



# MÁSTERES de la UAM

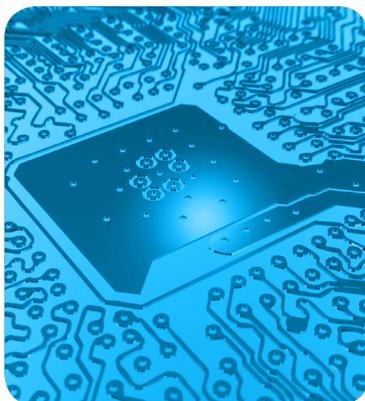
Facultad de Psicología /13-14

Máster en Psicología  
de la Educación



Antes de la  
representación  
gráfica: Explorando  
la comprensión del  
experimento

*Irene Rivas Bernardos*



## ÍNDICE

PARTE 1: CONTEXTUALIZACIÓN .....	1
1.1.- INTRODUCCIÓN .....	1
1.2.- PRESENTACIÓN DEL PROYECTO .....	2
1.3.- PRIMEROS RESULTADOS (Y ALGÚN INTERROGANTE) .....	3
PARTE 2: ¿CÓMO COMPRENDEN LOS ESTUDIANTES LOS EXPERIMENTOS DE LOS QUE DERIVAN LAS GRÁFICAS? .....	4
2.1.- REVISIÓN TEÓRICA .....	4
2.2.- OBJETIVOS .....	10
2.2.1.- <i>Objetivos relacionados con la investigación:</i> .....	10
2.2.2.- <i>Objetivos personales (no estrictamente relacionados con el contenido de la investigación)</i> .....	11
2.3.- MÉTODO .....	12
2.3.1.- <i>Participantes</i> .....	12
2.3.2.- <i>Materiales y tareas</i> .....	12
2.3.3.- <i>Procedimiento</i> .....	13
2.3.4.- <i>Diseño y criterios de análisis</i> .....	14
2.4.- CATEGORÍAS DE ANÁLISIS .....	15
2.4.1.- <i>Cambios en la comprensión del experimento</i> .....	15
2.4.2.- <i>Errores de los participantes en la comprensión del experimento</i> .....	16
2.4.3.- <i>Ayudas para la comprensión del experimento</i> .....	17
2.4.4.- <i>Análisis estadísticos</i> .....	19
2.5.- RESULTADOS .....	19
2.5.1.- <i>Análisis de los cambios en la comprensión del experimento</i> .....	19
2.5.2.- <i>Análisis de los errores en la comprensión del experimento</i> .....	20
2.5.3.- <i>Análisis de las ayudas en la comprensión del experimento</i> .....	22
2.6.- DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....	24
PARTE 3: INVESTIGACIÓN SOBRE LA COMPRENSIÓN DEL EXPERIMENTO .....	28
3.1.- OBJETIVOS .....	28
3.2.- MÉTODO .....	28
3.2.1.- <i>Participantes</i> .....	28
3.2.2.- <i>Materiales y tareas</i> .....	28
3.2.3.- <i>Procedimiento</i> .....	32
3.2.4.- <i>Método de análisis</i> .....	32
3.2.5.- <i>Resultados esperados</i> .....	32
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	34
ANEXOS .....	38
ANEXO I: TAREAS IP .....	38
ANEXO II: GUIÓN DE LA ENTREVISTA .....	42
ANEXO III: RESUMEN DE LOS GRUPOS DE CADA ANÁLISIS (por <i>Condición de cambio</i> ) .....	43

## **RESUMEN DEL TRABAJO**

El presente Trabajo de Fin de Máster nace de una investigación sobre comprensión de gráficas realizada durante el período de prácticas profesionales. Se centra en una línea poco trabajada en las investigaciones sobre gráficas: la comprensión del texto que describe el experimento y su relación con las gráficas. En primer lugar, se presenta el proyecto en el que se ha trabajado durante el prácticum. A continuación, se revisan los resultados obtenidos por las investigaciones sobre gráficas, resaltando la escasa importancia que se da al texto o al contexto en el que encuentran. Después, se presenta un análisis diferente de uno de los aspectos de la investigación sobre gráficas realizada mediante entrevistas individuales por Pérez-Echeverría, Postigo, de Dios y Marín (2013). Este análisis se centra en los cambios en la comprensión del experimento, los errores cometidos en esta comprensión y las ayudas recibidas en las entrevistas. Aunque los resultados de esta investigación muestran que la mayoría de los participantes comprenden el experimento, también indican que durante la entrevista se producen cambios en la comprensión. La mayoría de los participantes cometen errores, y también reciben ayudas de diferentes tipos. A raíz de los resultados se desarrolla la tercera parte de este trabajo, donde se plantea una investigación para analizar la eficacia de diferentes tipos de ayudas según los errores cometidos en la comprensión del experimento.

## **ABSTRACT**

This Master Thesis is born from a graph understanding research conducted during the internship period. It is focused on a little known area of line graphs research: the understanding of the text describing the experiment and its relation to the graph. In the first place, the project I worked on during the practicum is presented. Below, the results from research on graphs are reviewed, highlighting the low importance given to the text or the context in which they are found. Then, I present a different analysis of one of the aspects of the research on graphs carried out by individual interviews by Pérez-Echeverría, Postigo, de Dios y Marín (2013). This analysis focuses on the changes in the understanding of the experiment, the errors made during the understanding and the help received in interviews. Although the results of this research show that most participants understand the experiment, they also indicate that during the interview some changes in understanding happen. Most participants make mistakes, and they also receive help of different kind. In the wake of this results I developed the third part of this work, where a research to analyze the effectiveness of different types of aid is suggested, depending on the mistakes made during the understanding of the experiment.

## **PARTE 1: CONTEXTUALIZACIÓN**

### **1.1.- INTRODUCCIÓN**

A la hora de realizar las prácticas del Máster de Psicología de la Educación, opté por la participación en dos de los proyectos de investigación que se estaban llevando a cabo en el departamento de Psicología Básica, relacionados con la comprensión de gráficas y el uso de las TIC en el aprendizaje de física. En el momento de mi incorporación, las investigaciones se encontraban en la fase de análisis, mediante acuerdo interjueces, de las entrevistas y cuestionarios realizados a los participantes. En la investigación sobre el uso de las TIC se evaluaba de qué manera habían llegado los alumnos de una clase de física a determinadas conclusiones sobre conceptos como el tiro parabólico, mientras que el trabajo de gráficas estudiaba la interpretación las mismas por parte de alumnos de psicología.

En el paso de un alumno por el sistema educativo obligatorio, una de las competencias que se suponen adquiridas es la producción e interpretación de gráficas, según establecen los currículos correspondientes a la Educación Primaria y Secundaria regida por la LOE (RD 1513/2006, de 7 de diciembre y RD 1631/2006, de 29 de diciembre). Esta competencia abarca desde la interpretación, expresión y representación de datos y hechos sencillos hasta la búsqueda, selección, comprensión y relación de datos de fuentes diversas. Entonces, si las tablas y gráficas se suponen trabajadas en muchas asignaturas a lo largo de toda la enseñanza preuniversitaria, ¿por qué los resultados de los estudiantes españoles, en la lectura de textos discontinuos (gráficas), están casi diez puntos por debajo de la media europea en las pruebas PISA (Informe PISA 2009, págs. 71-73)? ¿Por qué los estudiantes parecen tener poco conocimiento en la lectura de gráficas en las investigaciones?

La respuesta a estas preguntas podría tener que ver con el tipo de enseñanza que se ha venido impartiendo en este país desde hace tiempo, donde en el aprendizaje del alumno se evaluaba más el producto del mismo que las competencias implicadas. Esto sucedía a pesar de que el currículum estipulase de manera explícita un desarrollo y evaluación de competencias. Además, la concepción que tengan los docentes del proceso enseñanza-aprendizaje tiene una poderosa influencia en la forma en la que el propio cuerpo docente gestiona su enseñanza de gráficas al alumnado. Así, profesores con una concepción de enseñanza-aprendizaje más directa (dentro del continuo de las teorías implícitas directa-interpretativa-constructiva descrito en Pozo, Scheuer, Mateos y Pérez Echeverría, 2006) podrían asumir que basta con enseñar las técnicas de decodificación o construcción de las

gráficas para que éstas sean comprendidas. En el otro extremo del continuo, profesores con una concepción más constructiva podrían centrarse en el aprendizaje de los mismos conocimientos, trabajando progresivamente la relación entre representaciones y la comprensión y uso de las mismas. Sin embargo, como señalan Pérez Echeverría, Postigo y Marín (2013), hay muy pocas actividades específicas de aprendizaje que enfatizan el rol de las gráficas para representar, comunicar y considerar diversa información a lo largo de la formación, por lo que esto se deja completamente a la elección de los docentes.

Esto disminuye tanto la posibilidad de hacer que el aprendizaje sea significativo para el alumnado, como la probabilidad de su generalización a otros ámbitos. Además, hoy en día, inmersos de lleno en un mundo donde la mayoría de la información se encuentra a un par de clics de ratón, la línea de la enseñanza tiene la necesidad de situarse en un uso más epistémico del conocimiento por parte del alumnado. Con este fin, el cuerpo docente debería, ya no exigir al alumno que atesore todos los datos y técnicas posibles, sino ayudarlo y guiarle, con el objetivo de que éste aprenda a aprender y gestione su propio conocimiento. Se hace entonces imprescindible estudiar los procesos de enseñanza y aprendizaje, para ajustar lo máximo posible la ayuda al alumnado, en consonancia con la idea de la Zona de Desarrollo Próximo.

En esta línea de estudio de los procesos de comprensión de gráficas trabaja el equipo de investigación en el que he realizado las prácticas, a partir del cual se desarrolla este Trabajo de Fin de Máster.

## **1.2.- PRESENTACIÓN DEL PROYECTO**

La investigación sobre gráficas se enmarcaba dentro del proyecto *Nuevo concepto de alfabetización: el aprendizaje mediante diferentes sistemas externos de representación* (EDU2010-21995-C02-01, IP J. I. Pozo), cuyo objetivo principal era estudiar los procesos de adquisición y uso de diferentes Sistemas Externos de Representación (gráficas, TICs y música). El proyecto sobre la comprensión de gráficas continúa la línea de investigaciones anteriores llevadas a cabo por el mismo equipo (por ejemplo Postigo y Pozo, 2000; Pérez Echeverría, Postigo y Pecharromán, 2009, Postigo, Pérez Echeverría y Marín, 2010), con el objetivo principal de comprender cómo entienden las gráficas los estudiantes en diferentes niveles de formación, con diferentes contenidos específicos o bajo distintas metodologías de recogida de información. El proyecto que nos ocupa analiza la interpretación y el nivel de comprensión de una serie de representaciones gráficas mediante entrevistas

semiestructuradas a alumnos de psicología. Dado que el presente trabajo está basado en el análisis de las entrevistas del proyecto, se expone el diseño del mismo en el apartado 2.3 (Método).

### **1.3.- PRIMEROS RESULTADOS (Y ALGÚN INTERROGANTE)**

En el estudio de las entrevistas realizadas por el equipo de investigación, uno de los análisis trataba sobre los cambios producidos en la *Lectura de la gráfica* al inicio y al final de la entrevista (categorías *Lectura inicial* y *final*). Se observó que los participantes cometían algunos errores en la interpretación de la gráfica debido a que no habían entendido bien el texto que acompañaba a la misma (véanse textos en Anexo I). Éste describía, con más o menos detalle, el experimento realizado que daba lugar a los resultados representados en la gráfica. Como veremos más adelante, la mayoría de los trabajos sobre gráficas analizan solamente la interpretación de datos de las mismas, sin que se haga referencia al contexto en el que han sido obtenidos estos datos o a la comprensión del desarrollo de la investigación. En estos trabajos, los objetivos van desde el análisis (mediante cuestionarios o entrevistas) de la comprensión y la habilidad de lectura de la representación gráfica, hasta el estudio de las características de la misma que influyen en dicha lectura. En algunos estudios se analiza incluso la influencia del conocimiento previo en las interpretaciones de gráficas (Shah, Freedman y Vekiri, 2005). En ninguno de esos trabajos se mencionaban los experimentos realizados, los datos que han dado lugar a la representación gráfica, ni los textos que se relacionaban con ella. Sin embargo, y dado que las gráficas son, entre otras cosas, una representación de una serie de datos (de resultados, de características de una muestra...), se hace necesario comprender qué es lo que están representando para una mejor lectura de la propia gráfica.

Esto me llevó a preguntarme si los resultados en la lectura de la gráfica serían mejores si se entendía completamente en qué consistían las investigaciones y cómo se podría medir esta comprensión, arrojando quizás también algo de luz a la cuestión de por qué los estudiantes no son capaces de leer bien las gráficas. Con estos interrogantes comienza el Trabajo de Fin de Máster, que busca aportar una pequeña ayuda a los trabajos relacionados con la comprensión de gráficas, partiendo de la idea anteriormente comentada de que una mejor comprensión del experimento y su contexto influirán de forma positiva en la interpretación de los resultados representados en la gráfica.

## **PARTE 2: ¿CÓMO COMPRENDEN LOS ESTUDIANTES LOS EXPERIMENTOS DE LOS QUE DERIVAN LAS GRÁFICAS?**

### **2.1.- REVISIÓN TEÓRICA**

Las gráficas se enmarcan dentro de los sistemas *externos* de representación (SER) que, de acuerdo con Pérez Echeverría y Scheuer (2009), se distinguen de los *internos* porque se pueden ver o palpar, mientras que los otros ocurren “sólo” en la mente de las personas. Las gráficas, en tanto que SER, existen como objetos independientes de su creador, instaurando una separación temporal entre autor y lector (Pozo y Martí, 2000). Además, remiten a otra realidad (no son copias) y la significan de distintas maneras mediante la combinación de signos según determinadas reglas de composición (Pérez Echeverría, Martí y Pozo, 2010).

