadas en la recuperación de ejemplos, la verdad es que las condiciones que favorecen uno u otro proceso parecen estar estrechamente correlacionadas en el mundo natural. A partir de nuestra propia experiencia en el esfuerzo por construir los

conjuntos de materiales actuales, nos quedó claro que la posibilidad de instanciar incluso conceptos tan amplios como los principios sistémicos en dominios no relacionados alcanza un techo bastante abruptamente, generalmente después de 4 o 5 dominios. Más allá de ese límite, los elementos involucrados en estas nuevas instanciaciones del concepto inevitablemente comienzan a mantener similitudes superficiales con los elementos de los dominios anteriores, incluso cuando no se puede decir que los dominios mismos coincidan.

5.1.2 Réplica y optimización

Luego de constatar el efecto de la diversidad temática en una población de estudiantes universitarios/as de psicología, nos propusimos determinar si resultaba posible simplificar el procedimiento empleado, de modo de volverlo más fácilmente implementable en contextos instruccionales reales. La preocupación principal se centró en disminuir el tiempo necesario para la tarea de comprensión, por medio de eliminar las preguntas de comprensión que se incluían tras la lectura de cada uno de los ejemplos estudiados. Los resultados del Experimento 2 replicaron la ventaja transferencial de recibir ejemplos temáticamente variados con una población diferente (estudiantes de Ingeniería). Esto sugiere que el efecto de la diversidad temática no es específico de una población de estudiantes universitarios/as de psicología, sino que también se observa en otra población de estudiantes ingresantes a ingeniería. La constatación de que este efecto se mantiene incluso con una codificación menos intensiva de los ejemplos estudiados indica que es posible simplificar el diseño instruccional para aprovechar los beneficios de la diversidad temática sin comprometer la efectividad del aprendizaje de conceptos. La reducción del tiempo de estudio es una consideración relevante para mejorar la eficiencia del proceso de aprendizaje (Rawson & Dunlosky, 2011; Zamary & Rawson, 2016).

5.1.3 Validez externa

Ante este resultado positivo, nos preguntamos si existen condiciones, contextos o poblaciones en los que la diversidad temática no mejora (o

eventualmente empeora) el aprendizaje de conceptos sistémicos. Estos aspectos se convierten en áreas de investigación relevantes para futuros estudios sobre el tema.

En el Experimento 3 se decidió explorar la validez externa de los efectos de diversidad temática, utilizando el mismo diseño que el utilizado en el Experimento 2 con dos grupos de estudiantes extranjeros/as que utilizan el español como segunda lengua durante la cursada. Con base en la literatura científica, se anticipó que los/as estudiantes en la condición de segunda lengua, al tener una exigencia de carga cognitiva mayor pueden tener dificultades de comprensión superior a los/as estudiantes nativos. En el Experimento 3, ambos grupos de estudiantes (tanto en la condición de ejemplos variados como en la condición de ejemplos homogéneos) tuvieron un rendimiento similar: la ventaja comparativa en los dos primeros experimentos a favor de la diversidad temática no se replicó con estudiantes que utilizan segunda lengua. Esto abrió nuevos interrogantes sobre las dificultades de comprensión o recuperación en los/as estudiantes extranjeros/as y cómo podrían modular el efecto de la diversidad temática en el aprendizaje: ¿Es la dificultad de comprensión o recuperación en los/as estudiantes extranjeros/as superior a la de los/as estudiantes nativos, razón por la cual no se observó la ventaja de la diversidad temática en el aprendizaje de conceptos sistémicos? Dado que se plantea la posibilidad de que existan límites o condiciones en las que la diversidad temática no mejora el aprendizaje de conceptos sistémicos, sería relevante realizar futuros estudios que exploren específicamente estos aspectos. Estas investigaciones podrían examinar diferentes contextos educativos, poblaciones de estudiantes y niveles de complejidad de los conceptos para determinar en qué situaciones la diversidad temática es más o menos beneficiosa para el aprendizaje. Sería importante llevar a cabo más investigaciones con poblaciones de estudiantes de segunda lengua para comprender mejor los factores que influyen en su rendimiento académico y cómo se relacionan con la diversidad temática. Por otra parte, se plantea dilucidar cuáles son los mecanismos psicológicos que subyacen al aprendizaje instruccional de conceptos declarativos y a la diversidad temática en particular.

5.1.4 Mecanismos psicológicos

El Experimento 4 tuvo como objetivo descubrir los mecanismos psicológicos del aprendizaje de conceptos apelando a la información suministrada por el/la participante en el momento de la clasificación. En el estudio se analizó el efecto de la diversidad temática en el aprendizaje de conceptos declarativos en una población con bajo rendimiento académico. Se propusieron dos hipótesis principales sobre los mecanismos psicológicos del aprendizaje: por un lado, la hipótesis del razonamiento esquemático, que supone que las personas adquieren en primer lugar un esquema del concepto y en segundo lugar aplican ese esquema a los ejemplos de la vida real (Gentner, 1983; Holyoak y Thagard, 1989) y, por otro lado, la hipótesis del razonamiento analógico, que supone que cuando las personas se encuentran con nuevos ejemplares del concepto recuperan de su memoria ejemplos análogos y categorizan los nuevos ejemplos dentro del mismo conjunto (Ross, 1987). Los/as participantes fueron asignados aleatoriamente a dos condiciones: ejemplos variados y ejemplos homogéneos. Se utilizaron dos formularios: uno para la fase de aprendizaje y otro para la fase de prueba. En la fase de prueba, se repitieron los mismos ejemplos y se agregaron preguntas sobre la activación de ejemplos durante la clasificación. Los/as participantes debían indicar si recordaban algún ejemplo utilizado en el aprendizaje y describir brevemente el recuerdo. Además, escribieron la definición de cada concepto. No hubo diferencias que evidenciaran una mayor recuperación de análogos en el grupo homogéneo respecto del grupo de diversidad temática, pero esto fue consistente con la ausencia de efecto de diversidad temática. Sin embargo, mediante un análisis correlacional multinivel se pudo analizar si el recuerdo de ejemplos análogos y/o el conocimiento de las definiciones podrían predecir la clasificación correcta de ejemplos. Se clasificaron las definiciones escritas por los/as participantes como completas o incompletas. Se utilizó un modelo lineal generalizado mixto de regresión logística y se encontró que la recuperación de ejemplos análogos fue un predictor significativo de la clasificación correcta, mientras que el conocimiento de las definiciones no lo fue. Estos resultados sugieren que los ejemplos análogos desempeñan un papel importante en el aprendizaje de conceptos declarativos

en este contexto. Durante el aprendizaje de conceptos declarativos, los/as estudiantes se ven más influidos por los ejemplos análogos que por las definiciones abstractas, contraponiéndose a la tradicional tendencia a estudiar las definiciones para promover su aplicación a distintos contextos. Como proyección a futuro de estas conclusiones sería valioso llevar a cabo más investigaciones para comprender a fondo cómo se activan y utilizan los ejemplos análogos en el aprendizaje. Esto podría ayudar a desarrollar estrategias de enseñanza más efectivas y mejorar la forma en que se presentan y utilizan los ejemplos en el contexto educativo. Algunas de estas estrategias dirigidas a propiciar una representación más abstracta de los análogos base, ya han sido mencionadas previamente en este estudio. La comparación de ejemplos o situaciones análogas durante la resolución de problemas (D'Angelo & Trench, 2020; Gick y Holyoak, 1983; Goldwater y Gentner, 2015; Kurtz et al., 2001; Loewenstein et al., 2003; Minervino et al., 2017), la presentación de un único ejemplo acompañado de un esquema abstracto (Mandler y Orlich, 1993), o el entrenamiento para generar problemas análogos (Bernardo, 2001).

Otras proyecciones provienen de los límites de la investigación actual. Queda para futuras investigaciones lograr replicar el efecto diversidad temática para profundizar en sus mecanismos psicológicos, dado que al no replicarse el efecto de la diversidad temática durante el estudio de los mecanismos, no corresponde hacer inferencias específicas sobre dicho efecto, sino solamente inferencias sobre los mecanismos generales del aprendizaje de conceptos declarativos.

5.1.5 Abreviación de definiciones

Dado que se encontró que la diversidad temática no tiene un efecto promotor del aprendizaje en poblaciones con bajo rendimiento, y se observó que puede haber diferencias en la comprensión de los ejemplos entre estudiantes de L1 y L2, el Experimento 5 se orientó a contrastar estas poblaciones. A efectos de reducir la carga cognitiva, en la fase de aprendizaje se utilizó un conjunto de definiciones abreviadas. Los resultados mostraron un

efecto significativo del tipo de ejemplo, sin efecto significativo del tipo de lengua ni interacciones entre ambos. No se encontraron diferencias significativas en la clasificación de ejemplos nuevos de dominios desconocidos entre el grupo de lengua nativa y el grupo de lengua extranjera. Las limitaciones de este estudio no permitieron realizar una comparación entre definiciones tradicionales y abreviadas dentro del mismo grupo, sin embargo, realizando un una comparación entre experimentos se encontraron diferencias significativas entre los grupos del Experimento 3 y el Experimento 1, y entre el Experimento 3 y el Experimento 2 (seleccionando sólo las muestras de estudiantes extranjeros cursantes de la carrera de medicina en la misma universidad). El puntaje de la clasificación de ejemplos nuevos de dominios estudiados y ejemplos nuevos de dominios no estudiados entre los/as estudiantes de segunda lengua que recibieron definiciones tradicionales (Experimento 1 o Experimento 2) y los/as estudiantes de L2 que recibieron definiciones abreviadas (Experimento 3) fue superior en el grupo de definiciones abreviadas. Esto sugiere que el formato abreviado de las definiciones podría tener un efecto positivo en el aprendizaje de estudiantes de L2. Estos resultados podrían tener implicaciones para la enseñanza de conceptos abstractos a estudiantes que utilizan el español como segunda lengua.

Como proyecciones futuras, dado que se observaron diferencias significativas en el aprendizaje entre estudiantes de L2 que recibieron definiciones tradicionales y aquellos que recibieron definiciones abreviadas, sería recomendable realizar más investigaciones para explorar a fondo el impacto de las definiciones abreviadas en el aprendizaje de conceptos abstractos para estudiantes de segunda lengua en diferentes contextos y niveles educativos y también para poblaciones de estudiantes nativos. Esto permitiría una mejor comprensión de la efectividad de esta estrategia y su aplicabilidad.

5.2 Implicaciones educativas

De los resultados obtenidos en este estudio y en sus antecedentes más directos se infieren implicaciones de índole pedagógica.

En primer lugar, debería enfatizarse (a) la importancia de utilizar ejemplos acompañando definiciones o utilizar ejemplos análogos de los que pueda inferirse una estructura conceptual (e.g., Kurtz & Honke, 2021). En segundo lugar, (b) promover la diversidad temática de los ejemplos. Es decir, explotar la variedad de temas y contextos para presentar ejemplos que ilustren los conceptos de manera más amplia. Al exponer a los/as estudiantes a ejemplos de diferentes dominios, se les proporciona la oportunidad de comprender y aplicar los conceptos en una variedad de situaciones interdisciplinares y también en su disciplina particular, sin riesgo de afectar la solidez de los conceptos adquiridos (c) También es fundamental promover el pensamiento analógico: los ejemplos análogos, según se ha demostrado, juegan un papel fundamental en el aprendizaje de conceptos declarativos. Los educadores pueden fomentar el pensamiento analógico en sus estudiantes al presentar ejemplos que son similares en su estructura relacional pero diferentes en su contenido superficial, lo cual ayudaría a los/as estudiantes a identificar y aplicar los principios subyacentes a través de diferentes situaciones, promoviendo una comprensión más profunda y flexible de los conceptos. Según la noción de alineación estructural progresiva (Kotovsky & Gentner, 1996), es conveniente que las secuencias de aprendizaje instruccional se inicien con comparaciones entre análogos superficialmente similares y luego pasen a comparaciones entre análogos superficialmente diferentes. (d) Considerar las diferencias individuales y contextuales: la investigación también destacó la importancia de advertir las diferencias individuales y contextuales en el aprendizaje de conceptos. Los resultados indican que la efectividad de la diversidad temática puede verse influenciada por factores como el nivel de rendimiento académico y el dominio del idioma.

5.3 Promover la transferencia de conocimientos entre disciplinas

En la universidad, los programas académicos suelen estar organizados en disciplinas tradicionales, como biología, psicología, economía, sociología, entre otras. Cada disciplina tiene sus propios conjuntos de conceptos, teorías y métodos de investigación que se enseñan de manera aislada en cursos y programas específicos. Sin embargo, muchos de los desafíos complejos y

problemas del mundo real requieren un enfoque interdisciplinario, que implica la integración de conocimientos y métodos de múltiples disciplinas para abordar situaciones y fenómenos complejos. Las disciplinas tradicionales tienen sus propias formas de categorizar y entender el mundo, lo que puede limitar la capacidad de los/as estudiantes para abordar problemas de manera holística y considerar las interrelaciones entre diferentes campos de conocimiento. Esta investigación aporta pruebas empíricas de que el uso de ejemplos temáticamente variados no compromete el aprendizaje conceptual respecto del uso de ejemplos del mismo dominio disciplinar. Esto habilita la aplicación de estrategias más creativas y amplias del uso de ejemplos.

