



Cuando una gráfica vale más que 1.000 datos: la interpretación de gráficas por alumnos adolescentes

Yolanda Postigo & Juan Ignacio Pozo

To cite this article: Yolanda Postigo & Juan Ignacio Pozo (2000) Cuando una gráfica vale más que 1.000 datos: la interpretación de gráficas por alumnos adolescentes, *Infancia y Aprendizaje*, 23:90, 89-110, DOI: [10.1174/021037000760087982](https://doi.org/10.1174/021037000760087982)

To link to this article: <https://doi.org/10.1174/021037000760087982>



Published online: 23 Jan 2014.



Submit your article to this journal [↗](#)



Article views: 64



View related articles [↗](#)



Citing articles: 14 View citing articles [↗](#)

Cuando una gráfica vale más que 1.000 datos: la interpretación de gráficas por alumnos adolescentes

YOLANDA POSTIGO Y JUAN IGNACIO POZO

Universidad Autónoma de Madrid



Resumen

Este artículo, compuesto por dos experimentos, analiza la interpretación de gráficas de alumnos adolescentes de diferentes edades. Estudiamos algunos factores que intervienen en el aprendizaje de gráficas: estructura gráfica, estructura de la relación numérica y nivel de procesamiento (procesamiento de la información explícita, implícita y/o conceptual) realizado. También analizamos la influencia de la instrucción específica y el razonamiento proporcional de los sujetos en la interpretación de la información.

El experimento 1 estudia la influencia de la estructura gráfica. Los sujetos muestran un mayor rendimiento en los formatos gráficos frente al formato de texto, aunque no existen diferencias significativas entre los formatos gráficos. Su aprendizaje es principalmente de carácter superficial, centrándose en un procesamiento de la información explícita frente a otros tipos de procesamiento que implican un aprendizaje más elaborado y profundo.

El experimento 2 analiza los efectos de la estructura de la relación numérica de los datos. El rendimiento de los sujetos es mayor en gráficas nominales que en gráficas ordinales así como con gráficas de una variable frente a gráficas con dos variables.

Los resultados apoyan la hipótesis de la facilitación gráfica y muestran que la relación cuantitativa entre las variables representadas gráficamente afecta a su procesamiento. El estudio también plantea datos interesantes en cuanto al tipo de pericia implicada en el aprendizaje de gráficas: pericia relacionada con el contenido representado, con el conocimiento de su sintaxis y/o con la cuantificación de la información.

Palabras clave: Gráficas numéricas, niveles de aprendizaje, alfabetización gráfica.

When a graph is worth more than a thousand data: Graph interpretation by adolescent students

Abstract

The paper analyses graph interpretation by adolescents of different ages through two related experiments. Some of the variables studied involved in graph learning were: graphic structure, structure of the numerical relation, and level of processing (ie. explicit, implicit and/or conceptual information processing). We also analysed the influence of specific instruction and proportional reasoning on subjects' interpretation of information.

Experiment 1 studied the influence of graphic structure on learning. Subjects' performance increased when the information was presented in graphic format versus text format, but no significant differences were found between the various graphic formats. Type of learning was mainly superficial and centred on processing explicit information, in contrast with other types of processing that require more elaborate and in-depth learning.

Experiment 2 analysed the effect of the data's numerical relation structure on learning. Subjects' performance increased with nominal rather than ordinal graphs, and with graphs with one-variable rather than graphs with two variables. The results support the graphic facilitation hypothesis and show that the quantitative relation between graphically represented variables affect its processing. The study also contributes interesting results on the type of expertise involved in graph learning. This expertise is related to the content represented, knowledge about its syntax and/or information quantification.

Keywords: Numerical graphics, levels of learning, graphicacy.

Agradecimientos: Este trabajo es parte de la Tesis Doctoral de la primera autora, dirigida por el segundo autor. Dicha investigación y la redacción de este artículo han sido posibles por el apoyo de la DGICYT a dos proyectos (PB94-0188 y PB98-095) dirigidos por Juan Ignacio Pozo. Agradecemos a Antonio Pardo su ayuda en el diseño y análisis estadístico y a Nora Scheuer sus precisos comentarios a un primer borrador de este artículo.

Correspondencia con los autores: Departamento de Psicología Básica. Facultad de Psicología. Universidad Autónoma de Madrid. 28049 Madrid.

INTRODUCCIÓN

Si miramos a nuestro alrededor, nos encontraremos con una gran cantidad y variedad de información gráfica (dibujos, fotografías, tablas, gráficas, esquemas, mapas) con diversos objetivos (indicar, orientar, prohibir, etc.). Muchos datos se nos presentan diariamente bajo este formato gráfico. Por ello la habilidad para procesar y tratar con esta información no es sólo importante sino que está llegando a ser una destreza esencial para tomar decisiones y desenvolverse en la sociedad actual. Puede decirse que se hace necesaria y urgente una *graphicacy*, una verdadera alfabetización gráfica, como complemento de la *literacy* o alfabetización literaria, que ayude a los alumnos a descifrar mensajes gráficos, de una manera autónoma, en lugar de dejarse llevar simplemente por la fuerza, la aparente sencillez y la inmediatez de la imagen (Postigo y Pozo, 1999).

Pero a pesar del uso cada vez más extendido de las gráficas, la investigación sobre su utilización, comprensión e interpretación es bastante limitada y heterogénea (por ej. Hollands y Spence, 1992; Schnotz, 1993), sobre todo si se compara con la tradición investigadora sobre comprensión de textos. Parte de esta heterogeneidad se debe a la propia diversidad de formatos gráficos, con *sintaxis* y convenciones propias, como los mapas geográficos, los diagramas, las ilustraciones, los esquemas o las gráficas numéricas. Esos diferentes tipos de información gráfica pueden clasificarse según distintos criterios (por ejemplo, García y Martos, 1992; Kosslyn, 1989; Molitor, Ballstaedt y Mandl, 1989; Winn, 1989). Por nuestra parte, creemos que un criterio esencial para diferenciar los distintos tipos de información gráfica es su naturaleza representacional, es decir, el tipo de información que representan y el formato en el que la representan. Con este criterio, tal como refleja la tabla I, podemos establecer cuatro grupos de información gráfica que se diferencian en la clase y forma en que es presentada la información así como en la relación que esa información tiene con el objeto o fenómeno representado (Postigo y Pozo, 1999). Así, mientras los diagramas y los esquemas representarían espacialmente relaciones conceptuales, las gráficas representarían en el espacio relaciones numéricas o cuantitativas entre variables. En cambio, los mapas y planos y las ilustraciones serían representaciones espaciales de objetos que mantienen entre sí una relación espacial, ya sea más selectiva o reproductiva.