Debido precisamente a que se trata de sistemas *externos*, las gráficas pueden estudiarse desde dos planos diferentes: por un lado, desde el plano del *contenido*, como sistemas que representan a otra realidad, donde se construye la relación de significación a partir de las características del referente. Por otro lado, desde el plano *conceptual* se pueden estudiar como sistemas en sí mismos, ya que es necesaria la comprensión de unas reglas (Pérez Echeverría, Martí y Pozo, 2010), sintaxis y restricciones propias. Esto delimita el significado representado para poder comprender la información que se está tratando, analizarla, utilizarla y, en último término, hacer un uso epistémico de ella (Pérez Echeverría, Postigo, López Manjón, y Marín, 2009; Postigo, Pérez Echeverría, y Marín, 2010).

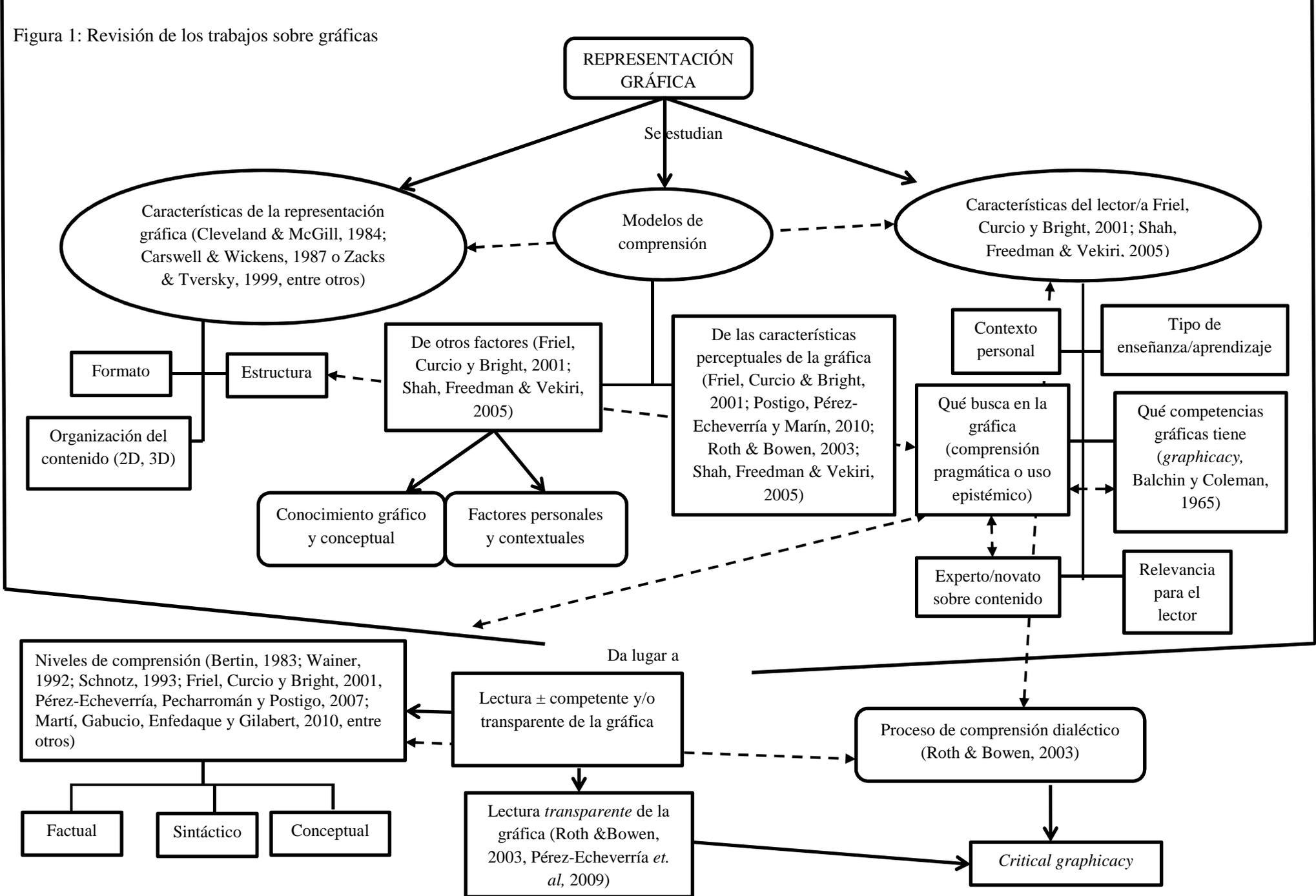
Sin embargo, y de acuerdo con estos autores, la relación entre el plano conceptual de la gráfica y el contenido representado es recíproca. En ella, lo conceptual restringe y determina los significados representacionales, pero a la vez las características de la representación sirven como modelo y transforman los aspectos conceptuales. Entonces, como bien defienden Pérez Echeverría y Scheuer (2009), no son sólo “avenidas hacia el conocimiento, sino conocimiento en sí mismo”. Pero, dado que este conocimiento no puede existir en el vacío, es necesaria la interacción tanto con otras representaciones como con el conocimiento previo para que tenga lugar la relación comentada entre gráfica y contenido.

La producción, interpretación de gráficas, así como los factores que influyen en ellas, constituye un campo de investigación muy variado, debido a la gran complejidad de los propios sistemas de representación gráfica. Para evitar un listado de investigaciones, pero

sin obviarlas, se presenta a continuación un esquema (ver Figura 1) donde se ha intentado recoger y relacionar los diferentes aspectos estudiados en el campo de las gráficas (para ampliar esta revisión, ver Shah, Freedman y Vekiri, 2005). Como se puede observar en la Figura 1, se han estudiado multitud de aspectos relacionados con las gráficas, tanto en su producción como en su interpretación. Sin embargo, parece haber un hueco en lo que se refiere al estudio de la relación que existe entre la comprensión de las gráficas, su contenido y el contexto en que se enmarca. En ninguno de los trabajos revisados se tiene en cuenta si el título, el texto que puede acompañarla, o la comprensión o no del experimento del que deriva influyen en la propia interpretación de la gráfica. Si rescatamos la metáfora de las gráficas como avenidas hacia el conocimiento (Perez Echeverría y Scheuer, 2009) comentada más arriba, encontraríamos que se han estudiado las características de esa avenida, la localización y materiales de las aceras, asfalto y mobiliario urbano, el conocimiento que tienen conductores o peatones sobre dicha avenida... Pero no se ha investigado dónde se encuentra, qué calles o avenidas se sitúan alrededor, si proviene de la unión de varias calles o es la continuación de otra... En este sentido sería interesante, para completar toda la información relativa a esa avenida, o gráfica, en el trabajo que nos ocupa, estudiar los aspectos relativos al origen y al contexto que rodea la gráfica.

Sin embargo, hay algunos elementos de la Figura 1 que resulta interesante tener en cuenta para este trabajo: en primer lugar, la clasificación de los niveles de comprensión de la gráfica. En ella se distinguen los siguientes tipos de lectura: la lectura *factual* o de los datos, (los sujetos son capaces de identificar cuáles son los datos que están representados en una gráfica determinada); la lectura *sintáctica* o entre los datos (se hacen patentes las relaciones sintácticas entre las variables y los diferentes elementos de la gráfica, pudiendo identificarse tendencias matemáticas) y la lectura *conceptual* o más allá de los datos (los sujetos son capaces de hacer predicciones basadas en la relación entre la representación gráfica y su propio conocimiento). Este último nivel de comprensión se asemeja a la idea de gráfica *transparente* de Roth y Bowen (2003), otro de los conceptos interesantes para este trabajo. Según estos autores, gráfico y fenómeno están fusionados, y el lector experto “dialoga” con el gráfico para llegar a una comprensión que concuerde tanto con sus

Figura 1: Revisión de los trabajos sobre gráficas



conocimientos como con el gráfico. Pero de nuevo, los autores tratan a la gráfica como elemento aislado que, aunque “dialoga” con el intérprete y ayuda al avance del conocimiento, no tiene en cuenta el contexto que la rodea. No se estudian o valoran los datos que dan lugar a la gráfica, ni el texto que la acompaña. Por tanto, aunque exista gran cantidad de investigaciones sobre el tipo o grado de comprensión de las gráficas, éstas no reflejan los aspectos del contexto mencionados.

La idea de la *transparencia* de la gráfica es que el lector que observa la representación gráfica *no ve* (o quizá ve más allá de) la propia representación (Ainley, 2000). El intérprete experto es capaz dar explicaciones conceptuales de la misma sin ninguna dificultad, pudiendo “traducirla” a otros sistemas de representación que además relacionen el contexto en el que se sitúan las representaciones (Pérez Echeverría *et al.*, 2009). Por tanto, el “diálogo” con la gráfica y que se haga transparente, implica un auto-ajuste y un uso epistémico del conocimiento en el proceso de interpretación de la gráfica. Este uso de los datos que implica una habilidad para leer la gráfica *más allá* de la gráfica -incluyendo el contexto en el que se desarrolla y las implicaciones derivadas-, es denominada *critical graphicacy* (Roth, Pozzer-Ardenghi y Han, 2005).

Si a esto le añadimos la idea de que existen múltiples interpretaciones debido a las concepciones de los lectores, encontramos que la lectura e interpretación de gráficas es un proceso complejo, influido por numerosos factores, no sólo de la propia gráfica, sino también personales y del contexto del lector, con resultados que pueden ser muy dispares aunque la representación gráfica sea idéntica.

Al repasar los resultados de los experimentos realizados sobre interpretación de gráficas encontramos que, de manera general, el procesamiento de las gráficas está centrado en la decodificación factual o explícita de los datos (Friel, Curcio & Bright, 2001; Pérez-Echeverría, Martí y Pozo, 2010, Pérez-Echeverría y Scheuer, 2006; Postigo y Pozo, 2000). Las gráficas no se explican en términos de resultados, procesos o dependencia de variables, y no suele haber acercamiento de manera epistémica (Pérez Echeverría, Postigo y Pecharromán, 2009). La dificultad no sólo parece estar en el número y la complejidad de las variables, sino también en las características del contenido representado (formato y características de las variables o complejidad en las interacciones) y el número y tipo de inferencias necesarias para trasladar la información verbal en gráficas y las ideas sobre cómo debe de ser una gráfica (Pérez Echeverría, Postigo y Marín, 2013; Postigo y Pozo, 2000). Pero, además, en los estudios en los que los participantes son expertos en el

contenido que se trabaja, o cuentan con habilidades avanzadas en la interpretación de gráficas de su área, la comprensión de las mismas se hace de forma más profunda (Roth, & Bowen, 2003). Entonces, quizá sea también necesario saber qué ayudas adicionales son las que hacen que personas no expertas consigan darle sentido a la gráfica y hagan una interpretación más profunda de la misma.

Pero en todos estos estudios, tanto el contenido como el contexto se tratan de forma general o a partir de los resultados de las gráficas, sin tener en cuenta –de nuevo– factores como el propio texto que acompaña a la gráfica, las preguntas que se realizan o la capacidad de los participantes de los trabajos para comprender los experimentos cuyos resultados se estaban mostrando. La influencia de estos factores puede ser relevante en algunas ocasiones, como en el caso de que se comprendiesen de forma incorrecta las medidas de tiempo que se exponen en un texto que acompaña a una representación gráfica, ya que la lectura podría ser correcta pero inadecuada en cuanto a intervalos de tiempo. Por tanto, este documento intentará, de forma modesta, hacer un primer trabajo exploratorio sobre este aspecto de la interpretación gráfica. Con esto, se pretende aportar más información al análisis de la influencia que pueden tener en las interpretaciones de los participantes la comprensión o no, en este caso, de los experimentos de los que se derivan las representaciones gráficas.

Por otro lado, y como se ha comentado en la introducción, las gráficas forman parte del currículo tanto de primaria como de secundaria, e incluso de buena parte de los estudios universitarios. Entonces, si se dedica gran tiempo y esfuerzo instruccional a la enseñanza y el aprendizaje de estos sistemas, resulta chocante la diferencia existente entre el conocimiento de los alumnos sobre las gráficas al acabar la formación obligatoria. Esto puede deberse a un conglomerado de factores, como las concepciones sobre la enseñanza-aprendizaje, la propia formación de los profesores... (Arteaga, Batanero, Cañadas y Contreras, 2011). Por otro lado, la automatización e implicitación de estas representaciones, que se produce de forma paulatina y prácticamente imperceptible con la experiencia, lleva a que los expertos (supuestamente los profesores) no perciban tanto la gráfica en sí como su contenido y significación. En otras palabras, las gráficas se vuelven *transparentes*. Enseñar a interpretar o usar gráficas requiere, por parte de los docentes, recorrer el camino en sentido inverso al que lo hacen los estudiantes, deconstruyendo el conocimiento para analizar las dificultades y procesos que podrían seguir los alumnos. Este proceso de explicitación, análisis y toma de conciencia es realmente difícil y puede

constituir un obstáculo en la enseñanza, ya que será más difícil saber en qué elementos centrarse para transmitir esos conocimientos al alumnado. Unido esto a la falta de actividades específicas comentada en la introducción (Pérez Echeverría, Postigo y Marín, 2013) se dificulta la tarea de los docentes ya que, de acuerdo con estas autoras, no se puede asegurar que el contexto de aprendizaje en que están inmersos permita el desarrollo de herramientas y habilidades necesarias para un uso competente de las gráficas. De hecho, una investigación realizada por García (2005) reveló que el uso que los docentes hacían de las representaciones gráficas de los libros de texto en Secundaria y Bachillerato se limitaba mayoritariamente a la exposición de hechos. Es decir, las gráficas se presentaban como productos terminados, no como herramientas para el conocimiento o como fruto de una investigación científica. Más aún, cuando en la mayoría de los casos se trabajan de forma aislada, sin plantearse el conocimiento de los estudiantes sobre el contexto, su comprensión del texto que acompaña a la gráfica o las representaciones que se desprenden de la lectura del mismo.