5.4 Limitaciones

Es posible que generar ejemplos que aborden una amplia diversidad temática requiera un conocimiento especializado en diferentes disciplinas. Un educador puede no tener un dominio profundo de todas las áreas temáticas necesarias para proporcionar ejemplos relevantes y precisos en cada campo. Por otra parte, en algunos casos, el currículum o los planes de estudio pueden estar estructurados de manera que se centren en conceptos y ejemplos específicos de una disciplina en particular. Esto puede limitar la capacidad del educador para incorporar diversidad temática en sus ejemplos, ya que puede haber restricciones en cuanto a los temas y contenidos que se deben cubrir.

Generar ejemplos con diversidad temática puede requerir un mayor tiempo de preparación y planificación por parte del educador. Buscar, evaluar y adaptar ejemplos relevantes en diferentes temáticas puede ser un proceso laborioso y requerir una inversión adicional de tiempo y esfuerzo. Cabe aclarar que los ejemplos con diversidad temática deben ser relevantes y contextualmente apropiados para los/as estudiantes. Es importante que los ejemplos sean significativos y conecten con las experiencias y conocimientos previos de los/as estudiantes. Esto puede requerir un conocimiento profundo de los intereses, experiencias y contextos culturales de los/as estudiantes.

6. Conclusiones

El propósito central de esta tesis fue comprender cómo la provisión de ejemplos incide en el aprendizaje de conceptos y poner a prueba estrategias para optimizar su utilización instruccional. Se encontró que el empleo de un diseño bloqueado y la inclusión de diversidad temática en los ejemplos son estrategias efectivas para promover el aprendizaje de conceptos en poblaciones de estudiantes nativos. Estos enfoques facilitan la recuperación y la transferencia de conocimientos, permitiendo una comprensión más amplia y flexible de los conceptos. Sin embargo, es importante destacar que estos resultados positivos no se pudieron generalizar a poblaciones de estudiantes de segunda lengua y a un grupo de estudiantes de escuela media.

Se sugiere que factores que impliquen una mayor exigencia de comprension, como la carga cognitiva adicional en estudiantes de segunda lengua podrían afectar la efectividad de la diversidad temática en el aprendizaje de conceptos. Por lo tanto, se deben considerar enfoques y estrategias de enseñanza adaptados a las necesidades específicas de cada grupo de estudiantes.

El estudio que se llevó a cabo para estudiar el efecto de abreviar el formato de las definiciones en estas poblaciones específicas, demostró que las definiciones abreviadas resultan ser más efectivas que las definiciones tradicionales en una población de estudiantes extranjeros. Esto sugiere que la estrategia de abreviación podría ser una herramienta prometedora para mejorar el aprendizaje de conceptos. Sin embargo, es importante seguir investigando y explorando la aplicabilidad y generalización de estas conclusiones en otras poblaciones y contextos educativos.

En cuanto a proyecciones futuras, para que la diversidad temática sea incorporada de manera efectiva en los materiales educativos, como libros de texto y recursos digitales, nuevas investigaciones aplicadas pueden explorar cómo diseñar y organizar los ejemplos temáticamente variados para que sean accesibles y útiles para los/as estudiantes, así como los/as profesores/as pueden utilizar estos materiales de manera efectiva en el aula.

Debe destacarse la importancia de la recuperación de ejemplos análogos como predictor significativo del aprendizaje de conceptos

declarativos. El contar con una base enriquecida de ejemplos análogos puede ser un factor clave en el aprendizaje efectivo de conceptos.

Los ejemplos desempeñan un papel fundamental en el aprendizaje de conceptos declarativos, ya que se retienen en la memoria con mayor efectividad que las definiciones. Estudiar directamente los ejemplos resulta más efectivo que practicar solo las definiciones, lo que puede tener un impacto positivo en el aprendizaje de conceptos interdominio. La inclusión de ejemplos con características superficiales variadas ayuda a resaltar mejor las características abstractas de un concepto y evita la subgeneralización de las definiciones. Los resultados aquí expuestos ofrecen una perspectiva prometedora para los estudios de transferencia, un área de investigación que no está acostumbrada a recibir resultados auspiciosos.

7. Referencias

Alexander, P. A., & Murphy, P. K. (1999). Nurturing the seeds of transfer: A domain-specific perspective. *International journal of educational research*, *31*(7), 561-576.

Alfieri, L., Nokes-Malach, T. J., & Schunn, C. D. (2013). Learning Through Case Comparisons: A Meta-Analytic Review. *Educational Psychologist*, *48*(2), 87-113. https://doi.org/10.1080/00461520.2013.775712

Anderson, R. C., & Biddle, W. B. (1975). On Asking People Questions about What They are Reading11The research reported herein was supported by the Navy Personnel Research and Development Center and Advanced Research Projects Agency under Contract N61339-73-C-0078. En G. H. Bower (Ed.), *Psychology of Learning and Motivation* (Vol. 9, pp. 89-132). Academic Press. https://doi.org/10.1016/S0079-7421(08)60269-8

Angelucci, T. C., & Pozzo, M. I. (2020). Estudiantes brasileños en la facultad de ciencias médicas de rosario (argentina): Implicancias interlingüísticas. *Trabalhos em Linguística Aplicada*, *59*, 807-833. https://doi.org/10.1590/01031813509551591 2020

Aristóteles, Tratados de Lógica (Organon) I, Introd., trad. y notas, Miguel Candel Sanmartín, Madrid, Gredos, 1982.

Armstrong, S. L., Gleitman, L. R., & Gleitman, H. (1983). What some concepts might not be. *Cognition*, *13*(3), 263-308.

Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. En *Psychology of learning and motivation* (Vol. 2, pp. 89-195). Elsevier.

Baddeley, A. D., Eysenck, M. W., & Anderson, M. C. (2018). *Memória*. Comercial Grupo ANAYA, SA.

Baddeley, A. D., & Logie, R. H. (1999). Working memory: The multiple-component model. En *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control* (pp. 28-61). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9781139174909.005

Balch, W. R. (2005). Elaborations of introductory psychology terms: Effects on test performance and subjective ratings. *Teaching of Psychology*, *32*(1), 29-34.

Barnett, S. M., & Ceci, S. J. (2002). When and where do we apply what we learn?: A taxonomy for far transfer. *Psychological Bulletin*, *128*(4), 612-637. https://doi.org/10.1037/0033-2909.128.4.612

Barr, R. A., & Caplan, L. J. (1987). Category representations and their implications for category structure. *Memory & cognition*, *15*, 397-418.

Barsalou, L. W. (1983). Ad hoc categories. *Memory & cognition*, *11*, 211-227.

Barsalou, L. W. (1985). Ideals, central tendency, and frequency of instantiation as determinants of graded structure in categories. *Journal of experimental psychology: learning, memory, and cognition*, *11*(4), 629.

Barsalou, L. W., Huttenlocher, J., & Lamberts, K. (1998). Basing categorization on individuals and events. *Cognitive psychology*, *36*(3), 203-272.

Ben-Zeev, T., & Star, J. R. (2001). Spurious correlations in mathematical thinking. *Cognition and instruction*, *19*(3), 253-275.

Berger, C. C., Dennehy, T. C., Bargh, J. A., & Morsella, E. (2016). Nisbett and Wilson (1977) Revisited: The Little That We Can Know and Can Tell. *Social Cognition*, *34*(3), 167-195. https://doi.org/10.1521/soco.2016.34.3.167

Bernardo, A. B. I. (2001). Analogical Problem Construction and Transfer in Mathematical Problem Solving. *Educational Psychology*, *21*(2), 137-150. https://doi.org/10.1080/01443410020043841

Bower, G. H., & Morrow, D. G. (1990). Mental Models in Narrative Comprehension. *Science*, *247*(4938), 44-48. https://doi.org/10.1126/science.2403694

Braithwaite, D. W., & Goldstone, R. L. (2015). Effects of variation and prior knowledge on abstract concept learning. *Cognition and Instruction*, *33*(3), 226-256.

Bruner, J. S., Goodnow, J. J., & Austin, G. A. (1956). *A study of thinking*. Wiley.

Bruton, A. (2011). Is CLIL so beneficial, or just selective? Re-evaluating some of the research. *System*, *39*(4), 523-532.

Bruton, A. (2013). CLIL: Some of the reasons why… and why not. *System*, *41*(3), 587-597.

Catrambone, R., & Holyoak, K. J. (1989). Overcoming contextual limitations on problem-solving transfer. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *15*(6), 1147-1156. https://doi.org/10.1037/0278-7393.15.6.1147

Chang, N. M. (2006). *Learning to discriminate and generalize through problem comparisons* [PhD Thesis]. Carnegie Mellon University.

Chang, N. M., Koedinger, K. R., & Lovett, M. C. (2003). Learning spurious correlations instead of deeper relations. *Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, *25*(25).

Chen, Z., & Mo, L. (2004). Schema induction in problem solving: A multidimensional analysis. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *30*(3), 583.

Chi, M., Feltovich, P. J., & Glaser, R. (1981). Categorization and representation of physics problems by experts and novices. *Cognitive science*, *5*(2), 121-152.

Christie, S., & Gentner, D. (2010). Where Hypotheses Come From: Learning New Relations by Structural Alignment. *Journal of Cognition and Development - J COGN DEV*, *11*, 356-373. https://doi.org/10.1080/15248371003700015

Coyle, D., Hood, P., & Marsh, D. (2010). *CLIL*. Cambridge: Cambridge University Press.

Craik, F. I., & Lockhart, R. S. (1972). Levels of processing: A framework for memory research. *Journal of verbal learning and verbal behavior*, *11*(6), 671-684.

Dale, L., & Tanner, R. (2012). *CLIL activities with CD-ROM: A resource for subject and language teachers*. Cambridge University Press.

Dallinger, S., Jonkmann, K., Hollm, J., & Fiege, C. (2016). The effect of content and language integrated learning on students' English and history competences–Killing two birds with one stone? *Learning and instruction*, *41*, 23-31.

Dalton-Puffer, C. (2011). Content-and-language integrated learning: From practice to principles? *Annual Review of applied linguistics*, *31*, 182-204.

D'Angelo, V. S., & Trench, M. (2022). Defending Diversity: Providing Examples from Different Domains Enhances Application of System Principles Beyond the Domains Covered by the Examples. *Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, *44*. https://escholarship.org/uc/item/85k6f518

D'Angelo, V. S., & Trench, M. (2020). *Enhancing distant analogical retrieval via generating abstract redescriptions of the target*. Conceptual Abstraction and Analogy in Natural and Artificial Systems" symposium of the Association for the Advancement of Artificial Intelligence (AAAI), Washington, DC, US.

Day, S. B., & Gentner, D. (2007). Nonintentional analogical inference in text comprehension. *Memory & cognition*, *35*(1), 39-49.

Day, S. B., & Goldstone, R. L. (2011). Analogical transfer from a simulated physical system. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *37*(3), 551.

Day, S. B., & Goldstone, R. L. (2012). The import of knowledge export: Connecting findings and theories of transfer of learning. *Educational Psychologist*, *47*(3), 153-176.

Day, S. B., Goldstone, R. L., & Hills, T. (2010). The effects of similarity and individual differences on comparison and transfer. *Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, *32*(32).

Dunlosky, J., Rawson, K. A., Marsh, E. J., Nathan, M. J., & Willingham, D. T. (2013). Improving Students' Learning With Effective Learning Techniques: Promising Directions From Cognitive and Educational Psychology. *Psychological Science in the Public Interest*, *14*(1), 4-58. https://doi.org/10.1177/1529100612453266

Duvignau, K., & Gaume, B. (2004). Linguistic, psycholinguistic, and computational approaches to the lexicon: For early verb-learning based on analogy. *Cognitive Systems*, *6*(2/3), 255-269.

Engle, R. A. (2012). The resurgence of research into transfer: An introduction to the final articles of the transfer strand. *Journal of the Learning Sciences*, *21*(3), 347-352.

Gentner, D. (1981). Some interesting differences between verbs and nouns. *Cognition and brain theory*, *4*, 161-178.

Gentner, D. (1982). Why nouns are learned before verbs: Linguistic relativity versus natural partitioning. *BBN report; no. 4854*.

Gentner, D. (1983). Structure-mapping: A theoretical framework for analogy. *Cognitive Science*, *7*(2), 155-170. https://doi.org/10.1016/S0364-0213(83)80009-3

Gentner, D. (1989). The mechanisms of analogical learning. En *Similarity and analogical reasoning* (pp. 199-241). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9780511529863.011

Gentner, D., & Asmuth, J. A. (s. f.). *Can Relationality be Distinguished from Abstractness in Noun Mutability?*

Gentner, D., Bowdle, B., Wolff, P., & Boronat, C. (2001). Metaphor is like analogy. *The analogical mind: Perspectives from cognitive science*, 199-253.

Gentner, D., & France, I. M. (1988). Chapter 14 - The Verb Mutability Effect: Studies of the Combinatorial Semantics of Nouns and Verbs. En S. L. Small, G. W. Cottrell, & M. K. Tanenhaus (Eds.), *Lexical Ambiguity Resolution* (pp. 343-382). Morgan Kaufmann. https://doi.org/10.1016/B978-0-08-051013-2.50018-5

Gentner, D., & Jeziorski, M. (1993). The shift from metaphor to analogy in Western science. *Metaphor and thought*, *447*.