TABLA I
Tipos de información gráfica

Tipo de gráfico	Relación que expresa	Ejemplo
1. Diagramas	Relación conceptual	Esquema
2. Gráficas	Relación numérica	Histograma
3. Mapas/planos /croquis	Relación espacial selectiva	Mapa geográfico
4. Ilustraciones	Relación espacial reproductiva	Fotografía

En el presente trabajo nos centraremos en estudiar las dificultades que plantea la interpretación de lo que en la clasificación anterior hemos denominado *gráficas*. Aunque, a su vez, existen diversos tipos o modalidades de representación de la información cuantitativa (sectores, barras, líneas, tablas,...), en términos generales podemos definir las gráficas como representaciones que presentan la relación numérica que existe entre dos o más variables a través de distintos elementos espaciales (barras, líneas,...). Las escasas investigaciones sobre la interpretación de este tipo de gráficas por alumnos adolescentes tienden a mostrar que el procesamiento suele ser superficial, limitándose a la lectura de datos y aspectos

puntuales de la gráfica. Aunque, no todas las gráficas plantean la misma dificultad, (por ej., Wainer, 1980; Wavering, 1989), en general los alumnos de todas las edades suelen tener problemas cuando tienen que ir más allá de este nivel elemental e interpretar la información representada en una gráfica (por ejemplo, Bestgen, 1980; Curcio, 1987; Gobbo, 1994; Preece y Janvier, 1993). Podríamos decir, recurriendo a la analogía con los estudios sobre comprensión de textos, (Kintsch, 1998; León, 1999), que los alumnos tienden a centrar su procesamiento en el *texto-base* —en este caso en la *figura-base*— pero tienen mayores dificultades para construir una *interpretación* o *modelo de la situación*. Según Bestgen (1980) los alumnos necesitan no sólo leer y hacer gráficas, sino también utilizarlas para hacer comparaciones y predicciones, y buscar tendencias y patrones dentro de esos datos y entre ellos. Pero además también necesitan un conocimiento sobre la materia o contenido representado en la gráfica, requisito que ayuda e interviene en la realización de inferencias a partir de los datos de la gráfica, lo cual supone una interpretación de un mayor nivel. Es decir, la interpretación de una gráfica implica describirla (decir lo que vemos siguiendo su perfil, su dinámica...), pero también explicar el por qué de ese perfil cuyo grado de elaboración o profundidad dependerá de la cantidad de información o conocimiento que posea el sujeto que interpreta la gráfica. Es entonces cuando, tal y como sugerimos en el título de este trabajo, *una gráfica vale más que 1.000 datos*.

Se ha establecido una distinción entre la interpretación local y global de las gráficas (por ej., Carswell, Emery y Lonon, 1993; Guthrie, Weber y Kimmerly, 1993; Leinhardt, Zaslavsky y Stein, 1990). Una *interpretación local* está centrada en la localización de información específica y en los valores puntuales de la gráfica, mientras que una *interpretación global* está centrada en la búsqueda y comparación de tendencias, considerando la totalidad de la gráfica con el objetivo de comprender el “argumento visual” de la misma. Los autores que apoyan esta distinción encuentran que el nivel de competencia en interpretaciones globales es significativamente más bajo que en las interpretaciones locales y concluyen que la búsqueda global es más difícil que la búsqueda local ya que requiere de un proceso de abstracción que no consiguen la mayoría de los estudiantes.

Sin embargo, aunque la distinción entre interpretación local y global tiene un cierto sustento empírico, desde el punto de vista teórico no ha resuelto la relación entre ambos tipos de procesamiento, ya que tienden a considerarse más bien como dos categorías dicotómicas. Desde nuestro punto de vista, en cambio, se trataría más bien de *niveles de procesamiento* de la información gráfica que habría que situar a lo largo de un continuo, en el que habría que incluir otros componentes sintácticos y semánticos que trascendieran la mera distinción entre información local y global. Por tanto, desde la lectura directa de un dato de una gráfica a una tarea de solución de problemas, podríamos distinguir diferentes niveles al “leer” o interpretar una gráfica, tal y como hemos planteado con el aprendizaje de otros tipos de material gráfico (por ej. con mapas geográficos, véase Postigo, 1998; Postigo y Pozo, 1996, 1998). Los niveles de aprendizaje de una gráfica serían:

1) *Información explícita*: es el nivel más superficial de lectura de la gráfica que estaría centrado en la identificación de los elementos de la gráfica, por ejemplo, el título, número, nombre y tipo de las variables del fenómeno representado así como los distintos valores de las variables.

2) *Información implícita*: este tipo de procesamiento supone que la interpretación de una gráfica conlleva ir más allá de la lectura de sus valores aislados identificando patrones y tendencias a través del establecimiento de relaciones (intra-variable e intervariable) entre dichos valores. También supone un cierto conoci-

miento y manejo de las convenciones de los diversos tipos de gráficas así como procesos de decodificación de leyendas o símbolos (códigos directivos de Weidenman, 1994) que acompañan a la gráfica. Este nivel de lectura implica procedimientos de mayor complejidad que el anterior incluyendo estrategias de decodificación de la información con traducción de la información de un código a otro.

3) *Información conceptual*: es un tercer nivel de aprendizaje de la gráfica, basado en buena medida en los anteriores y centrado en el establecimiento de relaciones conceptuales a partir del análisis global de la estructura de la gráfica, lo que requiere ir más allá de la información contenida de modo explícito e implícito en la gráfica y recurrir a otros conocimientos disponibles relacionados con el contenido representado para realizar interpretaciones, explicaciones o predicciones sobre el fenómeno representado en la gráfica.

El aprendizaje de estos tres tipos de información contenidos en una representación gráfica implicaría de hecho tres niveles de procesamiento o lectura de una gráfica con grados de elaboración o profundidad crecientes. Aunque esta propuesta se diferencia de la de otros autores (Bertin, 1983; Schnotz, 1993; también Barquero, Schnotz y Reuter, en este mismo número), comparte con ellos la intención no sólo de superar la dicotomía local/global, sino de realizar un análisis más funcional de los diversos procesos psicológicos implicados en el procesamiento de la información proporcionada por las gráficas. Creemos que este análisis permitirá una mayor flexibilidad y diversidad en las formas de entrada en la lectura o interpretación de una gráfica dependiendo de diversos factores, tanto de la tarea como del sujeto, que rodean y determinan su aprendizaje. Uno de los objetivos de este trabajo será comprobar empíricamente la validez de estos niveles de procesamiento. Pero, además, el que un sujeto interprete una gráfica basándose en aspectos explícitos, implícitos o conceptuales depende no sólo de su habilidad en decodificar la sintaxis de la gráfica y de su conocimiento sobre la situación representada, sino también de las características de la gráfica o de las variables de la tarea que rodean a su aprendizaje.