En el caso de los alumnos, aparte de su competencia en la interpretación de gráficas, se ha estudiado en algunos casos cuáles son las concepciones erróneas sobre gráficas (Leinhardt, Zaslavsky y Stein, 1990) y errores que cometen con este tipo de representaciones. Pérez Echeverría, Postigo y Marín (2013), en una tarea en la que los estudiantes tenían que seleccionar entre diversas opciones la gráfica más adecuada para representar los resultados de un experimento, detectaron distintos tipos de fallos. Se observa que los estudiantes escogen muchas gráficas con errores y, además, un número importante de ellos no relaciona los formatos de las gráficas con la naturaleza de los datos que representan (categorial o continuo). Aquí la *transparencia* con la que los expertos (o investigadores) observan la gráfica puede resultar un problema, ya que asumen que todos los participantes del estudio comprenden el contexto de los datos y son capaces de tomar decisiones (correctas o incorrectas) partiendo de la misma base, lo que no siempre será cierto, pero no se tiene en cuenta en estos estudios. Podemos presuponer que, si se identifican cuáles son las principales dificultades de los alumnos incluso antes de comenzar a interpretar la gráfica, los docentes podrán situarse a un nivel que permita a los alumnos avanzar en su aprendizaje.

Hay trabajos que han intentado no sólo estudiar la comprensión o los errores, sino qué es lo que se puede hacer para minimizarlos. Por ejemplo, Eckhardt, Probst, & Schnotz (2001) plantean cuatro tipos de ayudas principales, bien en la propia tarea que realiza el

alumno, o bien mediante agentes externos que realizan preguntas o resúmenes para facilitar la comprensión a los participantes. Además, estudian la efectividad según las ayudas sean obligatorias u optativas, aunque no parece influir en el rendimiento. Sí encuentran, sin embargo, que los participantes con conocimiento previo aprovechan mejor las ayudas opcionales. Otro tipo de ayudas son las que propone Seufert (2003), que las divide en directivas y no directivas. Seufert encuentra que los participantes con ayudas directivas obtienen puntuaciones más bajas que aquellos con ayudas no directivas, pero más que aquellos que no obtienen ayudas. Esta clasificación de ayudas directivas/no directivas se utilizará en el trabajo para categorizar las ayudas que aportaron las entrevistadoras.

En conclusión, una vez expuesta la falta de estudios que evalúen la comprensión del contexto específico de la gráfica (texto, títulos, etc.), aparece la cuestión de si, asegurando una comprensión completa del contexto, se consigue una lectura más *transparente* de la gráfica. Es decir, si analizando los factores que influyen en la comprensión de los experimentos (en este caso, en base a los errores que comenten los participantes), se pueden establecer ayudas a la comprensión que mejoren el rendimiento de los participantes en los estudios sobre gráficas. Además, en la línea de la teoría constructivista de la enseñanza y el aprendizaje, las ayudas ajustadas a cada participante serían las más eficaces para este objetivo, de acuerdo con los procesos de *andamiaje* y de *participación guiada* (Wood, Bruner, & Ross, 1976). Resultaría interesante saber cuáles son las dificultades principales de los participantes a la hora de entender el experimento para poder establecer las ayudas en la zona de desarrollo próximo que mejoren de forma gradual la comprensión del experimento. Se espera que, si los participantes comprenden mejor el experimento o la situación de la que se derivan los datos, sea más fácil mejorar la interpretación de las gráficas hacia un nivel conceptual.

## **2.2.- OBJETIVOS**

### *2.2.1.- Objetivos relacionados con la investigación:*

Este trabajo se centró en la comprensión de los experimentos, inferida a partir de la interpretación y las explicaciones proporcionadas por los participantes en las entrevistas. Suponemos que cuanto mejor comprendan los participantes el contexto que rodea a la gráfica que se les presenta (cómo se desarrolla, qué grupos participan), más profunda será la explicación que den a los resultados representados. Por tanto, los objetivos que se

establecieron para intentar evaluar el nivel de comprensión del experimento, fueron los siguientes:

- Respecto al estudio sobre la comprensión del experimento en gráficas:

✓ Estudiar los cambios que se han producido en la comprensión del experimento por parte de los participantes a lo largo de cada tarea como consecuencia de la interacción durante la entrevista.

✓ Analizar los errores que dificultaban la comprensión del experimento por los participantes.

✓ Analizar las ayudas informales que se dieron a los participantes para mejorar su comprensión del experimento y su eficacia.

- Respecto a la propuesta de mejora: diseñar un estudio, donde se establecerán grupos diferentes según el tipo y orden de ayudas para estudiar, por un lado, con qué grupo de ayudas se entiende mejor el experimento y, por otro, si esta comprensión influye en una mejor interpretación de los resultados representados en la gráfica. Los objetivos del diseño se establecen en el apartado 3.1.

*2.2.2.- Objetivos personales (no estrictamente relacionados con el contenido de la investigación)*

- Ampliar los conocimientos adquiridos sobre el análisis de entrevistas: A lo largo de toda mi formación, he trabajado la mayor parte del tiempo con estudios basados en cuestionarios con respuestas más o menos correctas, de rendimiento, de personalidad... donde se sumaban las puntuaciones para realizar análisis estadísticos o valoraciones de algún tipo. Más adelante, en los últimos años de licenciatura, se hace patente que hay otro tipo de análisis basado en las respuestas abiertas de los participantes en entrevistas, eliminando la limitación de las opciones ofrecidas por los tests. Esto parecía permitir un estudio más amplio del espectro de respuestas, además de resultarme por sí misma muy interesante la idiosincrasia de las respuestas de cada persona. Sin embargo, he tenido pocas oportunidades de estudio de entrevistas, por lo que espero ampliar mi experiencia con este trabajo.

- Conocer la forma de trabajo en la investigación profesional: uno de los interrogantes del inicio de este trabajo era si los docentes de la universidad, en sus proyectos de investigación, tenían una forma de trabajo en equipo similar a la que he podido tener con mis compañeros en trabajos cooperativos a lo largo de mi formación o, si no lo era, en qué

aspectos se diferenciaba. Esta duda venía motivada especialmente por mis experiencias a lo largo de la licenciatura y el Máster, donde el paso de uno a otro supuso un gran cambio en este aspecto: los grupos de trabajo del postgrado resultaron, en su mayor parte, ser mucho más “serios”, con objetivos más claros y formas de trabajo más efectivas que las que se llevaban a cabo en la licenciatura. Tenía interés, por tanto, en conocer la manera en la que los investigadores profesionales llevaban a cabo su trabajo en grupo.

## **2.3.-MÉTODO**

Como se ha comentado antes, en el trabajo del prácticum se realizó un análisis diferente al que se estaba haciendo en el proyecto sobre gráficas, basado en el mismo método. El método que se expone a continuación es, por tanto, el que se utilizó en la investigación original.

### *2.3.1.- Participantes*

La muestra estaba compuesta por 40 estudiantes de 2º y 4º curso de Psicología de la Universidad Autónoma de Madrid, que habían cursado asignaturas como Análisis de Datos I y II, Psicometría o Diseño de Investigaciones, relacionadas con las gráficas. También habían cursado asignaturas en las que se trataban los contenidos de las tareas.

### *2.3.2.- Materiales y tareas*

Cada estudiante debía resolver cinco tareas que contenían un texto relativo a la investigación y una gráfica con los resultados de la misma (véase Tabla 1). En una de las condiciones, estas tareas tenían *contenido psicológico* (en adelante, IP) y, en la otra, isomórfica de la anterior *contenido no psicológico* (en adelante, INoP), referente a temas de salud.

Las tareas IP fueron extraídas literalmente de libros de texto de Psicología, mientras que las tareas INoP fueron variaciones en el planteamiento de las tareas psicológicas, haciendo que el contenido fuese relativo a temas de salud y manteniendo la gráfica original correspondiente. Las tareas estaban ordenadas de menor a mayor dificultad gráfica teórica medida por el número de variables (una o dos), el tipo de las mismas (continuas o categóricas) y la presencia o no de interacción. Las características de estas tareas se recogen en la Tabla 1.

Tabla 1: Características de las tareas según número y tipo de variables, formato y contenido de la gráfica

<b>Tareas</b>	<b>Variables y Formato de gráfica</b>	<b>Experimento con contenido psicológico (IP)</b>	<b>Experimento con contenido no psicológico (INoP)</b>
<b>T1</b>	Una variable categórica. F. Barras	Tasa de barrido de memoria con diferentes tipos de estímulos	Eficacia de diferentes tratamientos para reducir el consumo de tabaco
<b>T2</b>	Una variable continua. F. Líneas	Efecto de la demora de la recompensa en la conducta de extinción en ratas	Tiempo de recuperación de peso tras una fase de tratamiento variable de reducción de peso.
<b>T3</b>	Una variable continua. F. Líneas	Efecto de troquelado en patitos	Efecto de un tratamiento en la reducción de peso en obesos mórbidos.
<b>T4</b>	Dos variables categoriales sin interacción. F. Líneas	Comparación entre los efectos de omisión y de extinción en la supresión de una conducta en ratas	Efecto de diferentes productos para la reducción del colesterol.
<b>T5</b>	Dos variables categoriales con interacción. F. Líneas	Ejecución de una tarea tras pasar dos grupos con rasgos de personalidad diferentes (extroversión-introversión) por una condición experimental (indefensión aprendida-no indefensión).	Eficacia de dos tratamientos (control-experimental) a lo largo de seis meses en dos grupos de obesos (mórbidos-no mórbidos).

Todos los participantes se enfrentaron a sus tareas en una entrevista semiestructurada (ver Guion en Anexo II), donde se valoraban distintos aspectos (véase Tabla 2). En cada entrevista se trataban cuatro temas: interpretación de los resultados de las gráficas, cómo se había llegado a las conclusiones, la adecuación de formato del gráfico y la coherencia de los resultados.

### 2.3.3.- Procedimiento

A la mitad de estudiantes de cada curso se les presentaron las tareas con contenido psicológico, y a la otra mitad las tareas con contenido no psicológico (ver Tareas en Anexo I). Cada participante realizó una entrevista en la que resolvía las cinco tareas asignadas, presentadas en orden de dificultad ascendente, a excepción de las tareas 2 y 3, cuyo orden fue contrabalanceado. La recogida de datos en las entrevistas se hizo mediante la grabación en audio. Además, se tomaba nota de las observaciones de los estudiantes, así como detalles que pudieran ayudar a la transcripción, interpretación o análisis posterior (en un 80% de las entrevistas hubo dos entrevistadoras, facilitando el reparto de tareas). No había restricción en cuanto al tiempo, pero los participantes realizaron las entrevistas en un intervalo entre 50-80 minutos.

### 2.3.4.- Diseño y criterios de análisis

Se trata de un diseño intersujeto con cuatro grupos experimentales, formado cada uno por 10 participantes. Hay tres variables independientes, de las cuales dos son experimentales, *contenido de la tarea* (intersujeto con dos niveles: contenido psicológico y contenido no psicológico) y *dificultad de la tarea* (intrasujeto con cinco niveles: Tarea 1, Tarea 2 y, Tarea 3, Tarea 4 y Tarea 5) y otra es ex post-facto, *nivel de estudios* de los participantes (2° o 4° de Psicología). La categorización de las respuestas de los participantes se definió como la variable dependiente de la investigación. Las categorías que se establecieron para el análisis de las entrevistas se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2: Categorías de análisis de las entrevistas

<b>1.- Comprensión del experimento (inicial):</b> primera intervención del participante sin intervención del entrevistador (Sí-No-En parte).	
	<i>Incorrecta</i>
	.....
	<i>Nivel 1.- Factual:</i>
	a) datos aleatorios
	b) datos destacados
	c) datos exhaustivos
	.....
<b>2.- Lectura de la gráfica (inicial)</b>	a) comparaciones entre datos
	<i>Nivel 2.- Sintáctico</i>
	b) comentarios de tendencias matemáticas
	c) mencionan variable dependiente y variable independiente
	.....
	a) descripción o conclusión poco elaborada
	<i>Nivel 3.- Conceptual</i>
	b) explicación o predicción poco elaborada
	c) explicación conceptual o predicción más elaborada
	.....
<b>3.- Formato gráfico</b>	¿Se adecúa el formato a la gráfica? (Sí-No)
	¿Formato gráfico alternativo? (Barras, líneas, otros, ninguno...)
<b>4.- Conocimiento previo sobre el contenido conceptual de la tarea</b> (Correcto-Incorrecto-No sabe/No contesta)	
	.....
<b>5.- Lectura de la gráfica (final)</b>	<i>Nivel 1.- Factual</i> (subniveles a, b y c)
	.....
	<i>Nivel 2.- Sintáctico</i> (subniveles a, b y c)
	.....
	<i>Nivel 3.- Conceptual</i> (subniveles a, b y c)
	.....
<b>6.- Comprensión del experimento (final):</b> se valora si el participante ha entendido el experimento al finalizar la tarea.	