Gentner, D., & Kurtz, K. J. (2005). Relational categories. En *Categorization inside and outside the laboratory: Essays in honor of Douglas L. Medin* (pp. 151-175). American Psychological Association. https://doi.org/10.1037/11156-009

Gentner, D., & Kurtz, K. J. (2006). Relations, objects, and the composition of analogies. *Cognitive science*, *30*(4), 609-642.

Gentner, D., Loewenstein, J., & Thompson, L. (2003). Learning and transfer: A general role for analogical encoding. *Journal of Educational Psychology*, *95*(2), 393-408. https://doi.org/10.1037/0022-0663.95.2.393

Gentner, D., Loewenstein, J., Thompson, L., & Forbus, K. D. (2009). Reviving Inert Knowledge: Analogical Abstraction Supports Relational Retrieval of Past Events. *Cognitive Science*, *33*(8), 1343-1382. https://doi.org/10.1111/j.1551-6709.2009.01070.x

Gentner, D., Rattermann, M. J., & Forbus, K. D. (1993). The Roles of Similarity in Transfer: Separating Retrievability From Inferential Soundness. *Cognitive Psychology*, *25*(4), 524-575. https://doi.org/10.1006/cogp.1993.1013

Gentner, D., & Smith, L. A. (2013). *Analogical learning and reasoning*.

Gick, M. L., & Holyoak, K. J. (1980). Analogical problem solving. *Cognitive Psychology*, *12*(3), 306-355. https://doi.org/10.1016/0010-0285(80)90013-4

Gick, M. L., & Holyoak, K. J. (1983). Schema induction and analogical transfer. *Cognitive Psychology*, *15*(1), 1-38. https://doi.org/10.1016/0010-0285(83)90002-6

Goldstone, R. L., & Day, S. B. (2012). Introduction to “new conceptualizations of transfer of learning”. *Educational Psychologist*, *47*(3), 149-152.

Goldstone, R. L., & Sakamoto, Y. (2003). The transfer of abstract principles governing complex adaptive systems. *Cognitive Psychology*, *46*(4), 414-466. https://doi.org/10.1016/S0010-0285(02)00519-4

Goldstone, R. L., & Wilensky, U. (2008). Promoting Transfer by Grounding Complex Systems Principles. *Journal of the Learning Sciences*, *17*(4), 465-516. https://doi.org/10.1080/10508400802394898

Goldwater, M. B., & Gentner, D. (2015). On the acquisition of abstract knowledge: Structural alignment and explication in learning causal

system categories. *Cognition*, *137*, 137-153. https://doi.org/10.1016/j.cognition.2014.12.001

Goldwater, M. B., Markman, A. B., & Stilwell, C. H. (2011). The empirical case for role-governed categories. *Cognition*, *118*(3), 359-376.

Goldwater, M. B., & Schalk, L. (2016). Relational categories as a bridge between cognitive and educational research. *Psychological Bulletin*, *142*(7), 729.

Gruber, H. E. (1995). *Insight and affect in the history of science.*

Halford, G. S., Wilson, W. H., & Phillips, S. (2010). Relational knowledge: The foundation of higher cognition. *Trends in Cognitive Sciences*, *14*(11), 497-505. https://doi.org/10.1016/j.tics.2010.08.005

Hamilton, R. J. (1989a). Role of concept definition, teaching examples, and practice on concept learning from prose. *Contemporary Educational Psychology*, *14*(4), 357-365. https://doi.org/10.1016/0361-476X(89)90021-0

Hamilton, R. J. (1989b). The Effects of Learner-Generated Elaborations on Concept Learning from Prose. *The Journal of Experimental Education*, *57*(3), 205-217. https://doi.org/10.1080/00220973.1989.10806506

Hamilton, R. J. (1990). The Effect of Elaboration on the Acquisition of Conceptual Problem-Solving Skills from Prose. *The Journal of Experimental Education*, *59*(1), 5-17. https://doi.org/10.1080/00220973.1990.10806547

Hampton, J. A. (1979). Polymorphous concepts in semantic memory. *Journal of verbal learning and verbal behavior*, *18*(4), 441-461.

Hampton, J. A. (1988). Overextension of conjunctive concepts: Evidence for a unitary model of concept typicality and class inclusion. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *14*(1), 12.

Hampton, J. A. (1995). Testing the prototype theory of concepts. *Journal of Memory and Language*, *34*(5), 686-708.

Hofstadter, D. R. (2001). Analogy as the core of cognition. En *The analogical mind: Perspectives from cognitive science* (pp. 499-538). Cambridge, MA.

Hofstadter, D. R., & FARG. (1995). *Fluid concepts and creative analogies: Computer models of the fundamental mechanisms of thought* (pp. ix, 518). Basic Books.

Hofstadter, D. R., & Sander, E. (2013). *Surfaces and Essences: Analogy as the Fuel and Fire of Thinking*.

Holyoak, K. J. (1984). Analogical thinking and human intelligence. *Advances in the psychology of human intelligence*, *2*, 199-230.

Holyoak, K. J. (2012). *Analogy and relational reasoning.*

Holyoak, K. J., & Koh, K. (1987). Surface and structural similarity in analogical transfer. *Memory & Cognition*, *15*(4), 332-340. https://doi.org/10.3758/BF03197035

Holyoak, K. J., & Thagard, P. (1989). Analogical mapping by constraint satisfaction. *Cognitive science*, *13*(3), 295-355.

Honke, G., & Kurtz, K. J. (2019). Similarity is as similarity does? A critical inquiry into the effect of thematic association on similarity. *Cognition*, *186*, 115-138.

Howe, M. J. A., & Singer, L. (1975). Presentation varibles and student's activities in meaningful learning. *British Journal of Educational Psychology*, *45*(1), 52-61.

Kapon, S., & diSessa*, A. A. (2012). Reasoning Through Instructional Analogies. *Cognition and Instruction*, *30*(3), 261-310. https://doi.org/10.1080/07370008.2012.689385

Keane, M. (1987). On retrieving analogues when solving problems. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *39*(1), 29-41.

Kintsch, W. (1974). *The representation of meaning in memory* (pp. vii, 279). Lawrence Erlbaum.

Kintsch, W. (1998). *Comprehension: A paradigm for cognition*. Cambridge university press.

Kintsch, W., & Rawson, K. A. (2005). Comprehension. En *The science of reading: A handbook* (pp. 209-226). Blackwell Publishing. https://doi.org/10.1002/9780470757642.ch12

Kintsch, W., & van Dijk, T. A. (1978). Toward a model of text comprehension and production. *Psychological Review*, *85*(5), 363-394. https://doi.org/10.1037/0033-295X.85.5.363

Kotovsky, L., & Gentner, D. (1996). Comparison and categorization in the development of relational similarity. *Child Development*, *67*(6), 2797-2822.

Kurtz, K. J., Boukrina, O., & Gentner, D. (2013). Comparison promotes learning and transfer of relational categories. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *39*(4), 1303.

Kurtz, K. J., & Honke, G. (2020). Sorting out the problem of inert knowledge: Category construction to promote spontaneous transfer. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *46*(5), 803-821. https://doi.org/10.1037/xlm0000750

Kurtz, K. J., & Loewenstein, J. (2007). Converging on a new role for analogy in problem solving and retrieval: When two problems are better than one. *Memory & Cognition*, *35*(2), 334-341. https://doi.org/10.3758/BF03193454

Kurtz, K. J., Miao, C.-H., & Gentner, D. (2001). Learning by analogical bootstrapping. *The Journal of the Learning Sciences*, *10*(4), 417-446.

Lakoff, G., & Johnson, M. (1980). *Metaphors We Live By*. University of Chicago Press. https://philpapers.org/rec/lakmwl

Lakoff, G., & Turner, M. (1990). More Than Cool Reason: A Field Guide to Poetic Metaphor. *Journal of Aesthetics and Art Criticism*, *48*(3), 260-261. https://doi.org/10.2307/431779

Linsey, J. S., Markman, A. B., & Wood, K. L. (2012). *Design by analogy: A study of the WordTree method for problem re-representation*.

Lobato, J. (2008). When students don't apply the knowledge you think they have, rethink your assumptions about transfer. *Making the connection: Research and teaching in undergraduate mathematics*, 289-304.

Loewenstein, J. (2010). Chapter 4—How One's Hook Is Baited Matters for Catching an Analogy. En B. H. Ross (Ed.), *Psychology of Learning and Motivation* (Vol. 53, pp. 149-182). Academic Press. https://doi.org/10.1016/S0079-7421(10)53004-4

Loewenstein, J., Thompson, L., & Gentner, D. (2003). Analogical Learning in Negotiation Teams: Comparing Cases Promotes Learning and Transfer. *Academy of Management Learning & Education*, *2*(2), 119-127. https://doi.org/10.5465/amle.2003.9901663

Mandler, J. M. (1978). *Categorical and schematic organization in memory*. Center for Human Information Processing, Department of Psychology ….

Mandler, J. M., & Orlich, F. (1993). Analogical transfer: The roles of schema abstraction and awareness. *Bulletin of the Psychonomic Society*, *31*(5), 485-487.

Marco, R. (2017). *Educación para los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Objetivos de aprendizaje*. UNESCO Publishing.

Medin, D. L., & Schaffer, M. M. (1978). Context theory of classification learning. *Psychological review*, *85*(3), 207.

Merrill, M. D. (2002). First principles of instruction. *Educational Technology Research and Development*, *50*(3), 43-59. https://doi.org/10.1007/BF02505024

Merrill, M. D., Tennyson, R. D., & Posey, L. O. (1992). *Teaching Concepts: An Instructional Design Guide*. Educational Technology.

Mervis, C. B., & Rosch, E. (1981). Categorization of natural objects. *Annual review of psychology*, *32*(1), 89-115.

Minervino, R. A., Margni, A., & Trench, M. (2023). Analogical inferences mediated by relational categories. *Cognitive Psychology*, *142*, 101561.

Minervino, R. A., Olguín, V., & Trench, M. (2017). Promoting interdomain analogical transfer: When creating a problem helps to solve a problem.

Memory & Cognition, *45*(2), 221-232. https://doi.org/10.3758/s13421-016-0655-2

Minsky, M. (1974). *A framework for representing knowledge*. MIT, Cambridge.

Morris, C. D., Bransford, J. D., & Franks, J. J. (1977). Levels of processing versus transfer appropriate processing. *Journal of verbal learning and verbal behavior*, *16*(5), 519-533.

Murphy, G. (2002). *The big book of concepts*. MIT press.

Nersessian, N. J. (1992). How do scientists think? Capturing the dynamics of conceptual change in science. *Cognitive models of science*, *15*, 3-44.

Newell, A., & Simon, H. A. (1972). *Human problem solving* (Vol. 104). Prentice-hall Englewood Cliffs, NJ.

Nisbett, R. E., & Wilson, T. D. (1977). Telling more than we can know: Verbal reports on mental processes. *Psychological Review*, *84*, 231-259. https://doi.org/10.1037/0033-295X.84.3.231

Nosofsky, R. M. (1986). Attention, similarity, and the identification–categorization relationship. *Journal of experimental psychology: General*, *115*(1), 39.

Nosofsky, R. M. (1988). Similarity, frequency, and category representations. *Journal of Experimental Psychology: learning, memory, and cognition*, *14*(1), 54.

Oberholzer, N., Trench, M., Kurtz, K. J., & Minervino, R. A. (2018). Analogies without commonalities? Evidence of re-representation via relational category activation. *Frontiers in psychology*, *9*, 2441.

Osherson, D. N., & Smith, E. E. (1981). On the adequacy of prototype theory as a theory of concepts. *Cognition*, *9*(1), 35-58.

Paas, F. G., & Van Merriënboer, J. J. (1994). Variability of worked examples and transfer of geometrical problem-solving skills: A cognitive-load approach. *Journal of educational psychology*, *86*(1), 122.

Patterson, J. D., & Kurtz, K. J. (2014). Engaging the comparison engine: Implications for relational category learning and transfer. *Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, *36*(36).

Patterson, J. D., & Kurtz, K. J. (2020). Comparison-based learning of relational categories (you'll never guess). *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *46*(5), 851.

Penn, D. C., Holyoak, K. J., & Povinelli, D. J. (2008). Darwin's mistake: Explaining the discontinuity between human and nonhuman minds. *Behavioral and Brain Sciences*, *31*(2), 109-130. https://doi.org/10.1017/S0140525X08003543

Perkins, D. (1995). *Outsmarting IQ: The Emerging Science of Learnable Intelligence*. Simon and Schuster.

Perkins, D. (2010). *Making Learning Whole: How Seven Principles of Teaching Can Transform Education*. John Wiley & Sons.

Quilici, J. L., & Mayer, R. E. (1996). Role of examples in how students learn to categorize statistics word problems. *Journal of Educational Psychology*, *88*(1), 144.

Quilici, J. L., & Mayer, R. E. (2002). Teaching students to recognize structural similarities between statistics word problems. *Applied Cognitive Psychology: The Official Journal of the Society for Applied Research in Memory and Cognition*, *16*(3), 325-342.