Entre estos factores o variables de la tarea destacarían cuatro variables. La *estructura gráfica*, que incluye el formato o tipo de representación, ya sea de líneas, sectores, barras, etc..., así como el tipo de escala y etiquetado utilizado, viene a ser equiparable a la estructura superficial del texto, siguiendo el paralelismo de Carswell, Emery y Lonon (1993). La *estructura numérica* depende de la relación entre las variables (lineal, tendencias con y sin inversión, interacciones...) así como el número y tipo de variables (nominal, ordinal, intervalo...). En este caso la estructura de relación de la gráfica sería equiparable a la estructura profunda del texto. El *contenido de la gráfica* sería el dominio semántico del fenómeno representado gráficamente. Al igual que sucede con el aprendizaje y comprensión de textos (León, 1999), cabe diferenciar la pericia de los sujetos en procesar gráficos de su pericia en el dominio al que el gráfico se refiere. Finalmente, la *tarea* requerida al sujeto, así como el *contexto* en el que ésta tiene lugar, podría implicar demandas diferentes en el nivel de procesamiento de la gráfica, desde simplemente identificar un dato explícito o interpretar una tendencia implícita a explicar esa tendencia encontrada en el marco del conocimiento conceptual del dominio.

Aunque todas estas variables pueden tener una influencia en el tipo de procesamiento que un sujeto realiza de una gráfica, en el presente estudio vamos a centrar nuestra atención en dos de estas variables, la estructura gráfica y la estructura numérica, que son específicas de este tipo de información y que por tanto pueden ayudarnos a entender mejor cuándo y por qué una gráfica vale

más que 1.000 datos. El objetivo central del estudio que presentamos a continuación es analizar la interpretación de gráficas por parte de alumnos adolescentes de diversas edades y con diferente instrucción. Para ello presentaremos dos experimentos independientes, pero relacionados entre sí. En un primer experimento analizaremos la influencia de la estructura gráfica de la información en el tipo de procesamiento (explícito, implícito y conceptual) que realizan los alumnos, así como la dificultad relativa de estos niveles y el modo en el que la demanda de la tarea (explícita, implícita o conceptual) afecta a ese procesamiento. El segundo experimento estará centrado en estudiar los efectos de la estructura numérica de la información sobre la forma en que se procesa la información gráfica.

EXPERIMENTO 1

Su objetivo es analizar la influencia de la *estructura gráfica* en la interpretación de la información. Para ello manipulamos el formato de presentación de la información y analizamos en qué medida influye en el aprendizaje de adolescentes de edades e instrucción diversas. Para ello, presentamos los mismos datos en formatos o estructuras gráficas distintas (barras, tablas,...) con el objetivo de analizar la influencia de estos formatos en el tipo de procesamiento realizado por los sujetos. De acuerdo con algunos autores (por ej., Molitor, Ballstaedt y Mandl, 1989; Wainer, 1980; Wavering, 1989), cabe esperar una facilitación del formato gráfico frente a otro tipo de formatos, así como una cierta secuencia de dificultad entre esos formatos, siendo la tabla la más fácil, seguido de un diagrama de sectores y de una representación mediante barras. Para estudiar la influencia de los distintos formatos diseñamos también un cuestionario de cambio de formato, lo que nos permitió analizar en qué medida el formato de la información en el que estudiaba el sujeto (por ejemplo, un sujeto que estudiaba la información en formato de tabla) facilitaba el reconocimiento de esa misma información cuando se presentaba en otro formato gráfico (por ejemplo, en un formato de gráfica de barras, gráfica de sectores o en formato de texto). Con ello tratábamos de analizar qué estructura gráfica facilita más la traducción o el paso de un formato a otro así como qué tipo de errores pueden inducirse en ese cambio.

Junto con el estudio de la influencia del formato gráfico, nos interesaba también analizar los *niveles de procesamiento* de la información gráfica (explícita, implícita y conceptual). Aunque, tal como hemos apuntado, cabe esperar un predominio del aprendizaje de información explícita, nos interesaba también corroborar la relevancia de distinguir entre estos diferentes tipos de información gráfica, así como la relación existente entre ellos.

Otro objetivo del trabajo era analizar la posible influencia de una *instrucción específica* en el aprendizaje de la información gráfica. Esta influencia se podría considerar en función de tres tipos de pericia diferentes. En primer lugar es posible que aquellos sujetos que estén más habituados al uso de gráficas tengan un mayor manejo de sus diversas estructuras gráficas, su sintaxis o *graphicity*. En segundo lugar, la información gráfica implica una cuantificación de la información que requiere ciertos conocimientos matemáticos. En tercer lugar, el conocimiento sobre el contenido de la información gráfica presentada debería afectar a la interpretación de la misma (en este caso los contenidos utilizados pertenecen al área de las ciencias sociales). En la medida en que estos tres aspectos de la pericia pueden verse favorecidos por una instrucción más científica o una instrucción más centrada en ciencias sociales, comparamos el rendimiento

de alumnos de Bachillerato con instrucción en Ciencias con alumnos de Bachillerato con instrucción en Letras, con el objetivo de analizar la tendencia de esta variable.

En esta misma línea, y en la medida en que los datos presentados en la información que estudian los sujetos son de naturaleza proporcional y, como ya hemos apuntado, los formatos gráficos requieren cierta capacidad matemática (principalmente en el nivel de procesamiento de información implícita), evaluamos la *habilidad en razonamiento proporcional* de los sujetos y su posible relación con su rendimiento en la interpretación de la información.

Método

Sujetos

La muestra utilizada en este experimento está compuesta por un total de 320 estudiantes divididos en cuatro grupos de 80 sujetos cada uno pertenecientes a los siguientes niveles educativos: 1º de Educación Secundaria Obligatoria (12 años), 3º de Educación Secundaria Obligatoria (14 años), 1º de Bachillerato de ciencias LOGSE (16 años) y 1º de Bachillerato de letras LOGSE (16 años). A su vez, cada uno de estos cuatro grupos fue subdividido en cuatro subgrupos en función de las diferentes condiciones experimentales.

Diseño

El tipo de diseño utilizado es un diseño factorial 4×4 intersujetos, en el que manipulamos el grupo de edad e instrucción (con cuatro valores: 1º ESO, 3º ESO y 1º Bachillerato de ciencias y 1º Bachillerato de letras) y el formato de presentación de la información (con cuatro valores: texto, tabla, barras y sectores).

Procedimiento y materiales

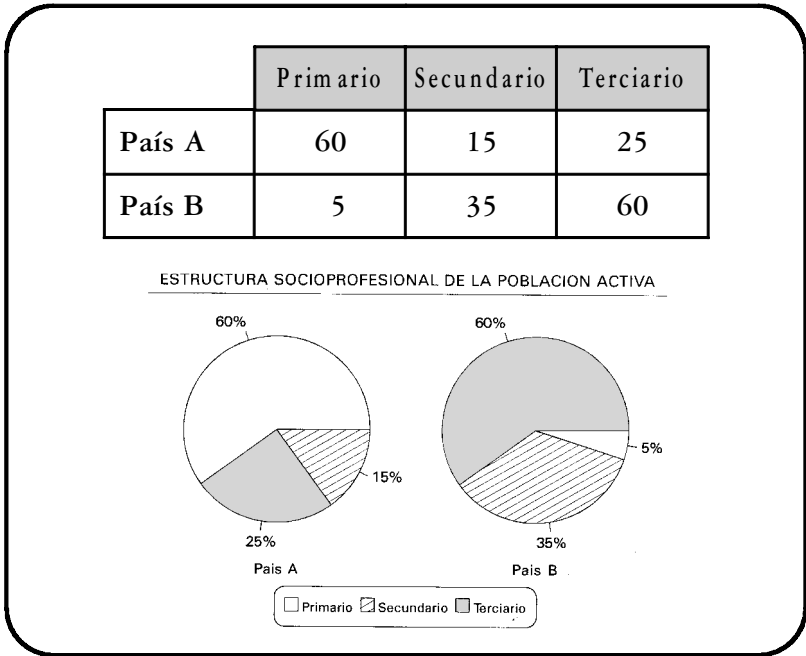
La prueba se compone de dos fases: una fase de estudio y una fase de evaluación.