Se realizó un acuerdo interjueces de los análisis de las entrevistas realizados por los miembros del equipo.

## 2.4.- CATEGORÍAS DE ANÁLISIS

Para el desarrollo de este trabajo de prácticas se realizaron tres tipos de análisis categoriales no programados en la investigación original: los *cambios en la comprensión del experimento* de los participantes, los *errores* que habían cometido en dicha comprensión a lo largo de la entrevista, y las *ayudas* ofrecidas por las entrevistadoras. Dado que la muestra contaba con 40 participantes y cada uno realizó cinco tareas, el total de tareas fue de 200. Sin embargo, 5 de los casos sufrieron problemas en su registro y resultaron incompletos, por lo que se descartaron del análisis. También se descartó el análisis por contenido de la tarea (IP – INoP), ya que ni en ésta, ni en ninguna de las investigaciones anteriores (ver, por ejemplo, Pérez-Echeverría, Postigo y Marín, 2010) habían aparecido diferencias con respecto a esta variable. A continuación se describen los tres métodos de análisis.

### 2.4.1.- *Cambios en la comprensión del experimento*

Se utilizaron las categorías 1 y 6 de la Tabla 2 para el análisis de las entrevistas (comprensión *inicial* del experimento – comprensión *final* del experimento) con el objetivo de ver cómo había cambiado la comprensión del experimento en las diferentes tareas realizadas por los participantes. Esta comprensión se infirió de las respuestas a lo largo de la entrevista, dando lugar a tres condiciones: si el participante había entendido el experimento de forma completa (*Sí* entiende el experimento), si no entendía ningún aspecto del experimento (*No* entiende el experimento), o lo entendía de forma incompleta (entiende el experimento *En parte*) tanto al principio como al final de la entrevista. La comprensión *En parte* se definió para las situaciones en las que los participantes no entendían algún aspecto del experimento, como medidas de tiempo definidas por el enunciado, pero sí se podía inferir que había otros aspectos fundamentales (los objetivos, las fases, la estructura...) del experimento que comprendían.

La combinación de ambas categorías (*inicial-final*) dio lugar a tres grandes grupos, definidos como *Mejora* (hay algún tipo de avance desde el inicio al final de la tarea), *Estabilidad* (no hay avances ni retrocesos) y *Retroceso* (hay un empeoramiento en la comprensión del experimento). Cada grupo, con la subdivisión en las tres condiciones (*No se entiende el experimento* - *Sí se entiende el experimento* – *Se entiende el experimento En Parte*), da lugar a la a las nueve condiciones que recoge la Tabla 3.

Tabla 3: Clasificación de cambios en la comprensión del experimento

	Condiciones	Comprensión inicial	Comprensión final
<b>Mejora en la comprensión del experimento</b>	C1	NO	SÍ
	C2	NO	EN PARTE
	C3	EN PARTE	SÍ
<b>Estabilidad en la comprensión del experimento</b>	C4	SÍ	SÍ
	C5	NO	NO
	C6	EN PARTE	EN PARTE
<b>Retroceso en la comprensión del experimento</b>	C7	SÍ	NO
	C8	EN PARTE	NO
	C9	SÍ	EN PARTE

#### 2.4.2.- Errores de los participantes en la comprensión del experimento

Una vez analizadas las entrevistas, los errores que cometían los participantes se clasificaron en varios tipos en relación a la comprensión del experimento. Estos errores iban desde los más obvios y fáciles de detectar (el participante habla de “pérdida de peso” cuando en el enunciado pone “ganancia de peso”), hasta los que sólo se hacían explícitos en la explicación errónea de la gráfica.

Tabla 4: Clasificación de los tipos de errores

Grupo	Error	Descripción y ejemplo
<b>Grupo 1: Errores de lectura</b>	E1: Error de lectura en el enunciado	El participante lee de forma errónea el enunciado, lo que le lleva a una interpretación incorrecta del experimento. En lugar de “semanas”, leer “meses” en el enunciado, o viceversa
	E2: Error de lectura en la gráfica	El participante lee de forma errónea alguna parte de la gráfica (normalmente los ejes), lo que le lleva a una interpretación incorrecta del experimento. En lugar de “semanas”, leer “meses” en un eje de la gráfica, o viceversa
<b>Grupo 2: Confusión en características generales del experimento</b>	E3: Error en la comprensión de la puesta en marcha del experimento	El participante no entiende bien qué es lo que hacen los participantes del experimento. En la T1, no se comprende que primero se presentan los estímulos y después hay que decidir si ya se había presentado un estímulo o no
	E4: Confusión de fases del experimento	El participante confunde unas fases del experimento con otras. En la T2, se confunde la fase de adquisición con la fase de extinción.
	E5: Confusión de grupos	El participante no es capaz de discernir cuántos son los grupos que componen el experimento. En la T3, no se sabe si es el mismo patito al que se le hacen todas las medidas o son grupos de patitos diferentes.
<b>Grupo 3: Confusión en características de las variables del experimento</b>	E6: Error en la comprensión de las diferentes condiciones por grupos (variables inter-intra sujeto)	El participante no entiende bien cuando en diferentes grupos se dan condiciones distintas. En la T5, no se comprende que un grupo ha pasado por la situación de indefensión aprendida y el otro no.
	E7: Error en lectura de variable	El participante no interpreta bien en qué consiste alguna de las variables del experimento. En la T2, la velocidad de las ratas se interpreta como tiempo de demora de la recompensa.

Se cuantificó el número de errores que había cometido cada uno de los participantes en cada tarea en todas las condiciones en las que hubo una *Mejora* y en las condiciones de *Estabilidad* en las que no hubo ni cambio (Condición 6 *En parte-En parte*) ni comprensión del experimento (Condición 5 *No-No*). No se cuantificaron los errores en las tareas en las que los participantes comprendían el experimento desde el principio hasta el final (Condición 4 *Sí-Sí*) ni aquellas en que los participantes sufrían un *Retroceso* en la comprensión del experimento (Condiciones 7, 8 y 9). En este último caso no se hizo el análisis por el bajo porcentaje de estas situaciones (5.64%).

Se clasificó de forma general el número de errores en tres categorías: *ningún error, sólo un error o más de un error*. Sólo un participante cometió 4 errores, 11 cometieron tres errores y 28 cometieron dos errores. A continuación, se analizó de forma más específica qué tipos de errores se habían cometido, clasificándolos en tres grupos principales que, a su vez, se subdividen en siete (véase Tabla 4).

Se valoró además el error de *desconocimiento de conceptos clave*, consistente en que el participante no conoce algún concepto necesario para darle coherencia al desarrollo del experimento. Por ejemplo, en la T3-IP, no se comprendía el concepto de troquelado. Este error se descartó del análisis por su baja frecuencia (4,17%).

#### 2.4.3.- *Ayudas para la comprensión del experimento*

A lo largo de las entrevistas se producían intervenciones no programadas por parte de las entrevistadoras, ya fuese para guiar la entrevista o para clarificar o comentar algún detalle. Estas intervenciones no siempre se daban cuando los participantes cometían errores pero, en ocasiones, parte de ellas contribuyeron a la reflexión y avance en la comprensión. Por ello, se consideró valorar tanto el tipo de ayudas recibidas como su eficacia, para estudiar si influían en la mejora de su comprensión del experimento. Se realizó una categorización inductiva de las diferentes ayudas aportadas por las entrevistadoras a partir de las entrevistas, inspirada en la clasificación de Seufert (2003) comentada en la revisión teórica (véase Tabla 5). En esta tabla se incluyen ejemplos de ayudas Directivas, en las que las entrevistadoras explican directamente el experimento, y No Directivas, en las que sólo se responden dudas o se hacen preguntas para dirigir la atención a partes concretas del experimento. El análisis se realizó mediante las categorías de *sólo ayudas Directivas, sólo ayudas No directivas, y Mixtas* (mezcla de las anteriores).

El análisis se hizo, en primer lugar, sobre las ayudas aportadas a todos los participantes, independientemente de la *Condición* de cambio. A continuación se estudiaron de forma más específica las ayudas recibidas con dos tipos diferentes de análisis: por un lado, se estudió la frecuencia de ayudas por tarea sólo en el caso de la *Condición* de cambio 4 (Sí-Sí), por resultar la más numerosa y, después, se hizo el análisis de las ayudas en las condiciones de Mejora para estudiar la eficacia de las mismas.

Tabla 5: Ayudas de las entrevistadoras en la comprensión del experimento

	Ayudas	Ejemplo
<b>Directivas</b>	La entrevistadora da explicaciones aclaratorias no requeridas por el participante para que entienda algún aspecto del experimento.	A: Claro, cuando termina el pasillo y se demoran. E: No, esta gráfica es después. <i>El experimento tiene dos partes. La primera parte es la fase de adquisición en la que aplican recompensa con diferentes tipos de demora y luego la segunda parte, lo que tú decías, les tienen durante 15 segundos creo que era...</i>
	<u>Respuesta de dudas:</u> el entrevistador soluciona las dudas que el participante le haya planteado, sin dar información adicional.	“S: Pero... ¿cuántos grupos hay?” “E1: Hay 2 grupos”
	<u>Plantea preguntas de comprensión:</u> el entrevistador formula preguntas que le ayudan a entender lo que el participante ha dicho con el objetivo, bien de que se explique mejor, bien de que el propio participante lo entienda.	“¿A qué te refieres con...?” o “¿Me podrías explicar mejor eso?”
<b>No directivas (en orden ascendente de complejidad)</b>	<u>Reformula las explicaciones:</u> el entrevistador repite de forma ordenada lo que ha dicho el participante, o resalta puntos importantes para hacer hincapié en ellos.	“C: en extinción...es estos resultados que serían, porque si no les dan la recompensa...” “E1: Al grupo de extinción no le dan la recompensa.”
	El entrevistador anima al participante a <u>repasar alguno de los aspectos del enunciado o la gráfica</u> , para que se fije en algo que ha leído mal o que ha pasado por alto.	<u>Partes del enunciado:</u> “L: Me parece que están mezclados, o no. No sé.” “E: A ver qué dice en el texto”. <u>Partes de la gráfica:</u> “L: puede ser que a estas tres les hayan hecho la fase de extinción y por eso hay la bajada...” “E: Fíjate que esto es la duración de la demora en la fase de adquisición.” “L: Ah, claro. Vale, vale, vale.”

Dado que los análisis de errores y ayudas no se realizan siempre sobre toda la muestra, se incluye en el Anexo III un resumen aclaratorio de qué grupos de *Condición* se incluyen en cada análisis.

#### 2.4.4.- Análisis estadísticos

Para el análisis estadístico de los cambios, errores y ayudas en función del tipo de tarea se utilizaron tablas de contingencia, pruebas chi-cuadrado y análisis de varianza (ANOVAs). Estos análisis se realizaron con el programa SPSS 19.0. La Tabla 6 recoge un resumen de la relación objetivos-análisis-resultados de la investigación.

Tabla 6: Relación objetivos-categorías de análisis-resultados

Objetivos	Categorías de análisis	Resultados (Análisis estadísticos)
Estudio de cambios	Condiciones de cambio	Condiciones*Contenido ( $X^2$ )
Estudio de errores	Número de errores Tipos de error	Nivel general: Número de errores*Tarea ( $X^2$ ) Nivel específico: Tipos de error*Tarea (ANOVA de errores por tarea)
Estudio de ayudas	Tipos de ayuda (general) Tipos de ayuda (específicas)	Nivel general: Tipos ayuda*Tarea ( $X^2$ ) Nivel específico: Tipos de ayudas*Tarea (ANOVA de ayudas por tarea)

## 2.5.- RESULTADOS

### 2.5.1.- Análisis de los cambios en la comprensión del experimento

El primer análisis, que muestra la Tabla 7, se hizo sobre los cambios que realizan los participantes respecto a su comprensión del experimento en base los grupos de *Mejora*, *Estabilidad* y *Retroceso* y las nueve Condiciones que se derivan de la agrupación:

Tabla 7: Participantes (porcentajes) con cambios en la comprensión del experimento por condición

Condiciones	Mejora <sup>a</sup>	Estabilidad <sup>a</sup>	Retroceso <sup>a</sup>
C1.- No-Sí	8 (20.5)		
C2.- No-En parte	8 (20.5)		
C3.- En parte-Sí	<b>23 (58.97)</b>		
C4.- Sí-Sí		<b>120 (82.75)</b>	
C5.- No-No		13 (8.96)	
C6.- En parte-En parte		12 (8.27)	
C7.- Sí-No			2 (18.18)
C8.- En parte-No			2 (18.18)
C9.- Sí-En parte			<b>7 (63.63)</b>
<b>Totales<sup>b</sup></b>	<b>39 (20)</b>	<b>145 (74.35)</b>	<b>11 (5.64)</b>

<sup>a</sup> Porcentajes calculados sobre el total de tareas en cada grupo de cambio

<sup>b</sup> Porcentajes calculados sobre el total de tareas de la muestra (195 tareas).

Como se puede observar en la tabla 7, el grupo más abundante es el de *Estabilidad* (74,35% de los participantes) y, concretamente, la condición 4, donde los participantes entienden el experimento tanto al principio como al final.