Rawson, K. A., & Dunlosky, J. (2011). Optimizing schedules of retrieval practice for durable and efficient learning: How much is enough? *Journal of Experimental Psychology: General*, *140*(3), 283.

Rawson, K. A., & Dunlosky, J. (2016). How effective is example generation for learning declarative concepts? *Educational Psychology Review*, *28*(3), 649-672.

Rawson, K. A., Thomas, R. C., & Jacoby, L. L. (2015). The Power of Examples: Illustrative Examples Enhance Conceptual Learning of Declarative Concepts. *Educational Psychology Review*, *27*(3), 483-504. https://doi.org/10.1007/s10648-014-9273-3

Reed, S. K. (2012). Learning by mapping across situations. *Journal of the Learning Sciences*, *21*(3), 353-398.

Reeves, L., & Weisberg, R. W. (1994). The role of content and abstract information in analogical transfer. *Psychological Bulletin*, *115*(3), 381-400. https://doi.org/10.1037/0033-2909.115.3.381

Rehder, B., & Ross, B. H. (2001). Abstract coherent categories. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *27*(5), 1261.

Reigeluth, C. M. (1983). *Instructional-design Theories and Models: An overview of their current status*. Psychology Press.

Resnick, L. B. (2010). Nested learning systems for the thinking curriculum. *Educational researcher*, *39*(3), 183-197.

Rips, L. J., Shoben, E. J., & Smith, E. E. (1973). Semantic distance and the verification of semantic relations. *Journal of verbal learning and verbal behavior*, *12*(1), 1-20.

Ritchhart, R., & Perkins, D. N. (2005). Learning to think: The challenges of teaching thinking. *The Cambridge Handbook of Thinking and Reasoning*, 775-802.

Rittle-Johnson, B., & Star, J. R. (2011). Chapter Seven - The Power of Comparison in Learning and Instruction: Learning Outcomes Supported by Different Types of Comparisons. En J. P. Mestre & B. H. Ross (Eds.), *Psychology of Learning and Motivation* (Vol. 55, pp. 199-225). Academic Press. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-387691-1.00007-7

Rosch, E. (1978). Principles of categorization. En B. B. Lloyd (Ed.), *Cognition and Categorization* (pp. 27-48). Erlbaum.

Rosch, E., & Mervis, C. B. (1975). Family resemblances: Studies in the internal structure of categories. *Cognitive psychology*, *7*(4), 573-605.

Ross, B. H. (1989). Distinguishing types of superficial similarities: Different effects on the access and use of earlier problems. *Journal of Experimental Psychology: Learning, memory, and cognition*, *15*(3), 456.

Roussel, S., Joulia, D., Tricot, A., & Sweller, J. (2017). Learning subject content through a foreign language should not ignore human cognitive architecture: A cognitive load theory approach. *Learning and Instruction*, *52*, 69-79.

Roussel, S., Tricot, A., & Sweller, J. (2022). The advantages of listening to academic content in a second language may be outweighed by disadvantages: A cognitive load theory approach. *British Journal of Educational Psychology*, *92*(2), 627-644. https://doi.org/10.1111/bjep.12468

Schank, R. C. (1982). Dynamic memory: A theory of learning in people and computers. *Cambridge: Cambridge University Press. doi*, *10*, 601-1.

Schank, R. C., & Abelson, R. (1977). *Scripts, Plans, Goals, and Understanding: An Inquiry into Human Knowledge Structures. Hillsdale, NJ: L*. Erlbaum.

Segers, M., & Gegenfurtner, A. (2013). Transfer of training: New conceptualizations through integrated research perspectives. *Educational Research Review*, *8*, 1-4.

Simon, H. A. (1986). The information processing explanation of Gestalt phenomena. *Computers in human behavior*, *2*(4), 241-255.

Smith, E. E., & Medin, D. L. (1981). *Categories and concepts* (Vol. 9). Harvard University Press Cambridge, MA.

Snoddy, S., & Kurtz, K. J. (2021). Preventing inert knowledge: Category status promotes spontaneous structure-based retrieval of prior knowledge. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *47*(4), 571.

Snoddy, S., & Kurtz, K. J. (2017). Promoting Spontaneous Analogical Transfer: The Role of Category Status. *CogSci*.

Sweller, J. (2015). In Academe, What Is Learned, and How Is It Learned? *Current Directions in Psychological Science*, *24*(3), 190-194. https://doi.org/10.1177/0963721415569570

Sweller, J. (2016a). Story of a research program. *Education Review*, *23*.

Sweller, J. (2016b). Working Memory, Long-term Memory, and Instructional Design. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, *5*(4), 360-367. https://doi.org/10.1016/j.jarmac.2015.12.002

Sweller, J. (2017). Cognitive load theory and teaching English as a second language to adult learners. *Contact Magazine*, *43*(1), 10-14.

Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011). *Cognitive Load Theory*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8126-4

Trench, M., & Minervino, R. A. (2015). The Role of Surface Similarity in Analogical Retrieval: Bridging the Gap Between the Naturalistic and the Experimental Traditions. *Cognitive Science*, *39*(6), 1292-1319. https://doi.org/10.1111/cogs.12201

Tyack, D. B., & Cuban, L. (1997). *Tinkering toward utopia: A century of public school reform*. Harvard University Press.

Van Dijk, T. A., & Kintsch, W. (1983). *Strategies of discourse comprehension*. Academic press New York.

Wagner, J. F. (2010). A transfer-in-pieces consideration of the perception of structure in the transfer of learning. *The Journal of the Learning Sciences*, *19*(4), 443-479.

Wertheimer, M. (1985). A Gestalt perspective on computer simulations of cognitive processes. *Computers in Human Behavior*, *1*(1), 19-33. https://doi.org/10.1016/0747-5632(85)90004-4

Whitehead, A. N. (1929). *The aims of education and other essays*. MacMillan.

Wissman, K. T., Zamary, A., Rawson, K. A., & Dunlosky, J. (2023). Enhancing declarative concept application: The utility of examples as primary targets of learning. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, *29*(2), 341. https://doi.org/10.1037/xap0000432

Zamary, A. S. (2019). *Evaluating the Dual-Route and Recruitment Hypotheses: Utilizing Both Definitions and Examples for Supporting*

Declarative Concept Application [Kent State University]. https://etd.ohiolink.edu/apexprod/rws_olink/r/1501/10?clear=10&p10_accession_num=kent1562924203406036

Zamary, A. S., & Rawson, K. A. (2016). Which technique is most effective for learning declarative concepts—Provided examples, generated examples, or both? *Educational Psychology Review*, *30*(1), 275-301.

Zamary, A. S., & Rawson, K. A. (2018). Are Provided Examples or Faded Examples More Effective for Declarative Concept Learning? *Educational Psychology Review*, *30*(3), 1167-1197. https://doi.org/10.1007/s10648-018-9433-y

Zhang, D. (2019). *Remindings in Declarative Concept Learning*. https://repository.arizona.edu/handle/10150/633146

Zwaan, R. A., & Radvansky, G. A. (1998). Situation models in language comprehension and memory. *Psychological Bulletin*, *123*(2), 162-185. https://doi.org/10.1037/0033-2909.123.2.162

8. Apéndices

Apéndice 1. Tabla de Conceptos y Ejemplos

<table>
<tr><td>RETROALIMENTACION NEGATIVA</td><td colspan="2">Funcionamiento que garantiza que si una variable se aleja del nivel deseado, dicho alejamiento activa procesos que eliminan la desviación. ITEMS: 1. Variable que se aleja de un nivel deseado: 2. Procesos que son activados por ese alejamiento: 3. Efecto que provocan dichos procesos:</td></tr>
<tr><td colspan="3">DOMINIO CANONICO: ingenieria</td></tr>
<tr><td colspan="2">C1. Termostato: El termostato en un calefactor a gas mantiene un ambiente a una temperatura prefijada. Cuando la temperatura de la habitación se eleva por encima de ese valor, la llama del quemador disminuye su potencia y la temperatura comienza a descender. Cuando la temperatura desciende por debajo del valor prefijado, la llama del quemador aumenta su potencia y la temperatura asciende nuevamente.</td><td>C3. Baterías: Las baterías de las computadoras y los celulares sufren un daño cuando se cargan o se descargan por completo. Para evitarlo, los dispositivos electrónicos de tecnología avanzada suspenden el ingreso de corriente cuando la batería supera el 90% del máximo real, y reactivan el ingreso de energía cuando el nivel queda por debajo del 90%. No a l V</td></tr>
<tr><td colspan="2">C2. Flotante: Dentro de un tanque de agua hay una válvula que permite la entrada de agua proveniente de la red. Dicha válvula está conectada a un flotador por medio de una varilla. Cuando baja el nivel de agua en el tanque a causa del consumo, el peso del flotador produce la apertura de la válvula, con lo que el nivel empieza a subir. Al llegar a la altura máxima, el flotador tensiona la varilla y</td><td>C4: Torpedos. Los antiguos torpedos poseían un compás que registraba la orientación inicial del torpedo al momento del lanzamiento. Si la dirección del torpedo resultaba alterada por corrientes marinas u otros obstáculos, el compás interno advertía ese cambio de dirección, y corregía el timón del torpedo en sentido inverso al cambio registrado. Cuando la dirección actual volvía a coincidir con la dirección original, el timón</td></tr>
</table>

cierra la válvula de agua, evitando que el tanque rebalse.	se enderezaba, retomando una trayectoria rectilínea. T
DOMINIO DISTANTE A: BIOLOGÍA	DOMINIO DISTANTE B: EPIDEMIOLOGÍA
DA1. Plantas. Las características del ambiente inciden sobre el nivel de hidratación de una planta. Cuando una planta comienza a deshidratarse a causa de un aumento en la sequedad del ambiente, responde a esta circunstancia ambiental orientando ligeramente sus hojas hacia arriba, disminuyendo la superficie expuesta al Sol. Al disminuir la superficie expuesta al sol, se reduce la evaporación de agua, y la planta pueden recuperar la hidratación de sus tejidos.	DB1 En familias cuyos padres no controlan sus impulsos agresivos, es común que algún hijo presente síntomas psicológicos o físicos sin causa aparente. Cuando empieza a gestarse una escalada de violencia, aumentan las probabilidades de que el hijo exhiba la conducta patológica, pasando a ocupar el rol de "enfermo". Aunque ni padres ni hijos lo sepan, este posicionamiento ayuda a disminuir el nivel de violencia de los padres. Cuando éste desciende al nivel apropiado, el hijo deja de estar "enfermo". (E)
	DOMINIO DISTANTE C: ECONOMÍA
DA2. Oxígeno: Una de las funciones principales del torrente sanguíneo es llevar oxigeno a los músculos y los órganos. Cuando los riñones detectan falta de oxígeno en la sangre, segregan una hormona que estimula la producción de glóbulos rojos adicionales, lo que aumenta la cantidad de oxígeno que se transporta. Cuando la cantidad oxigeno en sangre vuelve a ser apropiada, dejan de producirse los glóbulos rojos. (T) (E)	DC1. Petróleo y gas. El precio de los hidrocarburos depende de un conjunto de factores. Cuando los productores de hidrocarburos aumentan demasiado el precio de los combustibles, las personas tienden a usar menos sus vehículos y a gastar menos en calefacción. Este retraimiento lleva a un aumento en las reservas de gas que resulta poco rentable para los productores, empujándolos reducir el precio de los combustibles. (T)

ESPECIALIZACION DISTRIBUTIVA	Cuando varios agentes tienen acceso a recursos de diferente atractivo, se distribuyen de tal forma que todos accedan a algún tipo de recurso. ITEMS: 1. Agentes: 2. Recursos de diferente atractivo: 3. Forma en la que se distribuyen los agentes: 4. Consecuencias de dicha forma de distribución:
DOMINIO CANONICO: COMPORTAMIENTO HUMANO	
C1. Médicos. Algunas prácticas como la cirugía plástica o la cardiología reportan honorarios mas altos que el promedio. Pero si todos los médicos optaran por estas especialidades, cada uno tendría mucha competencia. Esto hace que al recibirse, muchos opten por especialidades menos atractivas tales como la oncología o la proctología. De este modo, todos consiguen trabajo y se garantiza que no queden áreas sin especialistas.	C3. Taxis. Para un taxista, subir un pasajero en una terminal o un aeropuerto reporta al taxista un viaje largo y bien remunerado. Pero a raíz de esta ventaja, la competencia entre taxistas resulta muy alta en estos puntos, volviéndose difícil conseguir un pasajero. Por esta razón, la mayoría opta por posicionarse en zonas menos atractivas. Esto garantiza que todos consigan algún caudal de pasajeros, y que no queden zonas de la ciudad desprovistas de taxistas.
C2. Castings. Cuando se lanza un casting para una película, los roles protagónicos ofrecen a los actores mayores oportunidades de lucimiento. Sin embargo, estos papeles son muy escasos y por ende muy difíciles de obtener. Por tales razones, incluso actores muy reconocidos optan por presentarse a los castings para roles secundarios. Esto permite que la mayoría obtenga un papel en la película y no queden papeles sin adjudicar.	C4. Apps de citas. En una aplicación de citas, algunos perfiles resultan mas seductores que otros. Pero como dichos perfiles reciben mucha atención, resulta mas difícil concretar una cita. Por esta razón, muchas personas eligen iniciar una comunicación con perfiles no tan seductores. Esto hace que logren concretar un encuentro en un porcentaje razonable de las comunicaciones que inician, y que no haya perfiles con los que nadie se quiere comunicar.