En la *fase de estudio* se presenta a los sujetos una información en uno de los cuatro formatos distintos que manipulábamos: texto, tabla, gráfica de barras y gráfica de sectores. El contenido de la información en los distintos formatos era el mismo (la estructura socioprofesional de la población activa presentada en porcentajes). En la figura 1 se presenta un ejemplo de la información en formato de tabla y en formato de sectores.

Para ello, los cuatro grupos de sujetos (1º ESO, 3º ESO y 1º Bachillerato de ciencias y 1º Bachillerato de letras) se dividieron en cuatro subgrupos en función de las cuatro condiciones experimentales según el formato en que se presentaba la información: texto (TEX), tabla (TAB), barras (BAR) y sectores (SEC), dando lugar a 16 subgrupos. En esta fase se pide a los sujetos que estudien la información durante 10 minutos anotando las conclusiones acerca de dicha información, con el objetivo de que hagan un procesamiento lo más profundo posible. Finalizada la fase de estudio de la información se retira la información y comienza la fase de evaluación.

FIGURA 1
Algunas gráficas utilizadas en el experimento 1

ESTRUCTURA SOCIOPROFESIONAL DE LA POBLACIÓN ACTIVA (en porcentajes)



En la *fase de evaluación* se pasan tres cuestionarios que son comunes a todos los grupos y a todas las condiciones experimentales y para los cuales disponen de 35 minutos de tiempo. Estos cuestionarios son: el cuestionario de cambio de formato, el cuestionario de aprendizaje y el cuestionario de razonamiento proporcional. A continuación vamos a describir cada uno de ellos.

- *Cuestionario de cambio de formato.* Este cuestionario consta de cuatro ítems presentados en un formato de elección múltiple con cuatro alternativas de respuesta. Cada ítem presenta uno de los cuatro formatos de presentación: texto, tabla, barras y sectores. Las cuatro alternativas de cada ítem fueron diseñadas de acuerdo a cuatro categorías de respuesta: a) Correcta (la información es igual que la de la fase de estudio), b) Cambio de elementos en la gráfica (invertimos los datos de los dos países representados en la gráfica), c) Cambio en la magnitud de los datos de la gráfica (variamos la magnitud de los datos) y d) Ilegal (la suma de los datos era mayor de cien).

- *Cuestionario de aprendizaje:* evalúa el rendimiento en el aprendizaje de la información ofrecida. Consiste en doce preguntas en las que el sujeto debe elegir entre tres opciones de respuesta. Estos ítems fueron diseñados en función de los distintos niveles de aprendizaje de la gráfica (información explícita, implícita y conceptual), de tal manera que hay cuatro ítems para cada uno de los tres tipos de información. Los cuatro ítems de *información explícita* hacen referencia al título, la leyenda y a los valores de las variables representadas en la gráfica (por ej., “¿Cuánta población activa del país B se dedica al sector secundario?”). De los

cuatro ítems de *información implícita* dos implican un análisis local o específico en el que se comparan dos aspectos o valores de la gráfica, y otros dos implican un análisis global o general donde se comparan todos los valores representados en la gráfica (por ej., “¿Qué país presenta un mayor porcentaje de población activa dedicada al sector terciario?”). Los cuatro ítems de *información conceptual* están centrados en aspectos de interpretación, explicación y predicción del fenómeno representado (por ej. “De acuerdo con esta gráfica podemos decir que el país en el que un mayor porcentaje de la población activa se dedica al turismo es:”).

- *Cuestionario de razonamiento proporcional*: se administró una adaptación del cuestionario diseñado por Pérez Echeverría (1990) compuesto por una serie de diez problemas sobre cuantificación de proporciones.

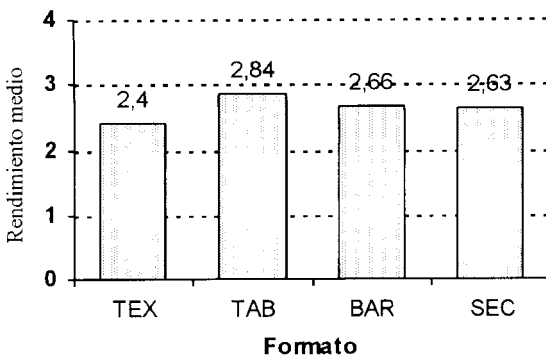
Resultados

Dado que se aplicaron tres tareas de evaluación distintas (aprendizaje, cambio de formato y razonamiento proporcional) presentaremos sucesivamente los resultados de los ANOVA aplicados a cada una de estas tareas.

a) Aprendizaje de información

En relación con la principal variable manipulada en este experimento, el *formato gráfico* de la información, el análisis de varianza (ANOVA $4 \times 4 \times 3$) muestra un efecto significativo de esta variable ($F(3,304)=5.9$; $p=0,001$), confirmando que la forma gráfica en que se presenta la información influye en su aprendizaje. Comparando los diversos formatos de presentación mediante la prueba de Tukey (véase Figura 2), el aprendizaje alcanzado por los sujetos en los formatos de tabla, barras y sectores es significativamente mejor que el obtenido con el texto ($p<0,05$). Sin embargo, no aparecen diferencias significativas en el rendimiento en los formatos de tabla, barras y sectores.

FIGURA 2
Rendimiento medio de cada formato



Estos datos apoyan la hipótesis de la *facilitación gráfica* en la medida en que el rendimiento de los sujetos es mayor en los formatos de tabla, barras y sectores frente a la presentación de la información en formato de texto. Sin embargo, no

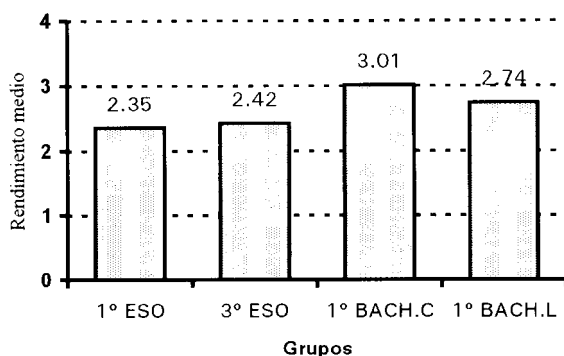
existen diferencias entre los diversos tipos de información gráfica que plantean una dificultad similar, si bien se observa una tendencia según la cual el formato más sencillo es la tabla, seguido de la gráfica de barras y finalmente la gráfica de sectores. Esta tendencia coincide esencialmente con los resultados de los trabajos que analizan la dificultad de los diversos tipos de gráficas, que tienden a mostrar que la tabla es el formato gráfico que más facilita el aprendizaje (por ejemplo Wainer, 1980).