De los grupos que han experimentado cambios, el más numeroso es el de *Mejora*, (20%), mientras que en el grupo de *Retroceso* sólo encontramos a 11 personas (5.64%). Si se presta atención al primero de estos grupos, se puede ver que un gran porcentaje de participantes que habían avanzado en su comprensión lo habían hecho de forma gradual, desde una comprensión *En parte* del experimento hasta la comprensión total del mismo (58.97%). Las otras dos condiciones engloban el resto de casos en este grupo.

Al analizar la relación entre las Condiciones de cambio en la comprensión del experimento y las Tareas, el estadístico chi-cuadrado no muestra diferencias significativas ( $X^2 [8, N=195] = 9.236, p = .323$ ). Por lo tanto, no se puede establecer una relación entre la tarea que se resuelve y el hecho de comprender mejor o peor el experimento.

### 2.5.2.- Análisis de los errores en la comprensión del experimento

La tabla de frecuencias (Tabla 8) muestra que en la mayoría de los casos se comete algún error (97.9%), siendo mayor el número de participantes que cometen más de uno (62,5% del total de participantes).

Tabla 8: Frecuencia (porcentaje) de errores

<b>Errores</b>	<b>Frecuencia (porcentaje)</b>
<b>Ningún error</b>	2 (3.1)
<b>Sólo un error</b>	22 (34.4)
<b>Más de un error</b>	40 (63.5)
<b>Total</b>	64

Al realizar el análisis por *Condición de cambio*, se observó que el mayor número de errores (21) se producían en la condición de *Mejora 3* (En parte – Sí). Este número de errores era muy superior al del resto de las condiciones, donde el máximo fue de 13 errores en la condición 5 (No – No). De hecho, el estadístico chi-cuadrado reveló diferencias significativas entre el número de errores por condición de cambio,  $X^2 (16, N=62) = 35.88, p = .003$ . Sin embargo, cuando el análisis de errores se agrupó por tareas, no hubo diferencias significativas ( $X^2 [8, N=64] = 13.897, p = .084$ ), por lo que no se puede establecer una relación entre las tareas realizadas y el número de errores cometidos en las mismas.

Se analizaron a continuación los errores específicos cometidos por tarea para estudiar, ya no la cantidad, sino las características de los mismos (Tabla 9). Al realizar el análisis de varianza de los errores por tarea, se encontraron diferencias significativas en los errores 4, 5, y 6, ( $F [4, 59] = 9.44, p = .0001$ ;  $F [4, 59] = 5.71, p = .001$  y  $F [4, 59] = 31.52, p = .0001$ , respectivamente), que merece la pena analizar en detalle con los datos de la tabla 9.

El Error 4, *confusión de fases del experimento*, es el más frecuente de todos (17 participantes), y se da la mayoría de las veces en la Tarea 2, donde los participantes no diferencian bien entre las dos fases del experimento, mezclándolas entre sí. Esto puede ser explicado porque la gráfica correspondiente a esa tarea exige un esfuerzo extra de inferencia, ya que no es una representación directa del texto, como ocurre en las otras Tareas.

Tabla 9: Errores (porcentajes) en la comprensión del experimento por tareas

Grupos	Grupo 1: Errores de lectura		Grupo 2: Confusión en características generales del experimento			Grupo 3: Confusión en características específicas del experimento		Totales
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	
<b>T1</b>	4 (21.05)	2 (10.52)	<b>6</b> <b>(31.57)</b>	1 (5.26)	-	-	<b>6 (31.57)</b>	19 (16.52)
<b>T2</b>	3 (6.66)	6 (13.33)	6 (13.33)	<b>17</b> <b>(37.77)</b>	5 (11.11)	-	8 (17.77)	<b>45 (39.13)</b>
<b>T3</b>	3 (13.63)	1 (4.54)	3 (13.63)	2 (9.09)	<b>9 (40.9)</b>	-	4 (18.18)	22 (19.13)
<b>T4</b>	1 (11.11)	1 (11.11)	1 (11.11)	1 (11.11)	-	<b>5 (55.55)</b>	-	9 (7.82)
<b>T5</b>	3 (15)	3 (15)	3 (15)	1 (5)	<b>6 (30)</b>	1 (5)	3 (15)	20 (17.39)
<b>Totales errores<sup>b</sup></b>	14 (12.17)	13 (11.3)	19 (16.52)	<b>22</b> <b>(19.13)</b>	20 (17.39)	6 (5.21)	21 (18.26)	115
<b>Totales grupos<sup>b</sup></b>	27 (23.47)		<b>61 (53.04)</b>			27 (23.47)		

<sup>a</sup> Porcentajes calculados en función del total de errores de cada tarea

<sup>b</sup> Porcentajes calculados en función del total de errores de cada tipo

El Error 5, *confusión de grupos*, se produce la mayoría de las veces en la Tarea 3, donde los participantes tienden a confundir el número de patitos (uno solo o, como mucho un solo grupo) que siguen a los señuelos en diferentes periodos de tiempo. Una posible explicación de por qué se comete este error puede estar en el enunciado, donde se habla de “un grupo de patitos que recibían la experiencia de troquelado en distintos momentos después del nacimiento”, lo que puede dar pie a la confusión, ya que no hay una explicitación del número de grupos de patitos que realizan el experimento.

Por último, el Error 6, *comprensión de las condiciones por grupos* se da, en casi todas las ocasiones en las que aparece, en la Tarea 4 (sólo hay otro caso con este error, en la Tarea 5). Concretamente en la Tarea 4, los participantes que incurren en este error suelen

creer que el grupo que realiza el tratamiento de omisión recibe recompensa “cada vez que no aprietan la palanca”, lo que resulta muy curioso ya que, según esa lógica, estarían recibiendo recompensa la mayor parte del tiempo.

El resto de errores en las tareas se mueven en un intervalo de 1 a 6, además de dos grupos con 8 y 9 casos (E7, *error de lectura en la variable*, en la Tarea 2 y E5, *confusión de grupos*, en la Tarea 3). La Tarea 4 es la que presenta menos errores, con sólo nueve casos, donde además cinco de ellos son errores del tipo E6.

También se observa que el error más frecuente en el total de tareas es precisamente el E4 (19.13%), si bien los Errores 3, 5 y 7 se encuentran muy próximos, en un intervalo de entre el 16 y el 18%. Además, los participantes cometieron más errores del Grupo 2 (Confusión de las características generales del experimento) que del resto.

### 2.5.3.- Análisis de las ayudas en la comprensión del experimento

Como se ha comentado en el apartado del diseño del estudio, se analizaron también las ayudas ofrecidas por las entrevistadoras a los participantes para la comprensión de los experimentos de las tareas en todas las *Condiciones de cambio*. El análisis por condición reveló diferencias significativas en el número de ayudas, ( $X^2 [24, N=195] = 109.44, p = .0001$ ). Según la tabla de contingencia correspondiente, la mayoría de ayudas se dieron en la Condición 4 (Sí – Sí) pero, si ésta se descarta, entonces el mayor número (21) se concentra en la condición 3 de Mejora (En parte – Sí). En este caso, las diferencias también fueron significativas,  $X^2 (35, N=75) = 60.168, p = .005$ .

A continuación se analizaron las ayudas que se dieron según las tareas realizadas. Los resultados se muestran en la Tabla 10:

Tabla 10: Ayudas (porcentajes) en la comprensión del experimento por tareas

	T1	T2	T3	T4	T5	Totales <sup>b</sup>
Sin ayudas <sup>a</sup>	16 (41.03)	6 (15.38)	14 (35)	16 (41.03)	11 (28.94)	63 (30.30)
Sólo directivas	-	1 (2.56)	-	-	1 (2.63)	2 (1.03)
Sólo no directivas	<b>22 (56.41)</b>	15 (38.26)	<b>19 (47.5)</b>	<b>22 (56.41)</b>	<b>21 (55.26)</b>	<b>99 (50.76)</b>
Mixtas	1 (2.56)	<b>17 (43.59)</b>	7 (17.5)	1 (2.56)	5 (13.15)	31 (15.9)
Total	39	39	40	39	38	195

<sup>a</sup> Porcentajes calculados en función del total de ayudas por tarea

<sup>b</sup> Porcentajes calculados en función del total de ayudas

En la tabla 10 se observa que el 50% de las ayudas son exclusivamente No Directivas, así como que en la Tarea 2 hay más ayudas Mixtas (43.50%). El análisis estadístico revela

diferencias significativas entre el tipo de ayudas que reciben los participantes en cada tarea ( $X^2 [12, N=195] = 39.86, p = .0001$ ).

Para un análisis de mayor profundidad, se analizaron en primer lugar las ayudas recibidas por los participantes en la Condición de cambio 4 (Sí-Sí) ya que era la que agrupaba el mayor número de casos de toda la muestra (61.54% de las ayudas). Aunque la mitad de los participantes de esta condición no recibían ninguna ayuda, los que sí lo hacen siguen siendo el grupo más numeroso de toda la muestra, con casi un 30% de los casos totales. El análisis de varianza de las ayudas por tarea reveló diferencias que se acercaban al nivel significativo ( $p > .05$ ) en las Ayudas Directivas ( $F [4, 115] = 2.35, p = .058$ ). Esto puede ser explicado por su baja presencia en esta Condición, ya que no hay casos que reciban sólo ayuda Directiva y sólo uno en el que la ayuda es Mixta. Los otros casos reciben exclusivamente ayudas No directivas.

También hay diferencias significativas en este tipo de *ayudas* cuando el análisis de varianza de ayudas por tarea se realiza con los participantes correspondientes a las condiciones de Mejora ( $F [4, 34] = 2.79, p = .041 < .05$ ). Este valor, tan cercano al de significación, puede ser explicado porque el número de casos de ayudas Directivas y No directivas de tipo 2 (*Plantea preguntas de comprensión*) es de 21 en ambos tipos. Al explorar las ayudas Directivas por tarea, el estadístico  $X^2$  no reveló diferencias significativas ( $X^2 [4, N=39] = 9.66, p = .047$ ), aunque se acerca mucho al nivel de significación. En la tabla de contingencia correspondiente se puede ver que la Tarea 2 agrupa el mayor número de casos (9 de los 21 que reciben ayuda Directiva en condiciones de Mejora).

Por tanto, existen diferencias entre las ayudas recibidas por los participantes en las diferentes condiciones: en primer lugar, los participantes que habían entendido el experimento no parecen requerir ayudas Directivas en la resolución de sus tareas. Aquellos participantes que mejoran en su comprensión reciben ambos tipos de ayuda, si bien en los análisis se observó que los tipos de ayuda con más casos (21) son los que ofrecen aclaraciones, bien a las preguntas de comprensión (ayuda No directiva de Tipo 2) o bien sin haberlas demandado (ayuda Directiva). Por otro lado, la Tarea 2 es la que recibe, de forma significativa ( $X^2 [20, N=195] = 43.226, p = .002$ ), más ayudas en la muestra completa, 33 frente a las 27 que se reciben en la Tarea 5, o las 26 que se reciben en la Tarea 3. Por último, las tareas que menos ayudas reciben son la Tarea 1 y la Tarea 4, con 23 ayudas en total cada una.

## 2.6.- DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El objetivo principal de esta parte de la investigación era estudiar el grado de *comprensión* de los participantes respecto a los experimentos de las tareas, definiendo para ello varios aspectos relativos a dicha comprensión. En este apartado se exponen dos tipos de conclusiones, de acuerdo con los dos tipos de objetivos establecidos en el apartado 2.2. El primero, las conclusiones relacionadas directamente con la investigación, recoge en primer lugar las conclusiones generales, para después estudiar de forma más específica las implicaciones de determinados resultados. El segundo tipo de conclusiones son aquellas más personales, no ligadas directamente a los resultados de la investigación.

Las conclusiones generales son las siguientes: la mayoría de los participantes entendió completamente el experimento, aunque también la mayor parte cometió algún error en la comprensión, independientemente de la dificultad de la tarea que estuviesen resolviendo. Esta aparente contradicción en los resultados es fruto de que algunos errores afectaban a aspectos específicos de la comprensión del experimento, pero no a su comprensión global.

Resultaría interesante ver, cuando se realicen los análisis del proyecto principal, si existe relación entre la comprensión del experimento por parte de los participantes y su rendimiento en la interpretación de la gráfica. Por otro lado, no siempre que los participantes cometían errores recibían ayudas para solucionarlos, por lo que se considera que resultará más útil estudiar la eficacia de las ayudas que su frecuencia.

Las conclusiones específicas que se derivan de este trabajo se pueden dividir según los tres factores relativos a la comprensión: en el factor *Cambio en la comprensión del experimento*, fueron mayoría los participantes que avanzaron en su comprensión de una forma gradual, independientemente de la tarea que tuviesen que resolver. Es decir, resulta mucho más frecuente pasar de comprender el experimento *En parte* a comprenderlo totalmente, o no comprenderlo y avanzar hacia una comprensión *En parte*, que no comprenderlo en absoluto y llegar a una comprensión completa (sólo ocurre en 8 casos). Esto concuerda con las ideas de *andamiaje* y *ajuste en la ayuda*, donde los avances en la comprensión se dan de manera progresiva. Además, encontramos que los participantes que tuvieron un avance hacia la comprensión total del experimento (*En parte-Sí*) cometían significativamente más errores que el resto, lo cual puede tener relación con la idea de que los errores pueden ayudar en el aprendizaje, siempre y cuando se trabajen de la forma adecuada.