DOMINIO DISTANTE A: BIOLOGÍA	DOMINIO DISTANTE B: FÍSICA
DA1. Avispas. Cuando una colonia de avispas descubre una fuente de alimentos, algunos de los alimentos descubiertos tienden a resultar mas nutritivos que otros. Como la competencia con otras avispas vuelve improbable obtener una ración del alimento mas nutritivo, muchas avispas se orientan hacia fuentes de alimento menos nutritivas. De este modo, todas o casi todas obtienen la cantidad necesaria de nutrientes, y quedan pocas fuentes de alimento sin ser aprovechadas.	DB1. Electrones. Los electrones tienen carga eléctrica negativa, y se encuentran atraídos al núcleo del átomo, con carga positiva. Si bien los electrones buscan las ubicaciones mas cercanas al núcleo, la repulsión eléctrica que le ejercen los otros electrones que pugnan por dicho espacio vuelve improbable obtener dichas posiciones. Por esa razón, muchos se estabilizan en órbitas mas alejadas. Así, todos los electrones encuentran alguna órbita que ocupar, y no quedan órbitas sin electrones. E
	Dominio Distante C: Tecnología
DA2. Sombra. En la estepa africana, algunos arboles proveen una sombra mas espesa que otros. Pero como la sombra de estos árboles es mas codiciada por las grandes manadas de mamíferos, resulta mas trabajoso obtener un espacio y defenderlo a lo largo de la jornada. Por tales razones, algunos mamíferos se posicionan bajo arbustos con sombras menos espesas, pero cuya ocupación resulta menos conflictiva. Esto hace que todos obtengan un poco de sombra, y que no queden fuentes de sombra sin aprovechar.	DC1. Antenas. La antena de telefonía que provee una señal mas potente tiende a ser aquella que se encuentra mas cercana. Pero cuando a la antena mas cercana se le agotan las frecuencias disponibles, al móvil le resulta mas difícil conectarse a ella. Por tal razón, muchos equipos intentan conectarse a antenas con señal mas débil, pero con las que resulta mas rápido conectarse. Esto hace que todos los equipos puedan conectarse, y que no queden antenas sin utilizar. (T)

INOCULACION	Acción de exponerse a versiones debilitadas de un elemento peligroso, a efectos de aumentar las probabilidades de resistir versiones más fuertes. ITEMS: 1. Elemento peligroso: 2. Potenciales consecuencias del elemento peligroso: 3. Versión

	debilitada del elemento peligroso: 4. Consecuencias de exponerse a esa versión debilitada:
DOMINIO CANONICO: Medicina	
C1. Vacunas. Cuando el virus de la rubiola ingresa al organismo, se reproduce a gran escala y desencadena la enfermedad. Para evitar que esto ocurra, se inyectan a la persona fragmentos incompletos del virus. Estos fragmentos son incapaces de reproducirse, pero sirven para que el cuerpo genere anticuerpos específicos contra ese virus. De este modo, si una persona vacunada entra en contacto con el virus completo, sus anticuerpos combatirán eficazmente la infección.	C3. Sol. Algunas pieles muy blancas responden a la radiación solar intensa con enrojecimiento extremo, escamaciones, e incluso ampollas. Pero esto puede evitarse por la vía de comenzar exponiendo la piel al Sol en horarios menos intensos y por lapsos cortos, de modo de ir provocando la acumulación de pigmentos sin que se generen lesiones. Una vez logrado este "quemado" progresivo, la pigmentación funciona como una barrera, y permite exponerse a la radiación intensa con menor probabilidad de lesiones.
C2. Comidas. En niños recién nacidos, ciertas comidas contienen microorganismos para los que el sistema digestivo no se encuentra naturalmente preparado, pudiendo producirse descomposturas graves. Sin embargo, si se presentan estas comidas en muy pequeñas cantidades, el sistema digestivo podrá ir desarrollando lentamente estrategias para digerirlas, y en el futuro podrá ingerirlas sin experimentar descomposturas.	C4. Agua helada. La inmersión en aguas heladas es riesgosa, ya que el cuerpo puede reaccionar al shock térmico contrayendo excesivamente los vasos sanguíneos y provocando un infarto. Para ayudar a reducir estos accidentes, los deportistas se sumergen primero en aguas menos frías, de modo de fortalecer el sistema cardiovascular en condiciones menos exigentes. Una vez que el sistema soporta estas temperaturas sin demasiada exigencia, tendrá mejores posibilidades de enfrentar aguas aun mas frías.

Dominio Distante A: Psicología	Dominio Distante B: Ingeniería
DA1. Alcoholismo. Muchos jóvenes caen en consumo riesgoso por no contar con los argumentos y la personalidad	DB1. Ablande. Cuando una camioneta 0km es sometida a condiciones extremas de velocidad o carga, existen posibilidades de

necesarios para rechazar las invitaciones de sus pares. Estas conductas riesgosas pueden evitarse por medio de familiarizar a los jóvenes acerca de los riesgos del alcohol, y confrontarlos con situaciones sociales en las que la presión hacia consumir sea menos elevada. Una vez que logran rechazar exitosamente invitaciones de este tipo, tienen mejores herramientas para hacer frente a situaciones mas intimidantes.

que sus piezas no soporten tanta tensión y se fracturen. Una forma habitual de reducir la probabilidad de que esto ocurra consiste en comenzar exponiéndolas a condiciones no tan severas, de modo que sus piezas ejerciten cierta elasticidad sin llegar a romperse. Cuando sus componentes críticos ya han adquirido esta flexibilidad, se podrán enfrentar condiciones hostiles sin riesgo de roturas. E

DA2. Pánico escénico. Muchos estudiantes de piano encuentran imposible tocar ante un publico externo, por miedo a que el nerviosismo les haga cometer errores o sufrir una “laguna mental”. Para prevenir estas situaciones, muchas instituciones educativas organizan eventos internos en los que los alumnos/as ejecutan sus piezas mas difíciles ante auditorios mas reducidos y familiares. Una vez que el/la alumno/a atraviesa repetidas veces la situación de tocar ante este tipo de auditorios, se siente menos nervioso ante audiencias mas numerosas.

Dominio Distante C: Campañas políticas

DC1. Campañas políticas. Algunos políticos reciben acusaciones graves sobre el cierre de la campaña, cuando ya no hay tiempo para defenderse. Ante acusaciones graves, incluso electores con opinión formada pueden cambiar de posición. Para protegerse ante esta posibilidad, algunos candidatos anticipan a su electorado versiones atenuadas de los ataques que podrían recibir. Una vez que sus votantes han logrado justificarlos frente a estas autoacusaciones, es menos probable que resulten influenciados por las acusaciones del adversario. (T)

PERIODO REFRACTARIO	Luego de que un determinado elemento reaccionó ante la presencia de cierta estimulación, por cierto tiempo deja de reaccionar a ese tipo de estímulos. ITEMS: 1. Estímulo que provoca una reacción: 2. Reacción ante dicho estímulo: 3. Lo que ocurre durante un tiempo posterior a la reacción: 4. Consecuencias sobre la posibilidad de volver a reaccionar:
DOMINIO CANONICO: Biología	

C1. Neuronas. Cuando una neurona recibe un impulso eléctrico, dicho impulso se transmite hacia el extremo mas lejano de la neurona mediante la apertura sucesiva de canales de sodio. Una vez que estos canales se han vuelto a cerrar, tardan una fracción de segundo en estar en condiciones de volver abrirse. Por tal razón, una célula no podrá volver a transmitir un impulso nervioso hasta que hayan transcurrido unas centésimas de segundo desde el impulso anterior.	C3. Músculos. Cuando el músculo cardíaco recibe una señal del cerebro, dicha señal comienza poniendo en movimiento fibras musculares que están próximas a la aurícula derecha, y se propaga rápidamente a otras zonas del corazón. Tras ser puestas en movimiento, las células musculares del corazón tardarán unas décimas de segundo en poder responder a un nuevo impulso eléctrico. Esto pone un límite a la cantidad de veces por minuto que un corazón podrá latir.
C2. Excitación. En muchas especies animales, la presencia de olores asociados a la ovulación femenina provoca una respuesta de erección del pene que resulta necesaria para consumar el acto sexual reproductivo. Sin embargo, una vez ocurrida la eyaculación suele sobrevenir una etapa de recuperación que dura entre varios minutos y algunas horas. Durante este lapso de tiempo, la aparición de olores asociados a la ovulación no provocará un proceso de excitación.	C4. Epilepsia. En personas y animales que sufren epilepsia, la repetición de flashes luminosos pueden desencadenar una activación eléctrica descontrolada que se propaga hacia distintas partes del cerebro, causando riesgo de atragantamiento. Durante los días posteriores a un ataque epiléptico, no obstante, el cerebro disminuye ligeramente su actividad eléctrica, volviéndose improbable que los flashes u otros elementos típicamente desencadenantes produzcan una nueva crisis. (T)

Dominio Distante A: Psicología	Dominio Distante B: Deportes
DA1. Reflejos. Un conductor puede responder en fracciones de segundo ante una señal de alarma, tal como apretar el freno cuando se cruza un peatón o cerrar el seguro ante la aproximación de un	DB1. Penal. Cuando un jugador recibe una infracción en el área rival, el árbitro debe sancionar un “penal” a favor del equipo perjudicado. Dado que ejecutar un penal consiste en patear al arco desde tan solo once

desconocido. Sin embargo, una vez generada una respuesta, la persona continúa procesando dicha respuesta durante algunas fracciones de segundo. Por esta razón, si se aproximara un desconocido inmediatamente después de haber frenado bruscamente, el conductor quedaría imposibilitado de responder con la misma rapidez.

DA2. Susto. Cuando una persona se encuentra relajada y distraída, la súbita aparición de un ruido no anticipado genera una reacción de *sobresalto*, con marcada elevación del ritmo cardíaco. Una vez que se ha suscitado esta respuesta, la persona quedará momentáneamente en un estado de relativa alerta. Por tal razón, deberá transcurrir un cierto tiempo antes de que una persona vuelva a sobresaltarse de forma intensa ante sonidos o movimientos no anticipados.

pasos, patear un penal es casi garantía de convertir un gol. Una vez que un árbitro cobra un penal a favor de un equipo, durante varios minutos resultará muy improbable que cobre otro penal para el mismo equipo, por mas clara que haya sido la infracción recibida.

Dominio Distante C: Investigación

DC1. Becas. Las instituciones que otorgan becas suelen dar apoyo a académicos con buenos antecedentes, tales como haber obtenido becas de otras instituciones prestigiosas. Sin embargo, una vez que una institución ha becado a determinado investigador, por algunos años se resistirá a otorgarle nuevas becas, por mejores que sean sus proyectos. Por tal razón, muchos/as investigadores/as dejan pasar un tiempo considerable antes de enviar un proyecto a una institución que ya les dio una beca.

EXTERNATRACCIÓN	Situación en la cual un individuo o entidad que no logra superar o repeler cierto elemento del propio sistema, induce su salida atrayéndolo hacia objetivos externos. ITEMS: 1. Elemento que no se puede superar o repeler: 2. Razón por la que no se lo puede superar o repeler desde el propio sistema: 3. Objetivo externo capaz de atraerlo: 4: Consecuencias de atraerlo hacia el objetivo externo:
DOMINIO CANONICO: Empleos	

C1. Profesor. Un profesor ansiaba dirigir el programa de formación docente de su Universidad, pero dicho cargo estaba ocupado por una persona mas joven y con mayores antecedentes. El profesor mandó su cv a varias instituciones, pero los cargos que le ofrecieron no eran mejores que el cargo que ya tenía. Entonces, decidió hacer circular el CV del director en vez del suyo: a su jefe le ofrecieron un trabajo muy atractivo y lo aceptó, dejándole libre el cargo.	C3. Belgrano. Inspiradas en la revolución francesa, las ideas democráticas de Belgrano chocaban contra la ideas del primer gobierno patrio. La primera junta encomendó a Belgrano la ambiciosa tarea de extender la revolución al Paraguay, y lo mantuvo ocupado durante muchos años en dicha campaña. Con la excusa del peligro realista en las fronteras, la clase dirigente logró que Belgrano y otros líderes emancipadores se mantuvieran alejados, mientras en Buenos Aires se consolidaba el poder absoluto.
C2. Mr. Bean. El Sr. Bean es el peor empleado de la Galería Nacional de Londres. Se queda dormido en su vigilancia, se burla de las personas y hasta ha maltratado obras de arte, pero los directores del museo no pueden despedirlo. En lugar de eso, incentivan a Bean a pasar una larga estadía en una galería norteamericana que busca contratar un experto en arte. Entusiasmado por la oferta, Bean se traslada a Nueva York.	C4. Vocalista. El bajista de una banda poco conocida anhelaba convertirse en el vocalista, pero el muchacho que ocupaba ese rol tenía muy buena una voz, y también carisma. Tras probarse sin éxito en otras bandas, empezó a editar grabaciones del vocalista, así como a operar en las redes sociales para viralizar sus mejores clips. Al poco tiempo el vocalista recibió una oferta para sumarse a un proyecto de primer nivel, y abandonó la banda dejándole libre el puesto al bajista.
Dominio Distante A: Biología	Dominio Distante B: Actividades recreativas

DA1. Machos alfa. Entre los monos, el “macho alfa” monopoliza el acceso sexual a las hembras, en virtud de que los monos de jerarquías inferiores no pueden superarlo en tamaño y fortaleza. Ante la imposibilidad de imponerse al macho alfa, algunos machos de menor jerarquía distraen la atención del macho alfa hacia fuentes alimento, tales como árboles de bananas. Mientras el macho alfa se apropia de esta fuente de alimento, los otros monos aprovechan para fecundar a las hembras.