En relación con el *tipo de información aprendida*, el ANOVA muestra también un efecto principal de esta variable ($F(2,608) = 73.9$; $p < 0,0005$). La prueba de Tukey ($p < 0,05$) señala que el aprendizaje de la información explícita ($\bar{x} = 2,98$) es significativamente mayor que el alcanzado en los items de información implícita ($\bar{x} = 2,73$) e información conceptual ($\bar{x} = 2,19$). Del mismo modo también indica que el rendimiento en los items de información implícita es significativamente superior al alcanzado en los items de información conceptual.

Hay por tanto un aprendizaje más eficaz de la información explícita que de los otros dos tipos de información, al mismo tiempo que un procesamiento de información implícita por encima de la conceptual. Este dato confirma no sólo la existencia de los diversos tipos de información, sino también la jerarquía de dificultad prevista para cada uno de ellos, desde la información explícita más sencilla hasta la mayor complejidad de la conceptual.

En cuanto a la variable *grupo*, el ANOVA muestra también un efecto significativo ($F(3,304) = 16.99$; $p < 0,0005$), que de acuerdo con la prueba de Tukey ($p < 0,05$) se traduce en que los dos grupos de 1º de Bachillerato (BACH-C y BACH-L) tienen un rendimiento significativamente mayor al alcanzado por los dos grupos de secundaria (1º ESO y 3º ESO) en el aprendizaje de la información (véase Figura 3). También hay diferencias significativas entre los dos grupos de Bachillerato, de tal manera que el grupo de ciencias (1º BACH-C) muestra mayor aprendizaje que el grupo de letras (1º BACH-L).

FIGURA 3
Rendimiento medio de cada grupo



Así, respecto a la influencia del tipo de instrucción, en la medida en que las diferencias significativas se muestran a favor del grupo de Bachillerato de ciencias, podríamos deducir que la instrucción en el contenido de la gráfica (ciencias sociales) no parece influir en su aprendizaje. Por el contrario, parece ser relevante tanto el mayor manejo de gráficas como una mayor competencia matemática, ambas situaciones más comunes en alumnos con instrucción en ciencias. Pero, como veremos a continuación, este efecto puede deberse también a la influencia

del conocimiento matemático sobre la interpretación de las gráficas, que en nuestro caso medimos mediante la tarea de razonamiento proporcional.

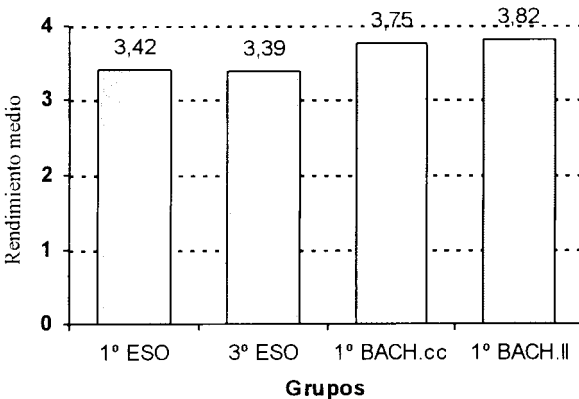
b) Razonamiento proporcional

Aunque el razonamiento proporcional de los sujetos, tal y como ha sido medido en este trabajo, no afecta a la relación entre aprendizaje y formato de presentación de la información (ANCOVA $4 \times 4 \times 3$, con la covariable razonamiento proporcional), hay que destacar que este análisis muestra que la relación entre el razonamiento proporcional y el aprendizaje de la información es significativa ($r = 0,24$; $F(1,303) = 19,27$; $p < 0,0005$). Así, aquellos sujetos que muestran un mayor rendimiento en el aprendizaje de la información tienen una mayor habilidad en razonamiento proporcional y los que muestran un peor rendimiento tienen puntuaciones más bajas en razonamiento proporcional. De hecho, el grupo que tiene una mayor habilidad en razonamiento proporcional es el grupo de 1º BACH.C ($\bar{x} = 7,81$), que difiere significativamente del grupo de 1º BACH.L ($\bar{x} = 6,85$) ($t(158) = 2,71$; $p < 0,007$) y ambos grupos muestran un rendimiento superior al mostrado por los dos grupos de secundaria (1º ESO y 3º ESO) ($\bar{x} = 5,34$ y $\bar{x} = 5,36$ respectivamente).

c) Cuestionario cambio de formato (CF)

El análisis de varianza (ANOVA 4×4) indica un efecto significativo de la variable grupo $F(3,304) = 6.269$ ($p < 0,0005$) (véase Figura 4).

FIGURA 4
Rendimiento medio de cada grupo en CF



Aunque en términos generales el rendimiento de todos los grupos fue elevado (la puntuación máxima en este cuestionario es de 4), se ponen de manifiesto algunas diferencias. La prueba de Tukey señala que los dos grupos de 1º de Bachillerato (BACH.C y BACH.L) tienen un rendimiento significativamente mayor al alcanzado por los dos grupos de secundaria (1º ESO y 3º ESO) en el cambio de formato ($p < 0,05$), no existiendo diferencias significativas entre los dos grupos de Bachillerato.

Análisis de errores. Este cuestionario con cuatro alternativas de respuesta incluía junto a la respuesta correcta tres categorías o tipos de errores. Aunque el rendimiento fue elevado, un análisis descriptivo del tipo de errores cometidos por los sujetos de los distintos grupos en los distintos formatos de presentación de la información muestra las siguientes tendencias:

- El grupo que menos errores comete es el de 1º BACH.C (13.9%), muy por debajo del grupo de su mismo nivel de edad (1º BACH.L con 22.2%) y de los dos grupos de secundaria (1º ESO con 27.8% y 3º ESO con 36.1%).
- El formato que da lugar a un mayor porcentaje de errores es el formato de texto (41.7%) seguido del de barras (30.5%) y bastante distanciados del formato de tabla (13.9%) y sectores (13.9%).
- Los errores más frecuentes se dan en la categoría de elementos (63.9%) y frente a la categoría de datos (22.2%) y la categoría ilegal (13.9%).

EXPERIMENTO 2

Este experimento tiene por objetivo investigar los efectos de la *estructura de la relación numérica* entre las variables representadas en la gráfica sobre su aprendizaje. Al igual que en el experimento anterior, estudiamos el tipo de procesamiento implicado en el aprendizaje de información gráfica en adolescentes de diversas edades analizando también la influencia del tipo de instrucción y su habilidad en razonamiento proporcional (véase Experimento 1).