No se han encontrado diferencias en el número o tipo de errores que se comenten en cada tarea. No obstante, podemos pensar que este resultado se puede deber al tamaño de la muestra, ya que se observa una distribución diferente de los mismos según la tarea resuelta. Por ejemplo, los errores más frecuentes en la Tarea 1 fueron el *E3* (Error de comprensión en la puesta en marcha del experimento) y el *E7* (Error de lectura en la variable). Sin embargo, en la Tarea 2, el error más frecuente era confundir las fases del experimento (*E4*), mientras que en la Tarea 3 se tendía la mayoría de las veces a confundir los grupos del experimento (*E5*). Por último, en las Tareas 4 y 5, los errores más comunes eran el *E6* (Error en la comprensión de las variables inter-intra sujeto) y el *E5* (Confusión de los grupos del experimento), respectivamente.

Sin embargo, y considerando necesario tener en cuenta la idiosincrasia de los participantes para pensar en una mejora, lo más efectivo sería asegurar que se supera cada uno de estos errores para avanzar hacia la total comprensión del experimento, que pueda influir en una interpretación progresivamente más compleja.

El último aspecto estudiado han sido las *ayudas* recibidas a lo largo de la entrevista, diferenciadas en su frecuencia y tipo. Quizá, como se verá más adelante, esta sea la parte del trabajo más transferible a situaciones de enseñanza. En primer lugar, y en cuanto a la frecuencia, aquellos participantes que entendieron completamente el experimento o realizaron un avance en su comprensión (condición de cambio *En parte-Sí*) recibieron significativamente más ayudas que los demás participantes. Por este motivo, parece lícito concluir que las ayudas contribuían a una mejora en la comprensión del experimento. Como se ha comentado antes, no siempre que se incurría en errores se daban ayudas, por lo que no se puede establecer que las ayudas más frecuentes por tareas se correspondan con determinados errores. No obstante, existe una diferencia significativa entre las ayudas que reciben los participantes por tarea. Concretamente, es en la Tarea 2 donde recibían significativamente más ayudas. Se debe señalar que, según los resultados de investigaciones anteriores del equipo, la Tarea 2 parece ser bastante más difícil que el resto. Esto se corrobora tanto si se mide en términos de ayudas recibidas como de errores cometidos, ya que es también en la Tarea 2 donde se encuentra el error más frecuente (*E4*, confusión de fases del experimento) entre los participantes que han mejorado en su comprensión del experimento.

El tipo de ayudas recibidas por los participantes variaba dependiendo de si el grupo que se estudia es el de los que mejoran en su comprensión, o el de aquellos que entienden el

experimento tanto al principio como al final. Dentro de este último grupo, los participantes reciben casi de forma exclusiva ayudas No directivas. En el futuro, una vez obtenidas las puntuaciones sobre el rendimiento de los participantes en las tareas, resultará interesante estudiar si existe una relación entre dicho rendimiento y el tipo de ayudas recibidas, en línea con lo encontrado por Seufert (2003) en sus investigaciones (véase Revisión Teórica), donde los participantes obtienen mejores puntuaciones cuando reciben ayudas No Directivas.

Puede que el grupo de participantes que mejoran de forma gradual su comprensión sobre el experimento sea el más informativo en cuanto al tipo de ayudas que hacen mejorar dicha comprensión. Este grupo recibe de forma significativa más ayudas Directivas y No directivas de tipo 2 (Respuesta de dudas), que tienen un objetivo “aclaratorio”, ya que en ambos casos se resuelven las dudas de los participantes, ya sea sin haberlo demandado (ayuda Directiva) o habiéndolo hecho (ayuda No directiva tipo 2). En este sentido, podemos concluir que los participantes avanzan más en su comprensión cuando se aportan aclaraciones, que mediante otro tipo de ayudas que implican más reflexión por su parte. Concretamente en la Tarea 2, considerada la más difícil, los participantes reciben de forma significativa más ayudas Directivas. Resultaría interesante estudiar qué rendimiento en las tareas han obtenido los participantes que recibían ayudas No Directivas de tipo más reflexivo o complejo, ya que este tipo de ayudas resultan útiles para que los participantes sean más conscientes de su propio conocimiento, pudiendo influir así en la gestión del mismo. Sin embargo, es necesario tener en cuenta, a la hora de interpretar los resultados, que la formación de los estudiantes que participaron en el experimento era similar. Puede que, si la investigación se hiciese con alumnos cuyos grados de conocimiento variasen, la eficacia de las distintas ayudas también fuese diferente.

En conclusión, sólo se puede afirmar de forma categórica que los participantes suelen cometer errores en su comprensión, así como que las ayudas no influyen de forma negativa en la comprensión del experimento. Pero además, los resultados obtenidos inducen a pensar que hay una serie de errores, que se cometen en la comprensión de estos experimentos, que no están relacionados con el contenido de las tareas, así como la existencia de unos tipos de ayudas más eficaces que otras. Si se identifican los errores cometidos por los participantes y se aportan las ayudas de forma conveniente, se podrá influir en la reflexión y la comprensión más completa de los experimentos, que a su vez podría mejorar el rendimiento de los participantes en la resolución de las tareas. En esta

línea se plantea la investigación sobre la comprensión del experimento descrita en la Parte 3 de este trabajo, esperando que los resultados puedan ayudar a los docentes a gestionar las dificultades de los estudiantes en la interpretación de gráficas.

Para finalizar este apartado, se exponen las conclusiones referidas a los objetivos personales (no estrictamente relacionados con la investigación), recogidos en el apartado 2.2.2 de este trabajo. A lo largo del prácticum y la realización del TFM, he podido, como esperaba, ampliar los conocimientos adquiridos sobre el análisis de entrevistas, aprendiendo a destacar, gracias al grupo de acuerdo interjueces, la información más relevante para el análisis y categorizarla de forma correcta (o al menos, en la línea de la investigación). Además, el trabajo estadístico con el SPSS me ha ayudado a recuperar conocimientos que hacía tiempo que no utilizaba, así como adquirir otros nuevos. Sin embargo, me sigue resultado algo “frustrante” la necesidad de contabilizar y analizar los resultados en términos de significatividad, frecuencias y porcentajes, ya que creo que se pierden matices, que pueden ser interesantes, al intentar resumir la cantidad ingente de información que aportan este tipo de investigaciones. Claro que esta forma de trabajo es lógica cuando se intentan obtener unos resultados generales que puedan ser útiles para una mayoría de la población, sin atender a especificidades.

En cuanto mi curiosidad sobre la forma de trabajo en la investigación profesional, he podido comprobar que, una vez que se alcanza un grado de formación específica, parece que el trabajo cooperativo tiene unas funciones más claras y una forma de trabajo más eficaz, debido a la implicación de los componentes de los equipos de investigación. Esto me ha resultado muy satisfactorio, ya que no es necesario dejar de lado planos personales para conseguir una “seriedad” en el trabajo.

## **PARTE 3: INVESTIGACIÓN SOBRE LA COMPRENSIÓN DEL EXPERIMENTO**

### **3.1.- OBJETIVOS**

El objetivo principal de este proyecto es analizar si la mejora en la comprensión de los textos que describen los experimentos relacionados con las representaciones gráficas influye o no en un mejor rendimiento en la interpretación de las mismas. Para ello, el proyecto trata de solucionar, mediante diferentes tipos de ayudas, los errores que cometen los participantes en su comprensión en base a los detectados en el trabajo descrito en la Parte 2. De forma específica, se persiguen los siguientes objetivos:

- Estudiar los errores que cometen los participantes en su comprensión del experimento.
- Aportar diferentes tipos de ayudas para estudiar la eficacia de las mismas y su relación con el rendimiento en la resolución de la tarea.

### **3.2. - MÉTODO**

#### *3.2.1.- Participantes*

La muestra se compondrá de 100 estudiantes de Psicología que hayan cursado las asignaturas de Análisis de Datos I y II, Psicometría y Diseño de Investigaciones. Los participantes serán asignados aleatoriamente a una de las cinco condiciones del experimento, cada una de las cuales estará compuesta por 20 estudiantes. Habrá un grupo control y cuatro experimentales.

#### *3.2.2.- Materiales y tareas*

Las tareas utilizadas para este experimento serán las mismas que las planteadas por el equipo de investigación en su proyecto en la condición de *contenido psicológico*, y utilizadas también en este Trabajo de Fin de Máster.

La entrevista se dividirá en varias fases, excepto en el caso del Grupo Control, que realizará directamente la entrevista. En la primera, común a todos los grupos, se estudiará la comprensión de los textos que acompañan a las representaciones gráficas. En la segunda fase, se aportarán ayudas según las diferentes condiciones por grupo. El resto de la entrevista seguirá el mismo esquema que la investigación inicial de Pérez-Echeverría, Postigo, de Dios y Marín que ha dado lugar a este TFM (ver Guion en Anexo I). En la primera fase, a los participantes se les hará la pregunta “¿en qué consiste el experimento, podrías explicármelo?”. En esta fase se tratará de estudiar los factores generales de cada

experimento, ya que todos tienen un desarrollo, unas fases diferenciadas... es decir, la estructura general de los experimentos, sin entrar en los contenidos de cada uno de ellos.

A medida que los participantes vayan comentando el desarrollo, la estructura o las variables del experimento, los entrevistadores anotarán, con la ayuda de la Tabla 11, si se entienden o no diferentes aspectos relativos a los principales errores en la comprensión detectados en la Parte 2 de este trabajo.

Tabla 11: Factores relativos a la comprensión del experimento

<b>Factores/comprensión</b>	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>No hace referencia</b>
<b>Lee bien el enunciado</b>			
<b>Lee bien los ejes de la gráfica</b>			
<b>Comprende el desarrollo del experimento</b>			
<b>Diferencia de forma correcta las fases del experimento</b>			
<b>Diferencia de forma correcta los grupos del experimento</b>			
<b>Diferencia de forma correcta las condiciones según los grupos</b>			
<b>Comprende en qué consiste/n la/s variable/s del experimento</b>			
<b>Resuelve otros errores detectados (especificar)</b>			

Una vez animados a decir todo lo que quieran sobre el experimento y recogida la información sobre la comprensión, se pasará a la siguiente fase, donde cada grupo recibirá diferentes tipos de ayuda. Estas ayudas se basarán en la clasificación comentada de Seufert (2003), por lo que se dividirán en *Directivas* y *No directivas*. Los tipos de ayudas propuestas derivan de los errores encontrados en la Parte 2 de este trabajo de investigación, teniendo como objetivo superar los mismos para estudiar si influyen o no en una lectura más completa de la gráfica. A continuación se describen las ayudas para los distintos grupos:

*Grupo Control:* A los participantes no se les pregunta sobre el experimento y pasan directamente a la resolución de la tarea.

*Grupo 1:* Los participantes responden a la pregunta “¿en qué consiste el experimento, podrías explicármelo?” y son animados a desarrollarla en su totalidad. A continuación, se pasará a la siguiente fase de lectura de la gráfica sin insistir en la comprensión, aunque los entrevistadores perciban que no se ha comprendido el experimento.

*Grupo 2:* Los participantes responden a la pregunta “¿en qué consiste el experimento, podrías explicármelo?” y son animados a desarrollarla en su totalidad. Con la ayuda de la Tabla 11, los entrevistadores podrán detectar si hay algún error en la comprensión del mismo. Si los hay, se les aportarán ayudas generales en función del error cometido con el objetivo de que los estudiantes avancen en su razonamiento hacia la comprensión. La

Tabla 12 expone los errores más comunes detectados y las ayudas que aportarán las entrevistadoras.

Tabla 12  
Ayudas generales para los errores

Error	Ayuda general
<b>E1: error de lectura del enunciado</b>	Se pide a los participantes que expliquen con sus palabras qué expone el enunciado
<b>E2: Error de lectura en la gráfica</b>	Se pide a los participantes que expliquen con sus palabras qué representa el texto de los ejes
<b>E3: Error de comprensión en la puesta en marcha del experimento</b>	Se pide a los participantes que expliquen cómo se desarrolla el experimento
<b>E4: Confusión de fases del experimento</b>	Se pide a los participantes que expliquen cuáles son las diferentes fases del experimento
<b>E5: Confusión de grupos</b>	Se pide a los participantes que expliquen si hay grupos, cuántos hay y (si es posible) el número de participantes de cada grupo
<b>E6: Comprensión de las diferentes condiciones por grupos</b>	Se pide a los participantes que diferencien qué es lo que ocurre en las diferentes condiciones del experimento
<b>E7: Error de lectura en la variable</b>	Se pide a los participantes que expliquen en qué consiste la/s variable/s del experimento

Una vez hechas estas preguntas, intentando con ellas que los participantes mejoren su comprensión del experimento, se pasará a la siguiente fase de lectura de la gráfica, aunque los entrevistadores perciban que no se ha terminado de comprender el experimento a pesar de sus preguntas.

*Grupo 3:* Los participantes responden a la pregunta “¿en qué consiste el experimento, podrías explicármelo?” y son animados a desarrollarla en su totalidad. Con la ayuda de la Tabla 11, los entrevistadores podrán detectar si hay algún error en la comprensión del mismo. Si los hay, se les aportarán ayudas específicas *No directivas* en función del contenido con el objetivo de que los estudiantes avancen en su razonamiento hacia la comprensión del experimento haciendo explícitos los errores cometidos. Estas ayudas específicas se recogen en la Tabla 13 junto con las del Grupo 4.