DB1. Fiestas Cecilia había organizado una fiesta de adolescentes en su casa. No quería que sus padres estuvieran en la casa, pero sabía que pedirles que se fueran no les caería para nada bien. Tras buscar un rato en internet se enteró de que en el cine estrenaban una nueva versión de la película preferida de sus padres, así que no tardó en contárselos y en mostrarles los trailers y las críticas más alentadoras. Los padres se interesaron en la idea y asistieron al estreno, dejándole libre la casa.

Dominio Distante C: deportes

DA2. Avispas. A diferencia de las abejas, las avispas consumen alimentos proteicos como la carne. En muchos países, al servir la comida se acerca tal cantidad de avispas que resulta imposible ahuyentarlas de manera efectiva. Ante esta dificultad, una práctica frecuente consiste en poner a cierta distancia un trozo de carne con aroma mas intenso que la propia comida. La mayoría de las avispas se acercarán a este señuelo, despejando las áreas donde comerán las personas.

DC1. 1. UEFA. Italia estaba bien posicionada para ser la sede de la copa UEFA de futbol europeo. Sin embargo, era difícil superar a Alemania, que tenía aún mas antecedentes futbolísticos y transparencia de gestión. Tras fracasar en su intento de desbancar a Alemania, Italia comenzó a apoyar la candidatura de Alemania como anfitrión del Mundial de Futbol, un evento de importancia todavía mayor. Alemania terminó organizando el mundial, y se retiró de la puja por ser la sede de la copa UEFA, lo que le dejó camino allanado a Italia.

REGRESION A LA MEDIA	Si un registro de cierta variable difiere mucho del promedio, los otros registros de dicha variable tenderán a diferir de la media de forma menos extrema. ITEMS: 1. Variable: 2. Registro que

	difiere mucho del promedio de la variable: 3: otro posible registro de dicha variable: 4. Con respecto al primer registro, tenderá a diferir del promedio en mayor, menor o igual medida?:
DOMINIO CANONICO: Human performance	
C1. Golfistas(+). El numero de golpes que hace un jugador de golf en un día de juego varía de un día para el otro. Por eso, los torneos importantes se juegan durante cuatro jornadas. El primer día, es frecuente que queden entre las primeras posiciones algunos jugadores poco conocidos que tuvieron un día destacado, o afortunado. Sin embargo, la mayoría de los jugadores que el primer día terminan punteros obtienen rendimientos menos destacados los días siguientes, quedando lejos de los ganadores.	C3. Vendedores(-). En ciertas compañías, los ingresos dependen de la cantidad de ventas que concrete su equipo de vendedores. Al final de cada año, los vendedores con menor cantidad de ventas acumuladas a lo largo del año resultan desvinculados de la empresa, y reemplazados por nuevos candidatos. Esta política competitiva a veces deja afuera a profesionales que han tenido un año malo por cuestiones coyunturales, pero cuyo rendimiento en el largo plazo es igual o superior al de sus pares.
C2. Calificaciones(-). Cuando un profesor toma una primera evaluación, es común que haya un porcentaje de alumnos/as que obtengan muy bajas notas, pese a haber estudiado lo mismo que el resto. Si bien es cierto que las siguientes notas de este grupo de alumnos/as seguirán siendo algo inferiores a las de quienes sacaron buenas notas en el primer examen, muy probablemente resultarán superiores respecto de las que obtuvieron ellos mismos en el primer examen.	C4. Albums(+). Cuando una persona queda deslumbrada por una canción de un artista que hasta entonces desconocía, suele buscar otros temas de dicho artista en plataformas como *Youtube*, que registran las evaluaciones que hacen los usuarios de los temas que escuchan. Estos datos revelan que las evaluaciones que hacen usuarios de los siguientes temas de un artista que los había inicialmente deslumbrado suelen ser mas bajas que las del primer álbum que habían escuchado.
Dominio Distante A: Biología	Dominio Distante B: Meteorología

DA1. Presión arterial(+). La presión arterial varía de un momento a otro por múltiples factores. Resulta riesgosa no solo para el conductor de un vehículo, sino también para sus pasajeros, ya que podría perder el conocimiento y chocar. Ciertos países tienen estaciones gratuitas de testeo de presión en las plazas. En esos centros no se medica a quienes obtienen un valor alto, pero se los cita a un control al día siguiente. En general, los valores del segundo día resultan inferiores a los del primero.	DB1. Granizo(+). La caída de granizo de gran tamaño es un fenómeno infrecuente. En el año 2006, cayeron en la provincia de Buenos Aires dos granizadas de inusual intensidad, que causaron destrozos a los automóviles, los techos entejados y los cultivos. Desde ese momento, muchas personas agregaron una "cobertura contra granizo" a sus pólizas de seguro. Esto reportó importantes ingresos a las compañías, especialmente por el hecho de que en los últimos años no han vuelto a caer granizadas tan importantes.
	Dominio Distante C: Mecánica automotriz
DA2. Manzanos(+). Las granjas de manzanas renuevan permanentemente sus árboles mas viejos. Para elevar la calidad de las plantas sin introducir nuevas variedades, los nuevos arboles se obtienen germinando semillas de los mejores arboles de la propia granja: aquellos que producen mas y mejores manzanas. Esto genera mejores plantas que las que se obtendrían si no se seleccionaran semillas de los mejores árboles. Sin embargo, las nuevas plantas suelen ser menos extraordinarias que sus respectivos ancestros.	DC1. Roturas por año(+). La cantidad de veces que hay que llevar un auto al taller varía mucho de año a año. Si un auto que normalmente no trae problemas termina visitando muchas veces el taller durante un mismo año, es muy frecuente que sus dueños decidan venderlo, intuyendo que ya no se encuentra en buenas condiciones. Sin embargo, la acumulación de arreglos en un mismo año muchas veces es casualidad, por lo que la decisión de venderlo no resulta mecánicamente justificada.

Near Misses

Retroalimentación negativa: Proceso que garantiza que si una variable se aleja del nivel deseado, dicho alejamiento activa mecanismos que eliminan la desviación.	Inoculación: Acción de exponerse a versiones debilitadas de un elemento peligroso, a efectos de aumentar las probabilidades de resistir versiones más fuertes.

Casquete polar(≠): Cuando un meteorito de dimensiones astronómicas impacta en la tierra, genera un manto de cenizas que impide el paso de la luz solar, disminuyendo la temperatura de la superficie del planeta. Parte del océano cercano a los polos se convierte en hielo, por lo que deja de absorber la luz solar y en cambio comienza a reflejarla hacia el espacio. Esto induce un enfriamiento aun mayor, afectando la vida de las especies vegetales y animales.	Ingesta de sal(=): La sal de mesa (cloruro de sodio) eleva la cantidad de líquidos retenidos en el torrente sanguíneo. Esto a su vez provoca un aumento la presión de la sangre, acarreando un mayor riesgo de lesiones de las arterias y el corazón. Por tal razón, a las personas que ya presentan una presión elevada se les recomienda reemplazar el cloruro de sodio por cloruro de potasio, cuyos efectos sobre la presión sanguínea resultan menos intensos.
Especialización distributiva: Cuando varios agentes tienen acceso a recursos de dife-rente atractivo, se distribuyen de tal forma que todos accedan a algún tipo de recurso.	Período refractario: Luego de que un deter-minado elemento reacciona ante la presen-cia de cierta estimulación, por cierto tiempo deja de reaccionar a ese tipo de estímulos.
Restaurantes(=): Algunas zonas turísticas tienen varios restaurants en una misma calle, por lo que resulta fácil inspeccionarlos por afuera antes de decidir a cual ingresar. Cuando la gente no conoce la calidad de los distintos restaurantes, una estrategia habitual consiste en entrar en los que ya tienen bastante gente adentro, incluso si hay espera para conseguir una mesa. Por eso, muchos restaurantes buenos que no logran atraer clientes al inicio de la noche, siguen sin obtener clientes incluso en horarios de mayor demanda.	Salivación(=): Los humanos mantienen una pauta estable de preferencias de alimentos. En presencia de un alimento normalmente considerado atractivo, el organismo segrega saliva en preparación para la ingesta de dicho alimento. Al inicio de un embarazo, sin embargo, los procesos hormonales vinculados a la gestación reducen el rango de alimentos considerados atractivos. Por un lapso de aproximadamente 3 meses, muchos alimentos que normalmente habrían generado una respuesta de salivación dejan de generarla.
Externatracción: Cuando no se puede superar o repeler cierto elemento del propio	Reg. a la media: Si un registro de cierta va-riable difiere mucho del promedio, los

sistema, puede inducirse su salida atrayéndolo hacia objetivos externos.	otros registros de dicha variable tenderán a diferir de la media de forma menos extrema.
Incentivos a la inmigración(≠): En muchas ciudades pequeñas de Europa, los jóvenes se sienten atraídos a vivir y estudiar en ciudades mas grandes. Si estos jóvenes no regresan tras graduarse, se pierde mano de obra calificada y disminuye la recaudación de impuestos, necesaria para mantener la ciudad. Para impedir que esto ocurra, muchas ciudades ofrecen casas abandonadas a un precio ridículamente bajo, a condición de que el beneficiario se radique en la ciudad e invierta en su restauración.	Mercado del arte: En el mercado del arte, una estrategia consiste en adquirir mucha obra de un pintor poco conocido, y un tiempo después comenzar a generar compras y ventas ficticias a valores promedio mucho mas elevados. Una vez que los valores de estas nuevas operaciones de venta empiezan a conocerse en el mercado, comienzan a establecerse como marco de referencia. De ahí en mas, resultará posible vender las obras acumuladas a valores promedio mas altos que los que se pagaron para adquirirlas.

Apéndice 2. Ampliación de Tabla 6 Experimento 4. Comparación cualitativa entre definiciones presentadas por el experimentador y escritas por los/as participantes.

	Definición presentada en la fase de aprendizaje	Definiciones escritas
RETROALIMENTACIÓN NEGATIVA	Funcionamiento que garantiza que si una variable se aleja del nivel deseado, dicho alejamiento activa procesos que eliminan la desviación.	cuando un objetivo se aleja del deseado, algo* evita que eso suceda produciendo una variable
		Cuando sucede algo* que hace que aumente en extremo ese problema. Se descandenas

		sucesos que hacen que ese problema disminuya
		si algo* se desvia de lo que se queria originalmente se activan ciertos procesos para que vuelva a ser lo que debia ser
		si algo* está lejos del nivel requerido, se elimina la desviación mediante procesos.
		es cuando, x variable de algo* se aleja de lo deseado, pero dicho alejamiento activa algo* para que se elimine dicho alejamiento La distribución equitativa de algo* en específico.
ESPECIALIZACIÓN DISTRIBUTIVA	Cuando varios agentes tienen acceso a recursos de diferente atractivo, y se distribuyen de tal forma que todos accedan a algún tipo de recurso.	Distribuir algo* para que halla más puestos posibles
		distribuir las cosas para que todos tengan algo* y no sea dificil obtener una sola cosa
		Varios recursos, se reparte de forma que cada uno tenga algo*
		Distribución de distintas ramas de diferentes atractivos

INOCULACIÓN	Acción de exponerse a versiones debilitadas de un elemento peligroso, a efectos de aumentar las probabilidades de resistir versiones más fuertes.	algo* que se hace de manera mínima para irse acostumbrando
		Es cuando alguien** se somete a versiones debilitadas de algo*, para poder ser mas resistente a la versión completa de dicho algo*
		Exponerse a versiones débiles de algo* peligroso para poder resistir mejor a sus versiones más peligrosas
		exponerse a una versión debilitada de algo* para que cuando lo enfrentes ya estés preparado
		Es cuando algo* o alguien** se somete a versiones mas débiles de algo* peligroso con tal de poder resistir versiones mas fuertes de eso que es peligroso Pensé en un ejemplo muy similar al del sol que esta en el anterior formulario
PERÍODO REFRACTARIO	Luego de que un elemento reaccionó ante la presencia de un estímulo, ciertos procesos provocan que por determinado tiempo no pueda reaccionar a ese tipo de estímulos.	cuando algo* reacciona ante un estímulo provoca que deje de sentirlo por un tiempo
		Es que cuando algo* recibe algún tipo de estímulo no puede volver a hacerlo hasta que pase un tiempo
		es cuando un sistema es insensible y pasa a ser sensible

		Es el estado en el que se encuentra algo* luego de haber reaccionado a un elemento, estado durante el cuál no va a reaccionar a este tipo de estímulos durante un tiempo
		cuando un elemento reacciona ante la presencia de un estimulo, ciertos procesos provocan que este no pueda volver a reaccionar a la misma velocidad que la primera vez
EXTERNATRACCIÓN	Cuando no se puede superar o repeler cierto elemento del propio sistema, pero puede inducirse su salida atrayéndolo hacia objetivos externos.	Cuando algo* no se puede sacar del sistema, se saca de forma externa Cuando hay un alimentos en el sistema que no se puede repeler se busca atraerlo a un objetivo externo Cuando no se puede alejar algo* o alguien** por propia cuenta, y se logra atrayendo a ese algo*/alguien** hacia otro objetivo cuando no podes lograr algo* por tu propia cuenta y usas métodos externos Alejar algo* que no se puede expulsar, pero que puede salir

		si se lo guía hacia algo* externo.