Con respecto a la estructura de la relación nos centramos en dos factores: el número de variables representadas en la gráfica y la naturaleza de esas variables. Respecto a esta última, comparamos el aprendizaje de gráficas con variables nominales y ordinales. Respecto al número de variables, presentamos gráficas con una y dos variables. Cabe esperar que las gráficas con una sola variable se aprendan más fácilmente que las gráficas con dos variables. Asimismo, dado que las gráficas con variables nominales presentan la información de forma aislada en comparación con las gráficas con variables ordinales, que implican seguir y estudiar las tendencias de la información, también esperábamos que la representación gráfica de las variables nominales fuera más fácil de que la de las variables ordinales.

Método

Sujetos

Aunque los sujetos eran distintos, su número y distribución en grupos son los mismos que en el experimento anterior.

Diseño

El tipo de diseño utilizado es un diseño factorial $4 \times 2 \times 2$ intersujetos, en el que manipulamos el grupo de edad e instrucción (con cuatro valores: 1º ESO, 3º ESO, 1º Bachillerato de ciencias y 1º Bachillerato de letras), el tipo de variables representadas en la gráfica (con dos valores: variable nominal y variable ordinal) y el número de variables representadas en la gráfica (con dos valores: una variable y dos variables).

Procedimiento y materiales

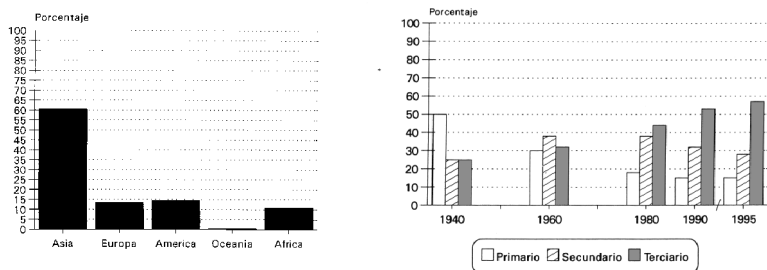
Al igual que el experimento 1, la prueba se compone de dos fases: una fase de estudio y una fase de evaluación.

Para la *fase de estudio* se diseñaron cuatro gráficas distintas, con formato de gráfico de barras sobre contenidos de geografía, combinando las variables analizadas (tipo y número de variables representadas) Las gráficas fueron las siguientes (véanse dos ejemplos en la Figura 5):

- 1) Gráfica con una variable nominal (NO1): *Distribución de la población mundial en 1994.*
- 2) Gráfica con una variable ordinal (OR1): *Crecimiento de la población mundial.*
- 3) Gráfica con dos variables nominales (NO2): *Estructura socioprofesional de la población activa.*
- 4) Gráfica con dos variables ordinales (OR2): *Dinámica de la población activa española por sectores.*

FIGURA 5
Gráficas NO1 y OR2 del experimento 2

DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN MUNDIAL EN 1994 DINÁMICA DE LA POBLACIÓN ACTIVA ESPAÑOLA POR SECTORES



Los cuatro grupos de sujetos (1º ESO, 3º ESO, 1º Bachillerato de ciencias y 1º Bachillerato de letras) se dividieron en cuatro subgrupos en función de las cuatro condiciones experimentales, según el tipo de gráficas, de las descritas, que les correspondió estudiar. La fase de estudio tiene las mismas características, en cuanto a duración y procedimiento, que el experimento 1. Finalizada la fase de estudio se retira la información gráfica y comienza la fase de evaluación.

En la *fase de evaluación* se pasaban a todos los sujetos, independientemente de su condición experimental, dos tareas para las que disponían de 35 minutos: un cuestionario de aprendizaje y un cuestionario de razonamiento proporcional.

- *Cuestionario de aprendizaje*: al igual que en el experimento anterior consta de 12 items con formato de pregunta de elección múltiple con tres opciones de respuesta. Los items fueron diseñados en función de los distintos niveles de aprendizaje de la gráfica (información explícita, información implícita e información conceptual) siendo el número y características de los items para los tres tipos de información similares a las del experimento anterior.

- *Cuestionario de razonamiento proporcional*: se administró el mismo cuestionario utilizado en el experimento 1 para evaluar la habilidad en razonamiento proporcional de los sujetos.

Resultados

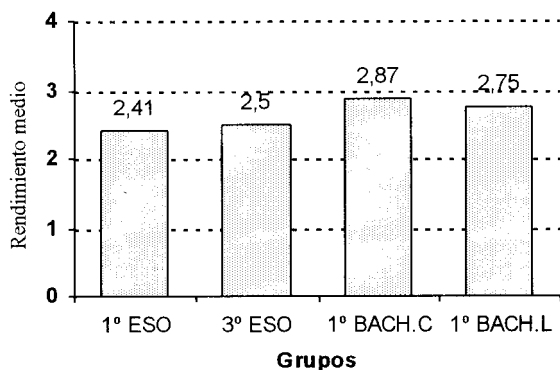
a) Aprendizaje de la información

En relación con la estructura de la relación numérica, principal variable de este experimento, el análisis de varianza (ANOVA $4 \times 2 \times 2 \times 3$) apunta como significativas las características de las variables representadas en las gráficas. En primer lugar, hay un efecto del *tipo de variable* ($F(1,304) = 7.11$; $p = 0,008$), siendo el rendimiento significativamente mayor en las gráficas de variables nominales ($\bar{x} = 2.7$) que en las de variables ordinales ($\bar{x} = 2.5$). Hay también efecto del *número de variables* ($F(1,304) = 5.41$; $p = 0,021$), siendo mayor el rendimiento en las gráficas de una variable ($\bar{x} = 2.7$) que en las de dos variables ($\bar{x} = 2.5$).

El análisis de varianza también pone de manifiesto un efecto del *tipo de información* ($F(2,608) = 49.14$; $p < 0,0005$). Según la prueba de Tukey ($p < 0,05$), el rendimiento en los ítems de información explícita ($\bar{x} = 3$) es significativamente mayor que en los ítems de información implícita ($\bar{x} = 2,6$). A su vez, el aprendizaje de información implícita es significativamente mejor que el de información conceptual ($\bar{x} = 2,3$). Esta pauta de datos no sólo se ajusta a lo esperado, sino que es exactamente igual que la encontrada en el experimento 1.

En cuanto a la última de las variables principales en esta tarea, hay también un efecto significativo de la variable *grupo* ($F(3,304) = 12.61$; $p < 0,0005$). Comparando los diferentes grupos entre sí (véase Figura 6), la prueba de Tukey pone de manifiesto que los dos grupos de 1º de Bachillerato (BACH.C y BACH.L) superan significativamente a los dos grupos de secundaria (1º ESO y 3º ESO) en el aprendizaje de la información gráfica, no existiendo diferencias significativas entre los dos grupos de bachillerato ($p < 0,05$).