*Grupo 4:* Los participantes responden a la pregunta “¿en qué consiste el experimento, podrías explicármelo?” y son animados a desarrollarla en su totalidad. Con la ayuda de la Tabla 11, los entrevistadores podrán detectar si hay algún error en la comprensión del mismo. Si los hay, se les aportarán ayudas específicas *Directivas* en función del contenido con el objetivo de que los estudiantes avancen en su razonamiento hacia la comprensión

del experimento mediante la explicación de las entrevistadoras. Estas ayudas (y las del Grupo 3) se presentan en la Tabla 13.

Tabla 13  
Ayudas específicas según errores

Error	Ayudas específicas	
	No directivas	Directivas
<b>E1: error de lectura del enunciado</b>	Se les hacen preguntas a los participantes sobre el contenido del enunciado, tales como “¿en qué se mide el tiempo?” (referido al error en la T1, donde confunden semanas con meses)	Se explica a los participantes qué es lo que expone el enunciado, haciendo hincapié en aspectos donde pueda haber errores de lectura (categorías de variables, medidas de tiempo, etc.)
<b>E2: Error de lectura en la gráfica</b>	Se les hacen preguntas a los participantes sobre el texto de los ejes de la gráfica, como “¿qué se representa en el eje X?” (referido al error en la T1, donde confunden semanas con meses)	Se explica a los participantes el significado del texto de los ejes, haciendo hincapié en los aspectos donde pueda haber errores de lectura (categorías de variables, medidas de tiempo, etc.)
<b>E3: Error de comprensión en la puesta en marcha del experimento</b>	Se les hacen preguntas a los participantes sobre la dinámica del experimento, como “¿qué hacen primero los participantes? ¿Y después?” (referido al error en la T2, donde los participantes no comprenden la secuencia espera-recompensa-extinción)	Se explica a los participantes cómo se desarrolla el experimento.
<b>E4: Confusión de fases del experimento</b>	Se les hacen preguntas a los participantes sobre las fases del experimento, como “¿qué ocurre con las ratas en la primera fase? ¿Qué les hacen después?” (referido al error de la T2, donde los participantes tienen problemas para diferenciar entre la fase de condicionamiento y la de extinción)	Se explica a los participantes qué es lo que ocurre en cada fase de forma diferenciada
<b>E5: Confusión de grupos</b>	Se les hacen preguntas a los participantes sobre los grupos del experimento, como “¿hay un patito o varios grupos de patitos?” “¿cuántos?” (referido a la T3, donde los participantes comenten errores al pensar que es un solo patito al que se le realizan las mediciones)	Se les explica a los participantes si hay diferentes grupos, cuántos y de cuántos participantes se compone cada uno.
<b>E6: Comprensión de las diferentes condiciones por grupos</b>	Se les hacen preguntas a los participantes sobre las diferencias entre las condiciones, como “¿en qué se diferencia la condición de extinción de la de emisión? ¿qué les hacen a las ratas en la fase de extinción? ¿Y en la de omisión?” (referido a la T4, donde los participantes creen que en la fase de omisión se premia la no-conducta)	Se les explica a los participantes qué es lo que ocurre en cada una de las condiciones del experimento
<b>E7: Error de lectura en la variable</b>	Se les hacen preguntas a los participantes sobre el significado y la función de la/s variable/s del experimento, como “¿qué representa la variable velocidad?” (referido a la T2, donde los participantes confunden la velocidad con el tiempo)	Se les explica a los participantes cómo funciona/n la/s variable/s en el experimento

Una vez hechas estas preguntas, intentando con ellas que los participantes mejoren su comprensión del experimento (insistiendo si es necesario en alguna ocasión), se continuará con el resto de la entrevista sobre comprensión de gráficas, explorando las categorías que

recoge la Tabla 2 a través de la entrevista semiestructurada utilizada en el trabajo inicial (ver Guion en Anexo I).

### 3.2.3.- Procedimiento

20 de los estudiantes recibirán diferentes tipos de ayudas para la comprensión en los diferentes grupos (Control, Grupo 1 y Grupo 2) en la resolución de sus cinco tareas.

### 3.2.4.- Método de análisis

El diseño cuenta con una variable independiente (Tipo de ayuda) y dos dependientes (*Mejora en la comprensión* y *Rendimiento de los participantes* en la tarea). La variable *Rendimiento de los participantes* será definida, como en las anteriores investigaciones, mediante las puntuaciones obtenidas por los participantes en la resolución de las tareas. La variable *Mejora en la comprensión* se definirá de la misma manera que se hizo en la categorización de las *Condiciones de cambio*, combinando las categorías *Sí*, *No* y *En parte* de las fases de *Comprensión inicial* y *final* del experimento. Con la ayuda de la Tabla 14, los entrevistadores podrán valorar la eficacia de las ayudas aportadas. Se someterán estos análisis a un acuerdo interjueces tanto para comprobar la adecuación de las categorías como para una mejor valoración de las entrevistas de los participantes.

Tabla 14  
Evaluación de la eficacia de las ayudas

Grupo	Errores	Ayudas			Comprensión del experimento		Mejora	
		No	Sí		Inicial	Final	Sí	No
			Generales	No Directivas				
Control		*	*	*				
G1			*	*				
G2		*		*				
G3		*	*					
Control		*	*	*				
G1			*	*				
G2		*		*				
G3		*	*					

\* No se contempla este tipo de ayudas en este grupo

### 3.2.5.- Resultados esperados

Una vez estudiada la comprensión inicial y final del experimento, se establecerá que las ayudas han sido eficaces en los casos en los que exista una *Mejora* (si los participantes avanzan en su comprensión del experimento). Tras obtener estos resultados, además de las puntuaciones de rendimiento en las tareas, se estudiará, mediante análisis estadísticos tales

como tablas de contingencia, pruebas chi-cuadrado y análisis de varianza (ANOVAs), si existe la relación esperada entre la mejora en la comprensión del experimento del que deriva la gráfica y el rendimiento en la tarea.

Esta investigación, en sí misma, resulta difícil de trasladar al plano instruccional. No obstante, en el caso de que los resultados sean los esperados (si se detectan los errores y se dan ayudas ajustadas, se mejora la comprensión, influyendo además en el rendimiento general de la tarea), se puede establecer una serie de indicadores que ayuden a los docentes a detectar los errores que cometen sus alumnos. Una vez identificados, será más fácil aportar ayudas que permitan al alumnado a mejorar su comprensión. Además, éste método puede ser útil para que los docentes sean más conscientes de su propia comprensión de las gráficas –qué es lo que hace que las vean de forma más *transparente*-, influyendo quizás en la forma en la que transmiten el conocimiento a sus alumnos. Por otro lado, recordando lo expuesto en la revisión teórica de este trabajo, no debemos olvidar que las gráficas, además de herramientas de transmisión del conocimiento, constituyen un sistema de conocimiento en sí mismo. Entonces, podemos pensar que las ayudas que resulten eficaces para la comprensión de una gráfica con contenidos determinados, pueden ser también generalizables para la mejora de la comprensión del sistema de gráficas en sí.

Resulta cuanto menos curioso que, con la cantidad de trabajos que se han realizado en relación a la comprensión de gráficas, ninguna se haya centrado en investigar si los participantes entendían lo que se les pedía, o en qué había consistido el experimento sobre el que se les planteaban las tareas. Considero, por tanto, que este trabajo puede abrir una línea de investigación situada en la base de la interpretación de las gráficas. Además, si se asegura que los participantes de los trabajos sobre gráficas entienden perfectamente cuál es el contexto en el que se sitúa la gráfica, se podrá determinar que los resultados están relacionados directamente con cómo han comprendido o interpretado la gráfica, y no quedará la duda de si las bajas puntuaciones son debidas a la no comprensión de la tarea o el contexto.

Para terminar este Trabajo de Fin de Máster, me gustaría destacar que he disfrutado mucho colaborando con el equipo de investigación, tanto por la efectividad del trabajo en sí como por la ayuda de mis tutoras y su implicación para que este trabajo saliese adelante. A pesar de que mi especialización en el Máster no estuviese relacionada con la instrucción, es algo que siempre me ha interesado, por lo que la realización de este trabajo ha sido una gran experiencia.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ainley, J. (2000) Transparency in graphs and graphing tasks: an iterative design process. *Journal of Mathematical Behavior*, 19, 365-384.
- Arteaga, P., Batanero, C., Cañadas, G. R. & Contreras, J.M. (2011). Las tablas y gráficos estadísticos como objetos culturales. *Números. Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 76, 55–67.
- Balchin, W., & Coleman, A. (1965). Graphycacy should be the fourth ace in the pack. *The Times Educational Supplement*, 5. November. (Reimpreso en: J. Bale, N. Graves & R. Walford (Eds.) *Perspectives in geographical education*. Edinburgh: Oliver and Boyd, 1974.
- Bertin, J. (1983). *Semiology of graphics*. Madison: University of Wisconsin Press.
- Carswell, S. M., & Wickens, C. D. (1987). Information integration and the object display: An interaction of task demands and display superiority. *Ergonomics*, 30, 511-527.
- Cleveland, W. S. & McGill, R. (1984). Graphical perception: Theory, experimentation, and application to the development of graphical methods. *Journal of the American Statistical Association*, 77, 541-547
- Eckhardt, A. Probst, A. & Schnotz, W. (2001). *Instructional guidance and self-regulation in knowledge acquisition from multimedia*. Artículo presentado en el encuentro anual de la European Association for Research in Learning and Instruction, Padova, Italia.
- Friel, S., Curcio, F. & Bright, G. (2001). Making sense of graphs: critical factors influencing comprehension and instructional implications. *Journal for Research in Mathematics Education* 32(2), 124-158.
- García García, J. J. (2005) El uso y el volumen de información en las representaciones gráficas cartesianas presentadas en los libros de texto de ciencias experimentales. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 23 (2), 181-200.
- Leinhardt, G. Zaslavsky, O. & Stein, M. K. (1990). Functions, Graphs, and Graphing: Tasks, Learning, and Teaching. *Review of Educational Research*, 60 (1), 1-64.

- Martí, E. Gabucio, F, Enfedaques, J., & Gilabert, S. (2010). Cuando los alumnos interpretan un gráfico de frecuencias. Niveles de comprensión y obstáculos cognitivos. *Revista IRICE*, 21, 65-80.
- Pérez Echeverría, M. P & Scheuer, N. (2009). External representations as learning tools. In C. Andersen, N. Scheuer, M. P. Pérez Echeverría & E. V. Teubal, (Eds.). *Representational systems and practices as learning tools in different fields of knowledge*, (00-00). Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers.
- Pérez Echeverría, M. P., Pecharromán, A. & Postigo, Y. (2007). Los sistemas de representación externa en el aprendizaje: la habilidad para traducir información a distintos formatos. En J. I. Pozo & F. Flores. (Coords.) (2007). *Cambio conceptual y representacional en el aprendizaje y la enseñanza de la ciencia*. (pp. 107-124). Madrid: Antonio Machado.
- Pérez Echeverría, M. P., Postigo, Y., López Manjón, A. & Marín, C. (2009). Aprender con imágenes e información gráfica. En J. I. Pozo & M. P. Pérez Echeverría (Coords.), *Psicología del aprendizaje universitario: la formación en competencias*. (pp. 134-148). España: Morata.
- Pérez Echeverría, M. P., Postigo Angón, Y. & Pecharromán, A. M. (2009). Graphicacy university students' skills in translating information. En C. Andersen, N. Scheuer, M. P. Pérez Echeverría, & E. V. Teubal. (Eds.) *Representational systems and practices as learning tools* (pp. 209-224). Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers.
- Pérez Echeverría, M. P., Martí, E. & Pozo, J. I. (2010). Los sistemas externos de representación como herramientas de la mente. *Cultura y Educación*, 22 (2), 133-147.
- Pérez Echeverría, M. P. Postigo, Y. & Marín, C. (2013). Student's handling of graphs at the university level. En B. Brizuela y B. E. Gravel, (Eds.). *Show me what you know. Exploring representations across STEM disciplines*. (pp. 71-85). New York: Teacher College Press, Columbia University.
- PISA 2009 Programa para la Evaluación Internacional de los Alumnos OCDE INFORME ESPAÑOL, <http://iaqse.caib.es/documents/aval2009-10/pisa2009-informe-espanol.pdf> recuperado el 3 de julio de 2014.

- Postigo, Y. & Pozo, J. I. (2000). Cuando una gráfica vale más que 1000 datos: Interpretación de gráficas por alumnos adolescentes. *Infancia y Aprendizaje*, 90, 89-110.
- Postigo, Y., Pérez Echeverría, M.P & Marín, C. (2010). ¿Cómo usan y comprenden los gráficos los estudiantes universitarios? *Revista IRICE*, 21,81-94.
- Pozo, J. I. & Martí, E. (2000). Más allá de las representaciones mentales: la adquisición de los sistemas externos de representación. *Infancia y Aprendizaje*, (90), 11-30.
- Pozo, J. I., Scheuer, N., Mateos, M. & Pérez Echeverría, M. (2006). Las concepciones de los profesores de educación primaria sobre la enseñanza y el aprendizaje. En J. I. Pozo, N. Scheuer, M. P. Pérez Echeverría, M. Mateos, E. Martín, & E. de la Cruz, *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje* (pp. 171-188). Graó: Barcelona.
- Real Decreto 1513/2006, de 7 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria. <http://www.boe.es/boe/dias/2006/12/08/pdfs/A43053-43102.pdf>, recuperado el 3 de julio de 2014.
- Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria. <http://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2007-238>, recuperado el 3 de julio de 2014.
- Roth, W. M. & Bowen, G. M. (2003). When are graphs worth ten thousand words? An expert-expert study. *Cognition and instruction*, 21 (4), 429-273.
- Roth, W. M. Pozzer-Ardenghi, L. & Han, J. Y. (2005). *Critical graphicacy* (Vol. 26). Netherlands: Springer. ISBN 1-4020-3375-3.
- Schnotz, W. (1993). On the relation between dual coding and mental models in graphics comprehension. *Learning and Instruction*, 3, 247-249.
- Seufert, T. (2003). Supporting coherence formation in learning from multiple representations. *Learning and Instruction*, 13 (2), 227-237.
- Shah, P., Freedman, E. G. & Vekiri, I. (2005). The comprehension of quantitative information in graphical displays. En P. Shah, & A. Miyake, (Eds.), *The Cambridge handbook of visuospatial thinking*. (pp. 426-476). Cambridge: Cambridge University Press.