Apéndice 3. Procedimiento en SPSS para Modelo Estadístico Multinivel del Experimento 4

Modelo 1

El primer paso es correr un modelo vacío, sin predictores para determinar si tiene sentido utilizar una estrategia de modelo multinivel.

Una de las principales razones por las cuales utilizamos modelado multinivel es para dar cuenta del *clustering* o del anidamiento dentro de los datos. Eso básicamente se traduce en saber si hay dependencia en las observaciones de la variable dependiente. En caso de que haya evidencia de *clustering* substancial en los datos, se mantiene la estrategia multinivel, caso contrario, se puede utilizar regresión logística simple.

Importante, la variable dependiente es tipo de dato categórica y las de agrupación son ordinales. No escalares.

Habrá, en este caso, las siguientes variables:

dependiente: **clasificación** (correcta o incorrecta)

de agrupación: **participante** (cada sujeto agrupa varias observaciones)

de información sobre cada nivel:

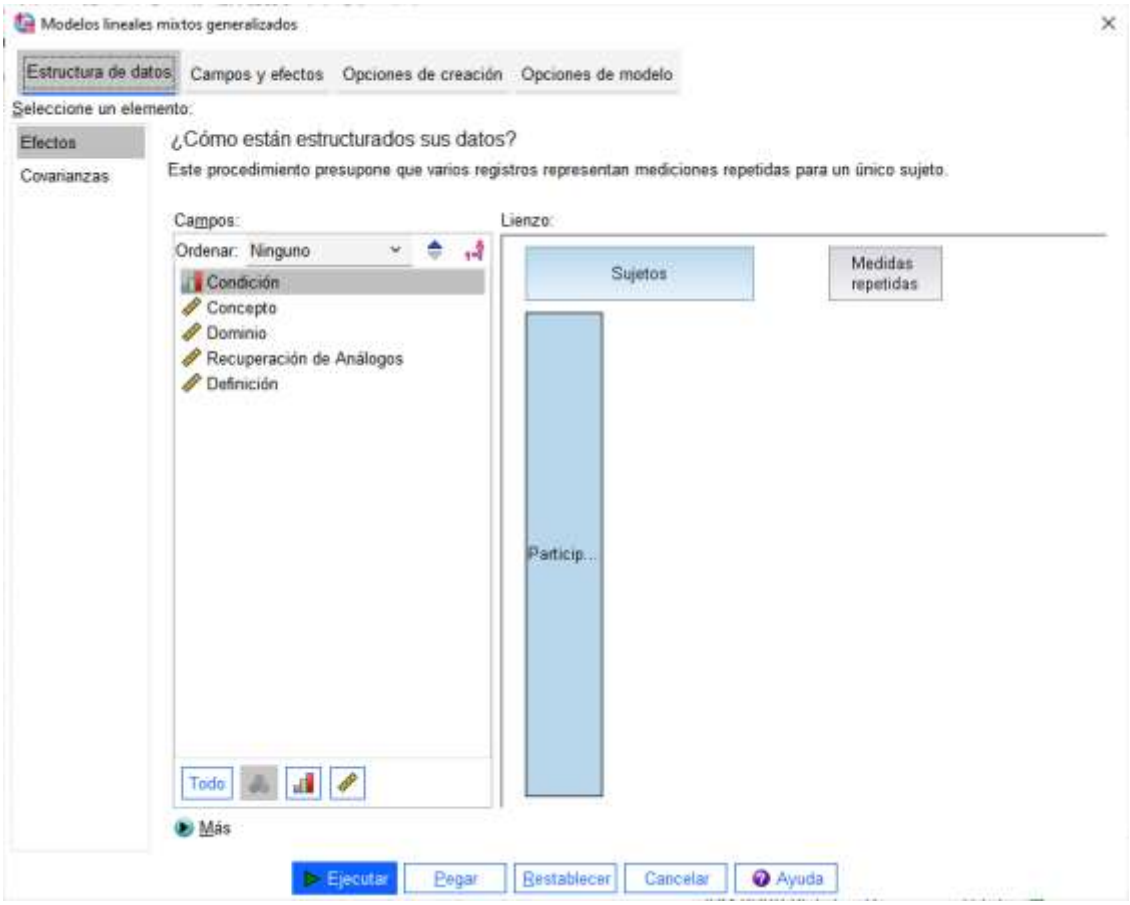
condición (variada u homogénea) esta variable califica a un sujeto, cada sujeto pertenece a una condición única

análogos (1 o 0, recuerda o no recuerda)

En SPSS entrar por **modelos mixtos / lineal generalizado**

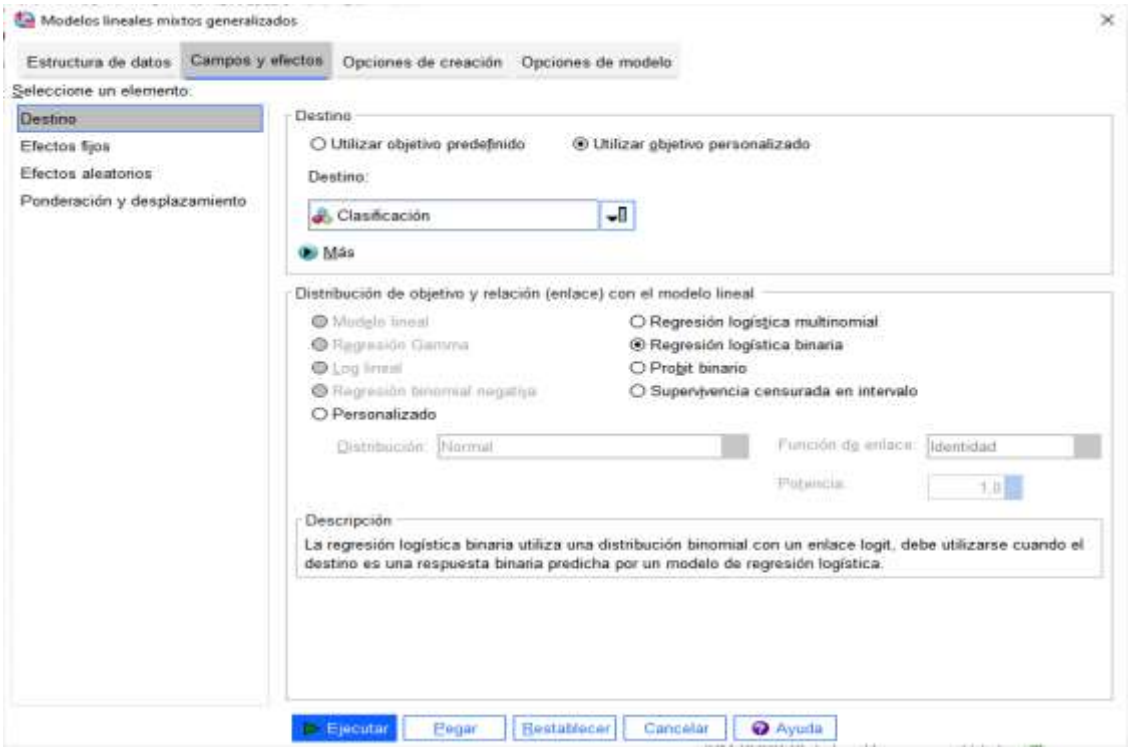
Pestaña de **Estructura de datos**.

En esta pestaña, se arrastra la variable participante hacia la columna **Sujetos**.

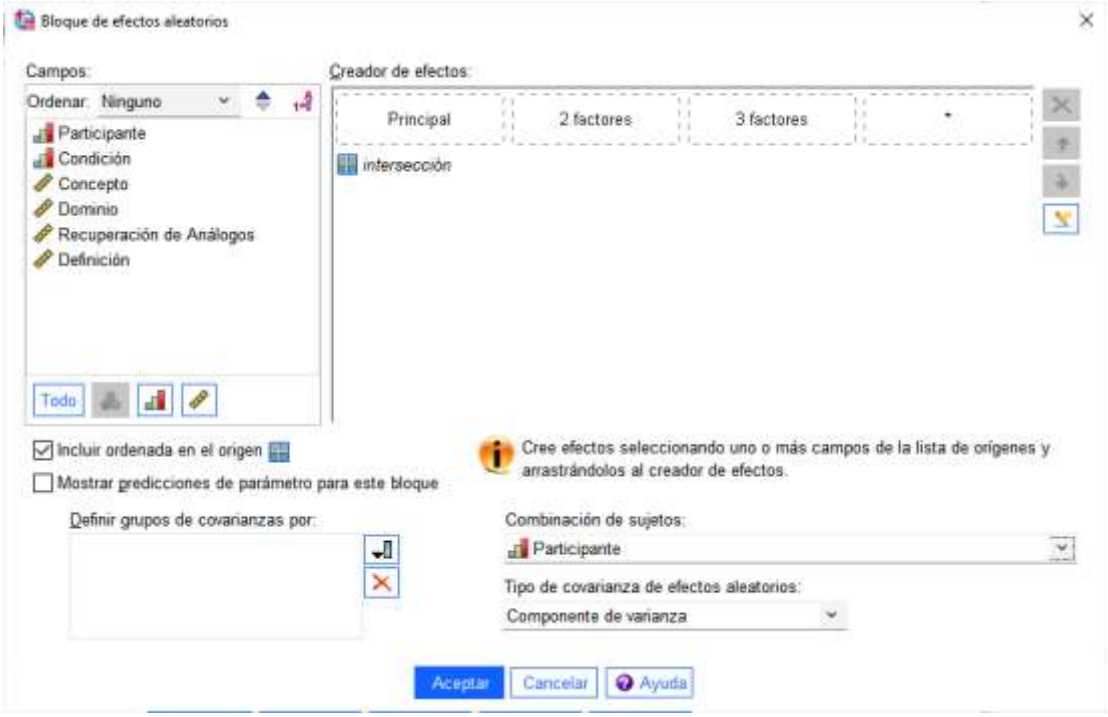


En la pestaña de **campos y efectos**, colocamos la variable objetivo, que es la variable dependiente, clasificación.

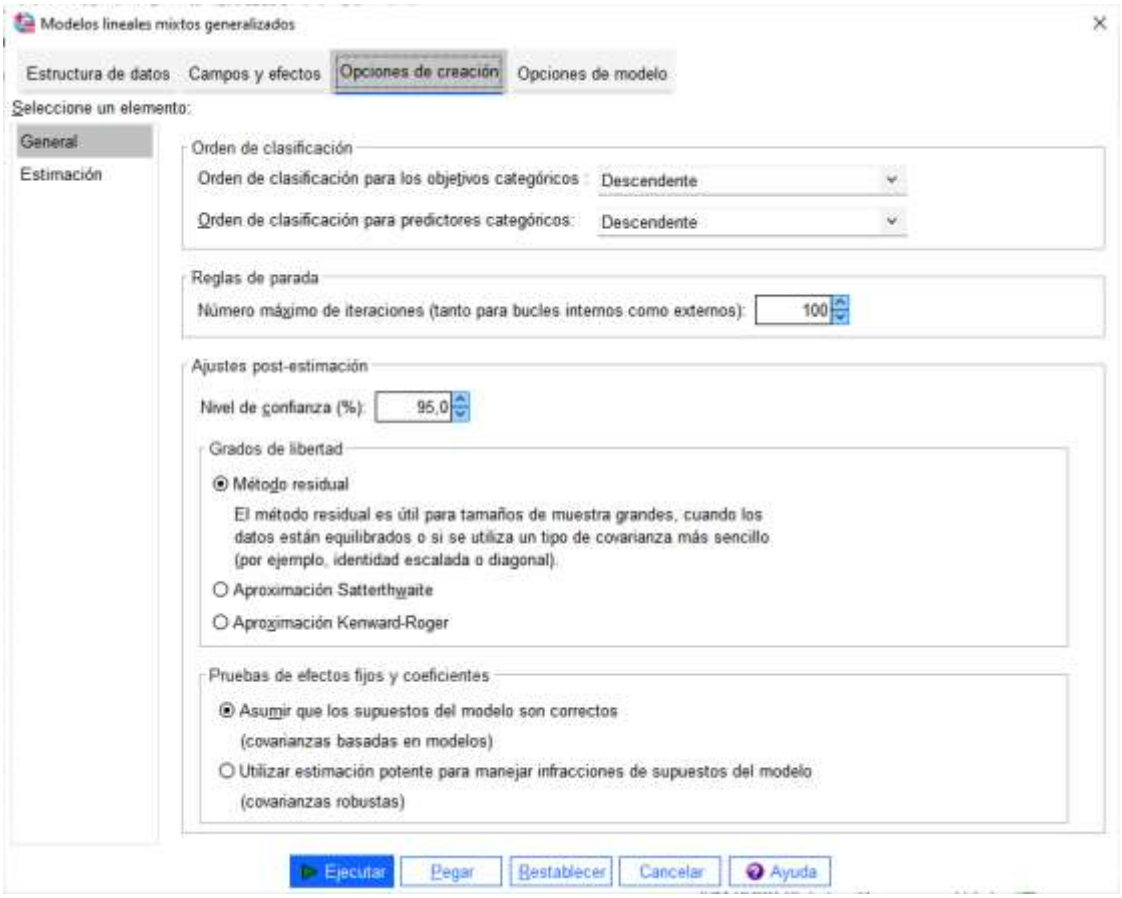
Seleccionamos regresión logística binaria



En el elemento **Efectos fijos** en la primera corrida solo se deja el intercepto, y que esté clicada la casilla incluir ordenada al origen. Tildar componente de varianza en la última.