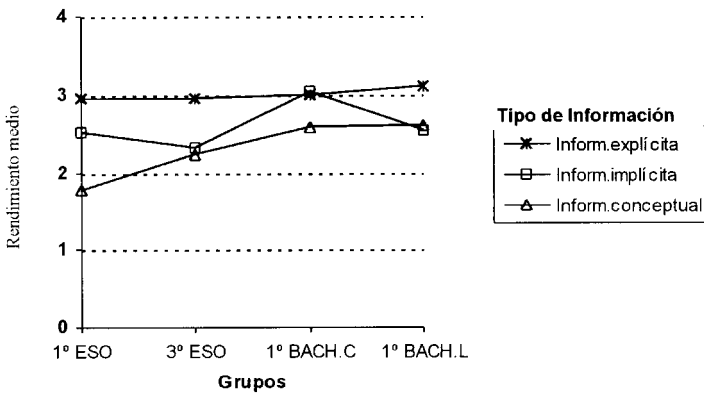
FIGURA 6
Rendimiento medio de cada grupo



Este resultado confirma lo obtenido en el experimento anterior, al mostrar que el rendimiento de los adolescentes en el aprendizaje de la información gráfica mejora a medida que aumenta la edad de los sujetos. Sin embargo, respecto a la influencia del tipo de instrucción los resultados no muestran ningún tipo de diferencia y por tanto de efecto de la instrucción en el contenido de las gráficas sobre el aprendizaje de las mismas. No obstante, dado que, a diferencia del experimento anterior, en éste se observan efectos de la interacción entre las variables principales, su análisis nos permitirá comprender mejor cómo influye la instrucción en el aprendizaje de información gráfica.

Así, el análisis de varianza indica que la interacción *grupo x tipo de información* produce efectos significativos ($F(6,608) = 5.71$; $p < 0,0005$), de modo que el rendimiento de los distintos grupos varía en función del tipo de información solicitada. Como muestra la figura 7 no hay diferencias entre los distintos grupos en el aprendizaje de información explícita de acuerdo con la prueba de Tukey. En cambio, en el aprendizaje de información implícita el grupo de 1º BACH.C muestra un rendimiento superior al resto de los grupos (su mismo grupo de edad de letras: 1º BACH.L y los dos grupos de secundaria: 1º ESO y 3º ESO) ($p < 0,05$). En el aprendizaje de información conceptual sólo los dos grupos de Bachillerato (1º BACH.C y 1º BACH.L) y el de 3º ESO muestran un rendimiento significativamente superior al grupo de adolescentes más pequeños de 1º ESO ($p < 0,05$), no existiendo diferencias significativas en el rendimiento de los tres primeros grupos.

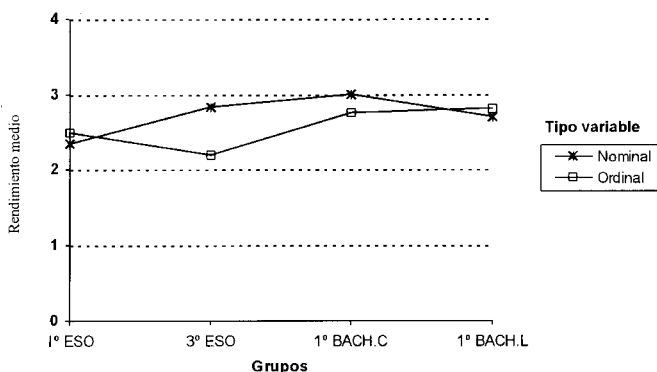
FIGURA 7
Rendimiento medio en la interacción Grupo x Tipo de información



Por tanto el aprendizaje de los distintos tipos de información (explícita, implícita y conceptual) presentes en una gráfica difiere para los distintos grupos de sujetos. Todos los grupos se muestran igualmente orientados hacia el aprendizaje de información explícita, más superficial y de detalle. Las diferencias entre los grupos se producen en el procesamiento de la información implícita y conceptual. En el caso de la información implícita las diferencias reflejan la influencia del tipo de instrucción, ya que el grupo de 1º Bachillerato de ciencias no sólo destaca de manera significativa sobre los alumnos de menor edad, sino que también lo hace con respecto a su mismo grupo de edad con instrucción en letras. Una posible interpretación es que, en el caso concreto de la información implícita, la formación en ciencias (con su componente de *graphicacy* y/o el mayor entrenamiento matemático) influye de manera positiva en el aprendizaje de información gráfica, mientras que la formación en el contenido de ciencias sociales (recibida por el grupo de letras) no favorece el aprendizaje de gráficas. Esta interpretación de la importancia de la pericia en *graphicacy* y/o matemática se ve también apoyada por el hecho de que en el caso de la información conceptual (donde el peso del contenido es esencial) el grupo de 1º de Bachillerato de letras no sólo no muestra un rendimiento mayor sino que tampoco difiere del mostrado por el grupo de 1º de Bachillerato de ciencias ni por el de 3º ESO. Este dato también apunta al grado de dificultad de los distintos tipos de información, aspecto que comentaremos con más detalle, junto con el tipo de pericia implicada, en la discusión final.

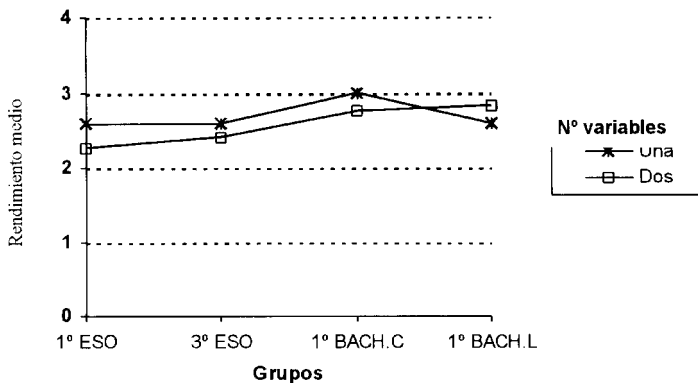
También es significativa, según el ANOVA, la interacción *grupo x tipo de variable* $F(3,304) = 8.7$ ($p < 0,0005$) (véase figura 8). En el caso de las gráficas con variables nominales los grupos de 3º ESO y 1º BACH.C muestran un rendimiento significativamente mayor al grupo de 1º ESO. En las gráficas con variables ordinales son los grupos de 1º BACH.C y 1º BACH.L los que superan de manera significativa al grupo 3º ESO con variables ordinales.

FIGURA 8
Rendimiento medio en la interacción Grupo x Tipo de variable



También es significativo el efecto de la interacción *grupo x número de variables* $F(3,304) = 2.9$ ($p = 0,031$). La comparación entre las medias (véase Figura 9) revela que en las gráficas de una variable el grupo de 1º BACH.C muestra un rendimiento superior al de los dos grupos de adolescentes pequeños (1º ESO y 3º ESO). En el caso de las gráficas de dos variables ambos grupos de 1º de Bachillerato (1º BACH.C y 1º BACH.L) muestran un rendimiento significativamente mayor a 1º ESO. El grupo de 1º BACH.L también supera a 3º ESO en gráficas de dos variables ($p < 0,05$).