Wainer H. (1992): Understanding graphs and tables. *Educational Research*, 21 (1) 14-23.

Wood, D. J., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychiatry and Psychology*, 17(2), 89-100.

Zacks, J. & Tversky. B. (1999). Bars and lines: A study of graphic communication. *Memory and Cognition*, 27, 1073-1079.

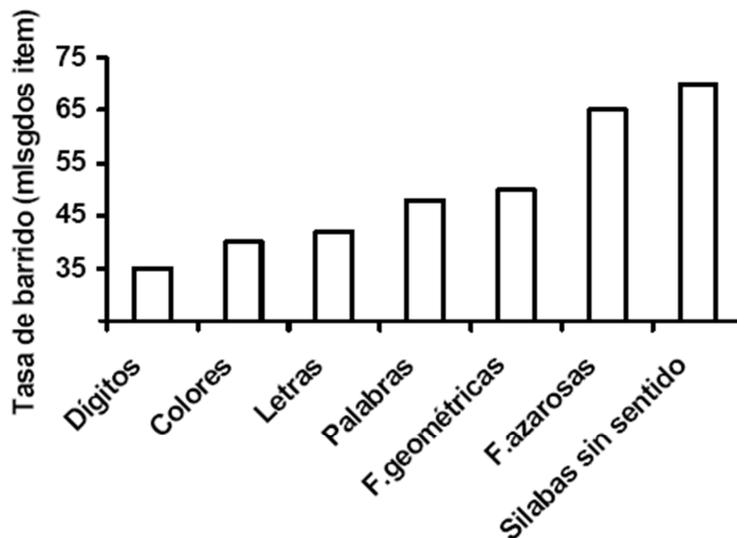
## ANEXOS

### ANEXO I: TAREAS IP

#### Tarea 1-IP

CAVANAGH (2002) analizó la memoria a corto plazo a través de una tarea denominada “barrido de memoria”. En esta tarea experimental el participante leía un conjunto de uno a seis dígitos mostrados durante dos segundos. Después de otros dos segundos, se presentaba un dígito de prueba. La tarea del participante consistía en apretar el botón “sí” cuando había concordancia entre el número de prueba y alguno de los dígitos del conjunto memorizado y apretar el botón “no” cuando no había concordancia. Utilizando diversos tipos de estímulos (dígitos, colores, letras, palabras, formas geométricas, formas azarosas y sílabas sin sentido) registro los tiempos promedio (tasa de barrido) en milisegundos que se tardaba en responder por ítem.

Sus resultados aparecen representados en la gráfica siguiente:

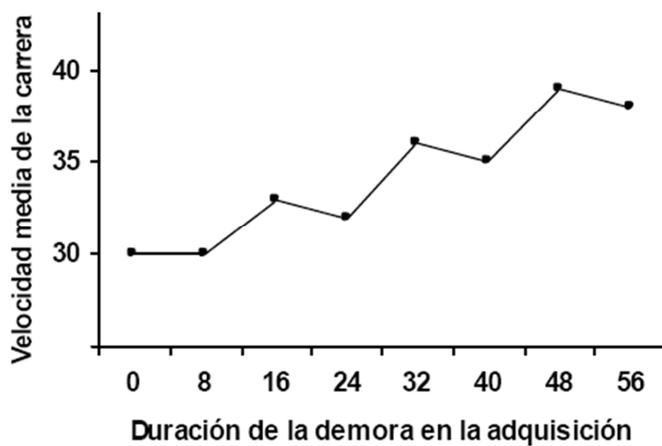


- 1.- Basándote en la gráfica, explica por escrito cuáles son los principales resultados de este experimento.
- 2.- Comenta en que te has basado (información, conocimientos, etc..) para elaborar tu explicación.

## Tarea 2-IP

KNOUSE Y CAMPBELL (1991) realizaron un experimento para analizar el efecto de la demora parcial de la recompensa en el momento de adquirir una conducta para la facilidad de extinción de la misma. Entrenaron a unas ratas para que consiguieran comida recorriendo un pasillo recto. En la mitad de los ensayos de la fase de adquisición la recompensa se demoró durante 0, 8, 16, 24, 32, 40, 48 ó 56 segundos. En la segunda fase del experimento se llevó a cabo la extinción, siendo confinados los animales en la caja meta durante 15 segundos, sin recibir la recompensa.

Sus resultados aparecen representados en la gráfica siguiente:

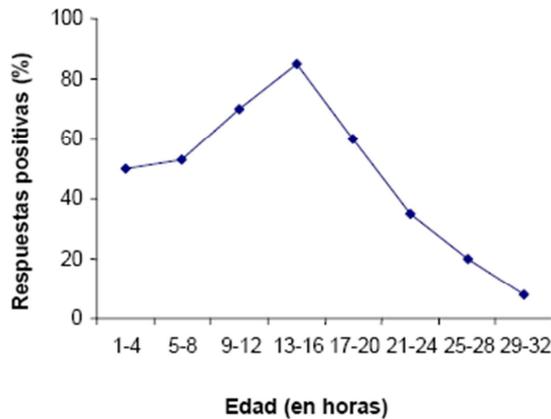


- 1.- Basándote en la gráfica, explica por escrito cuáles son los principales resultados de este experimento.
- 2.- Comenta en que te has basado (información, conocimientos, etc..) para elaborar tu explicación.

## Tarea 3-IP

Hess (1980) realizó una investigación sobre el troquelado. Para ello seleccionó un grupo de patitos que recibían la experiencia de troquelado en distintos momentos después del nacimiento. La tarea consistía en seguir a un señuelo por un pasillo circular durante 10 minutos.

Los resultados del experimento se muestran en la gráfica siguiente:

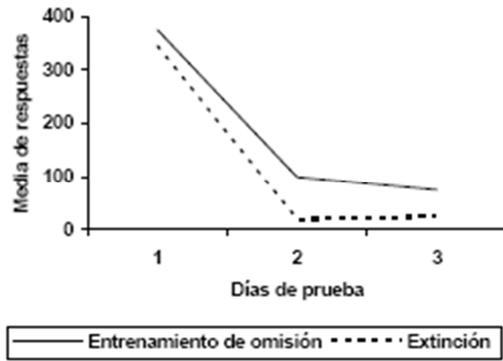


- 1.- Basándote en la gráfica, explica por escrito cuáles son los principales resultados de este experimento.
- 2.- Comenta en qué te has basado (información, conocimientos, etc...) para elaborar tu explicación.

#### **Tarea 4-IP**

UHL Y GARCÍA (1996) realizaron una investigación cuyo objetivo era comparar la efectividad relativa de la extinción y del entrenamiento de omisión en la supresión de una conducta. Los investigadores realizaron un experimento en dos fases. En la primera fase, dos grupos de ratas aprendían a pulsar una palanca para obtener comida, siguiendo en ambos casos el mismo diseño experimental de aprendizaje. En la segunda fase, el grupo 1 recibió un procedimiento normal de extinción, consistente en la no presentación de la comida tras la respuesta (no refuerzo). El grupo 2 recibió un entrenamiento de omisión en que además de no ser reforzados tras la respuesta, obtenían comida cuando no apretaban la palanca durante un cierto período de tiempo (permanecían pasivos).

Sus resultados aparecen representados en la gráfica siguiente:

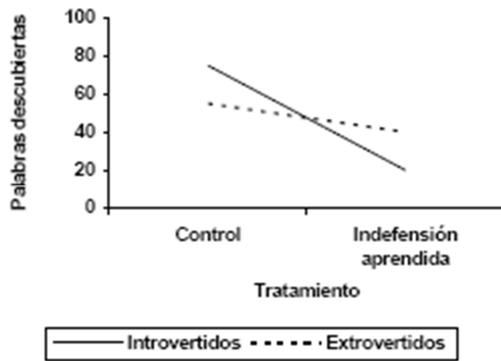


- 1.- Basándote en la gráfica, explica por escrito cuáles son los principales resultados de este experimento.
2. Comenta en que te has basado (información, conocimientos, etc..) para elaborar tu explicación.

### Tarea 5-IP

FERRANDIZ, OLEA Y PARDO (1985) analizaron la relación entre rasgos de personalidad (introversión-extroversión) y rendimiento en una tarea de aprendizaje que exigía gran esfuerzo y concentración en condiciones normales o condiciones de “indefensión aprendida”. Pasaron una prueba de introversión- extroversión y eligieron al azar 10 estudiantes entre los que superaron el percentil 75 (extrovertidos) y 10 entre los que estuvieron por debajo del percentil 25 (introvertidos). A su vez la mitad de cada uno de los grupos fue asignado aleatoriamente a una condición experimental. El grupo 1 estaba formado por cinco extrovertidos y cinco introvertidos que realizaron una tarea en la que no hubo ninguna relación entre sus respuestas y los refuerzos obtenidos (grupo de indefensión aprendida). El grupo 2, formado también por cinco extrovertidos y cinco introvertidos, constituyeron el grupo control y no se les indujo ningún tipo de situación frustrante previamente. Posteriormente todos los participantes de ambos grupos debían buscar palabras sobre el cuerpo humano en una sopa de letras durante 3 minutos y 30 segundos.

Sus resultados aparecen representados en la gráfica siguiente:



- 1.- Basándote en la gráfica, explica por escrito cuáles son los principales resultados de este experimento.
- 2.- Comenta en que te has basado (información, conocimientos, etc..) para elaborar tu explicación.

## ANEXO II: GUIÓN DE LA ENTREVISTA

Inicio: Instrucciones generales: nombre, edad, curso, (número de créditos, etc.)

“Estamos trabajando en cómo la gente lee e interpreta la información gráfica. Te vamos a mostrar una serie de gráficas relativamente sencillas. Tu tarea consiste en leer la información que se te da en las instrucciones y contestar a las preguntas que vienen a continuación. Lo que nos interesa saber sobre todo es en qué aspectos te basas para obtener tus conclusiones. Por ese motivo te pedimos que, en la medida de lo posible, pienses en voz alta mientras realizas la tarea. Vamos a grabar todo aquello que vayas diciendo y también anotaremos las cosas que vayas haciendo. Tómate el tiempo que necesites, no hay ningún límite en este sentido, aunque nosotros anotaremos cuánto tardas”.

Anotaciones del tiempo: cuándo se le entrega la tarea, lectura, comienza a hacer o decir algo para intentar resolverla, tiempo total de cada tarea.

Anotaciones sobre acciones: señala datos, hace cuentas, vuelve a leer de nuevo etc. y todo elemento de manipulación que pueda servir.

Interpretación de las tareas:

“Explica los resultados” (todo lo que no queda claro de la explicación se le va preguntando).

“¿En qué te has basado para esos resultados? Queremos que nos indiques lo más detalladamente posible que has pensado y que has ido haciendo, recordando, relacionando

para llegar a tu conclusión.” (Si no lo dice preguntar por la información que proporciona eje de abscisas, de ordenadas la leyenda etc.)

“¿En qué te ha ayudado el texto?”

“¿Te parece que la gráfica está bien hecha? ¿Por qué? ¿Harías otra representación con estos mismos resultados?” (si no dice nada líneas, quesitos...)

“Te parece que es suficiente para explicar el resultado ¿por qué?”

“¿Crees que el efecto aquí descrito es habitual? ¿Podrías contárnoslo con tus propias palabras? De acuerdo con tus conocimientos sobre el contenido, ¿crees que estos datos responden a lo que ocurre en realidad, ¿por qué? ¿Recuerdas alguna investigación similar? ¿Los datos eran semejantes?”

ANEXO III: RESUMEN DE LOS GRUPOS DE CADA ANÁLISIS (por *Condición de cambio*)

Análisis de	Según	Condición/es de análisis
Errores	Condición	Todas excepto Condición 4 (Sí-Sí) y <i>Retroceso</i>
	Frecuencia	Todas excepto Condición 4 (Sí-Sí) y <i>Retroceso</i>
	Tarea	Todas excepto Condición 4 (Sí-Sí) y <i>Retroceso</i>
	Tipo (1 ó + errores)	Todas excepto Condición 4 (Sí-Sí) y <i>Retroceso</i>
Ayudas	Condición	Todas
		Todas excepto Condición 4 (Sí-Sí)
		Sólo 4
	Frecuencia	Todas
		Todas excepto Condición 4 (Sí-Sí)
		Sólo 4
	Tarea	Todas
		Todas excepto Condición 4 (Sí-Sí)
		Sólo 4
	Tipo (directiva/no directiva/mixta)	Todas
		Todas excepto Condición 4 (Sí-Sí)
		Sólo 4

Antes de la representación gráfica: *Explorando la comprensión del experimento*