Luego en **Efectos aleatorios**. Se deja el intercepto y el participante nada mas.



Opciones de creación, por defecto es ascendente. Pero queremos que el *target group* esté codificado como 1. Para lograr eso tiene que decir descendente.

Luego **Ejecutar** el modelo.

Resultados: Al principio da el resumen del modelo. Akaike y otros, no es importante salvo cuando hay comparaciones entre modelos.

Lo primero es **coeficientes fijos**.

b. Los efectos fijos sólo incluyen la intersección.

Coeficientes fijos[a]

Término del modelo	Coeficiente	Error estándar	t	Sig.	Intervalo de confianza al 95% Inferior	Intervalo de confianza al 95% Superior	Exp (Coeficiente)	95% de intervalo de confianza para Exp(Coeficiente) Inferior	95% de intervalo de confianza para Exp(Coeficiente) Superior
Intersección	,780	1,3537	,577	,565	-1,879	3,440	2,182	,153	31,184

Distribución de probabilidad: Binomial
Función de enlace: Logit

a. Objetivo: Clasificación

Coeficiente .780 es el promedio general del intercepto de todas las/os participantes (en otro serían aulas).

Efecto residual

Efecto residual	Estimación	Error estándar	Z	Sig.	Intervalo de confianza al 95% Inferior	Superior
Varianza	1,000	.	.	.	.	.

Estructura de covarianzas: Identidad escalada
Especificación de sujeto: (None)

Efecto aleatorio

Covarianza de efectos aleatorios	Estimación	Error estándar	Z	Sig.	Intervalo de confianza al 95% Inferior	Superior
Var(Intersección)	1,545	,467	3,309	<,001	,854	2,793

Estructura de covarianzas: Componentes de varianza
Especificación de sujeto: Participante

Consideramos el bloque de efectos aleatorios, donde tenemos la varianza estimada en el nivel 2 considerando el intercepto. La varianza es la columna Estimación. Luego los valores Z y p para testear si la varianza del intercepto es significativa.

En conjunto, este set de resultados de Efectos Aleatorios, provee evidencia de que tenemos una variabilidad significativa en el intercepto. Lo que sugiere que hay un *clustering* funcionando en los datos.

Además de calcular el componente de varianza para nuestro intercepto podemos también calcular el **coeficiente de correlación intraclase** (ICC) para evaluar nuestros datos para evidencia de *clustering*.

$$ICC= \frac{Varianza}{Varianza+3.29} = \frac{1,545}{1,545+3,29} = .319$$

El ICC está por encima de .05, ver discusión en Heck et al., 2014 acerca del punto de corte convencional para indicar mayor evidencia de *clustering*).

Modelo 2

En el segundo modelo, se agregan los predictores. Y la variable que califica al conjunto. Análogos y condición.

Así es como vamos a testear nuestra pregunta de si la probabilidad de calificar bien varía en función de la recuperación de análogos y la pertenencia a una condición.

campos y vamos a **efectos fijos**.

Coeficientes fijos[a]

Término del modelo	Coeficiente	Error estándar	t	Sig.	Intervalo de confianza al 95% Inferior	Superior	Exp (Coeficiente)	95% de intervalo de confianza para Exp(Coeficiente) Inferior	Superior
Intersección	,335	,2576	1,301	,194	-,171	,841	1,398	,843	2,319
Condicion	-,242	,3713	-,652	,514	-,972	,487	,785	,378	1,628
Analogos	2,170	,3397	6,388	<,001	1,502	2,837	8,756	4,492	17,064

Distribución de probabilidad: Binomial
Función de enlace: Logit
a. Objetivo: Clasificación

El intercepto no es significativo y la condición, la variable predictora de nivel 2 tampoco. Pero si es significativa la variable análogos.

Viendo los efectos aleatorios vemos un componente de la varianza.

Efecto residual

Efecto residual	Estimación	Error estándar	Z	Sig.	Intervalo de confianza al 95% Inferior	Superior
Varianza	1,000	.	.	.	.	.

Estructura de covarianzas: Identidad escalada
Especificación de sujeto: (None)

Efecto aleatorio

Covarianza de efectos aleatorios	Estimación	Error estándar	Z	Sig.	Intervalo de confianza al 95% Inferior	Superior
Var(Intersección)	1,093	,378	2,893	,004	,555	2,153

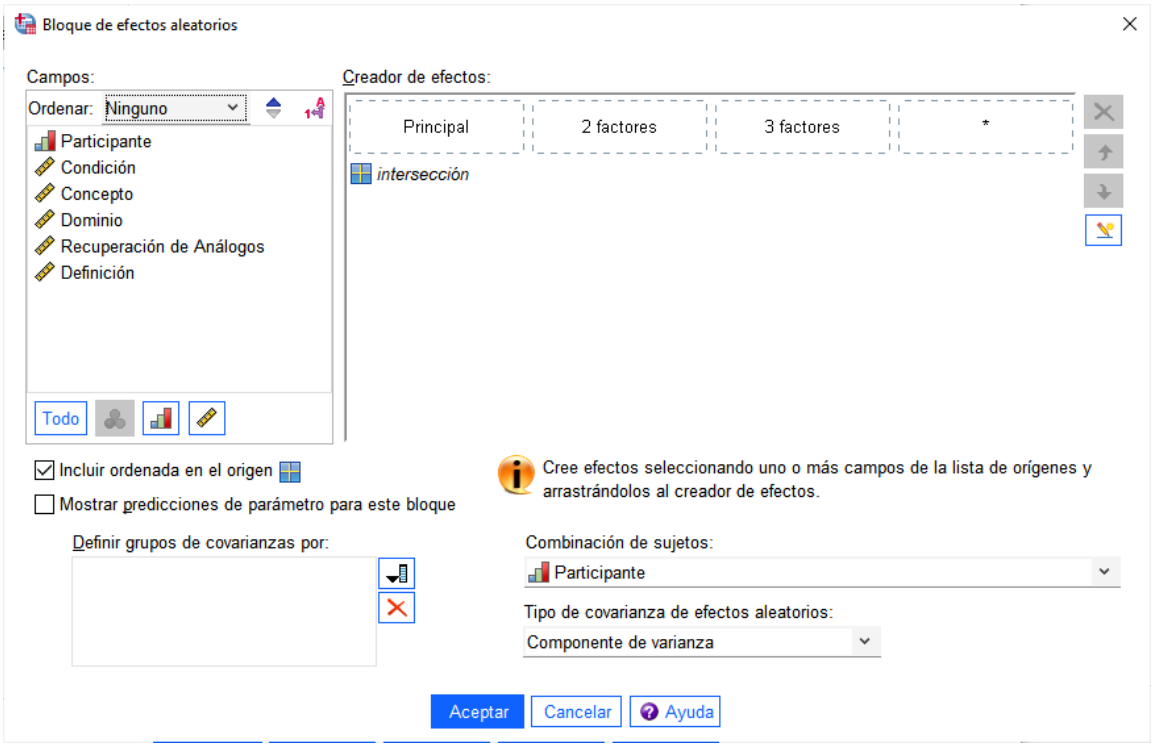
Estructura de covarianzas: Componentes de varianza
Especificación de sujeto: Participante

Vemos que para la estimación del componente de la varianza, aún sigue siendo significativo. Básicamente sabemos que incluso cuando hemos agregado variables predictoras todavía hay una interacción significativa en los interceptos.

Modelo 3

Ir a **Campos y efectos**. **Efectos aleatorios**.

Seleccionar participante y abajo editar bloque.



Mover el predictor análogos, y la variable condición a la caja principal.

Ejecutar.

Efecto residual

Efecto residual	Estimación	Error estándar	Z	Sig.	Intervalo de confianza al 95% Inferior	Superior
Varianza	1,000	.	.	.	.	.

Estructura de covarianzas: Identidad escalada
Especificación de sujeto: (None)

Efecto aleatorio

Covarianza de efectos aleatorios	Estimación	Error estándar	Z	Sig.	Intervalo de confianza al 95% Inferior	Superior
Var(Intersección)	1,095	,380	2,884	,004	,555	2,161
Var(Analogos)	,113	,854	,133	,895	4,290E-8	298501,926

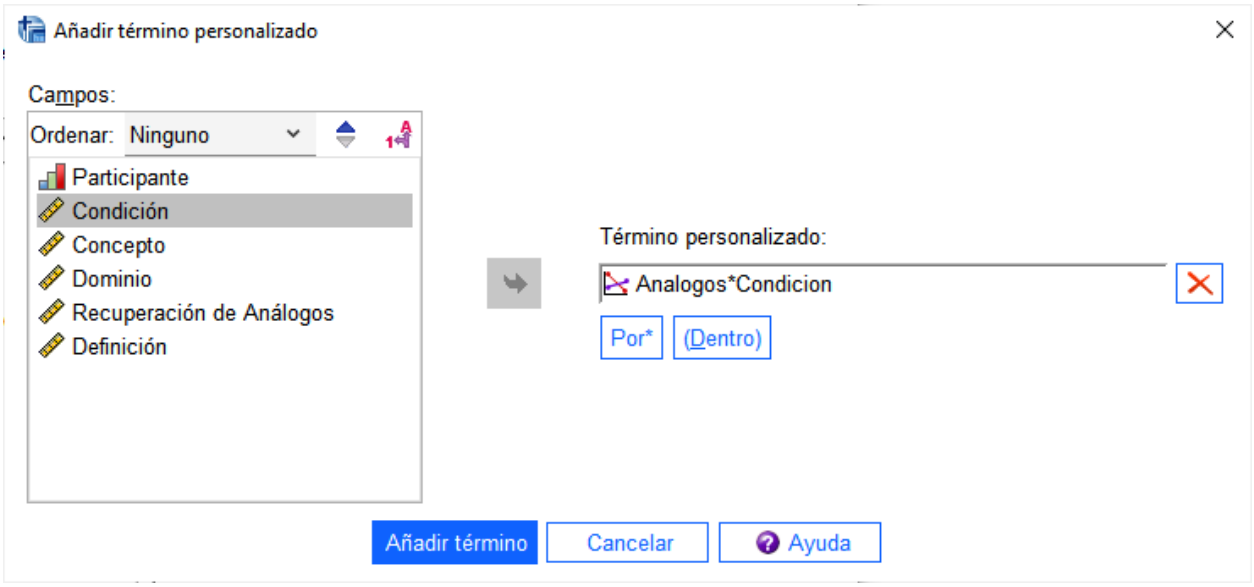
Estructura de covarianzas: Componentes de varianza

Modelo 4.

Campos y efectos.

Efectos fijos

Agregar un **termino personalizado**, la interacción entre análogos y condición



Resultados en tabla de regresión.

Coeficientes fijos[a]

Término del modelo	Coeficiente	Error estándar	t	Sig.	Intervalo de confianza al 95% Inferior	Intervalo de confianza al 95% Superior	Exp (Coeficiente)	95% de intervalo de confianza para Exp(Coeficiente) Inferior	95% de intervalo de confianza para Exp(Coeficiente) Superior
Intersección	,345	,2644	1,305	,192	-,174	,865	1,412	,840	2,374
Condicion	-,258	,3899	-,662	,508	-1,024	,508	,772	,359	1,662
Analogos	2,084	,4907	4,247	<,001	1,120	3,048	8,039	3,065	21,082
Analogos*Condicion	,174	,7088	,246	,806	-1,218	1,567	1,190	,296	4,791

Distribución de probabilidad: Binomial
Función de enlace: Logit[a]

a. Objetivo: Clasificación

En coeficientes fijos podemos ver sólo análogos como predictor significativo p< .001.

En la columna EXP(Coeficiente) se muestra el Odds ratio de 8.039 que podría interpretarse como, con cada incremento en una unidad de la variable análogos aumenta en un factor de 8 la probabilidad de calificar bien. (ver)

no hay interacción significativa entre los factores p=0.8