FIGURA 9
Rendimiento medio en la interacción Grupo x Número de variables



El análisis de varianza también señala como significativo el efecto de la interacción *tipo de información x tipo de variable* $F(2,608) = 5.65$ ($p = 0,001$). Esto indica que el rendimiento de los sujetos en los distintos tipos de información varía en

función del tipo de variables de la gráfica estudiada. La comparación entre las medias muestra de manera significativa que el rendimiento de los sujetos sólo es mayor en el caso de la información explícita en las gráficas con variables nominales cuando se comparan con gráficas con variables ordinales ($p < 0,05$).

Parece que, como ya comentamos, las gráficas con variables nominales tienden a mostrar la información de manera más aislada, fomentando en mayor medida el aprendizaje de la información explícita. Por el contrario, las gráficas con variables ordinales implicarían hacer comparaciones a lo largo de la gráfica analizando las tendencias de la información representada, potenciando un aprendizaje de la información implícita. Sin embargo, no se han observado diferencias en este tipo de procesamiento.

Otra posible interpretación pudiera deberse al número de valores representados en las gráficas, aspecto no controlado en este estudio. Las gráficas ordinales utilizadas en este experimento tienen un mayor número de valores que las gráficas nominales, lo cual según los resultados de Carswell *et al.* (1993) supondría una mayor proporción de interpretaciones globales por parte de los sujetos (un mayor procesamiento de la información implícita y conceptual, siguiendo nuestra terminología). Sin embargo, nuestros resultados tampoco corroboran esta idea.

Finalmente, el análisis de varianza indica un efecto significativo de la interacción triple *tipo de información x tipo de variable x número de variables* $F(2, 608) = 4,3$ ($p = 0,014$), mostrando que el aprendizaje de los diferentes tipos de información contenidos en las gráficas difiere en función del tipo y número de variables representadas. La comparación entre las medias expresa efectos significativos en un mejor aprendizaje de información explícita de las gráficas con una variable nominal frente al alcanzado en gráficas de una variable ordinal, de dos variables nominales y en gráficas de dos variables ordinales. Este resultado puede interpretarse en función del carácter discreto de las variables nominales y en su mayor accesibilidad en gráficas de una única variable, que haría más fácil el procesamiento de la información de detalle y más superficial de las gráficas.

b) Razonamiento proporcional

Al igual que en el experimento 1, aunque el razonamiento proporcional de los sujetos, tal y como ha sido medido en este trabajo, no afecta a la relación entre aprendizaje y la estructura de relación numérica de las distintas gráficas (ANCOVA $4 \times 2 \times 2 \times 3$, con la covariable razonamiento proporcional), hay que destacar que este análisis muestra que la relación entre el razonamiento proporcional y el aprendizaje de las gráficas es significativa ($r = 0,32$; $F(1,315) = 37,54$; $p < 0,0005$). Así, aquellos sujetos que muestran un mayor rendimiento en el aprendizaje de las gráficas tienen una mayor habilidad en razonamiento proporcional y los que muestran un peor rendimiento tienen puntuaciones más bajas en razonamiento proporcional. De hecho, el grupo que tiene una mayor habilidad en razonamiento proporcional es el grupo de 1º BACH.C ($\bar{x} = 7,91$) el cual difiere significativamente del grupo de 1º BACH.L ($\bar{x} = 6,42$) ($t(158) = 2,71$; $p < 0,007$) y ambos grupos muestran un rendimiento superior al mostrado por los dos grupos de secundaria (1º ESO y 3º ESO) ($\bar{x} = 4,27$ y $\bar{x} = 5,97$ respectivamente).

DISCUSIÓN FINAL

En el caso de las gráficas numéricas, que son las que hemos investigado en este trabajo, el análisis que hemos realizado confirma la existencia de ciertos ras-

gos estructurales en las gráficas que afectan a su procesamiento. En concreto, en el primer experimento hemos comprobado que la estructura gráfica de los datos influye en su procesamiento, mientras que en el segundo hemos visto los efectos de la estructura numérica sobre la forma en que los alumnos aprenden o interpretan el gráfico.

En relación con la influencia de la *estructura gráfica*, los resultados apoyan la hipótesis de la *facilitación gráfica*, en la medida en que el rendimiento de los sujetos es mayor en los formatos de tabla, barras y sectores frente a la presentación de la información en formato de texto. Parece por tanto que, al menos en este caso, un gráfico vale más que muchos datos. Sin embargo, nuestros resultados no muestran diferencias significativas entre los diversos tipos de información gráfica, aunque indican una tendencia según la cual las tablas son más fáciles que las representaciones mediante barras o sectores, que coincide con los resultados de los trabajos que analizan la dificultad de los diversos tipos de gráficas (por ejemplo, Wainer, 1980). Sería necesario para estudiar en mayor profundidad esta tendencia analizar materiales más complejos que los aquí presentados, tanto en cantidad como en contenido, ya que es posible que la ventaja de las tablas, como formato sencillo, desaparezca a medida que la información se vuelve más abundante y compleja. En todo caso, merece destacarse la superioridad de los tres formatos gráficos frente al texto teniendo en cuenta la preferencia por la información verbal en el campo educativo. Al menos en este caso sí sabemos cuándo una imagen vale más que mil palabras.

En cuanto a la *estructura de la relación numérica* entre los datos, los resultados del experimento 2 muestran que el rendimiento de los sujetos es mayor ante gráficas nominales que con gráficas ordinales así como con gráficas en las que se representa una única variable frente a gráficas con dos variables. Podemos afirmar por tanto que la relación cuantitativa entre las variables representadas gráficamente afecta a su procesamiento por parte de los alumnos adolescentes. Parece que se comprenden mejor las relaciones entre variables discretas y que, como cabría suponer, una información con dos variables resulta más compleja que una información en la que hay una sola variable. Pero además, los datos del segundo experimento, en la medida en que muestran efectos significativos de la interacción entre la estructura numérica y algunas otras de las variables estudiadas, como el tipo de información aprendida (ya sea explícita, implícita o conceptual) o la instrucción recibida por los sujetos, nos ayudan a entender mejor la naturaleza de las diferencias encontradas. En realidad, analizando la interacción entre la naturaleza de la variable y tipo de información aprendida a partir de ella encontramos que la ventaja de las variables nominales frente a las ordinales se produce en el aprendizaje de la información explícita, pero no de la implícita o conceptual, donde no existen diferencias entre ambos tipos de variables. Igual sucede con la interacción triple de estas dos variables junto con el número de variables con efectos significativos en el aprendizaje de información explícita de las gráficas de una variable nominal frente al alcanzado con en el resto de las gráficas. Esto puede deberse al carácter discreto de las variables nominales así como a su mayor accesibilidad en gráficas más simples de una única variable, aspectos ambos que favorecen el procesamiento de información explícita de detalle, lo que podríamos llamar la “estructura superficial de la gráfica”, pero no en el aprendizaje de información implícita o conceptual de la gráfica, que sin duda requiere otro tipo de procesamiento.

De hecho, junto con estos efectos de las variables principales introducidas en cada experimento, ambos estudios en conjunto apoyan la distinción entre *diversos niveles de aprendizaje* de la información gráfica. Al igual que hemos encontrado

con otros tipos de información gráfica, como mapas (Postigo, 1998; Postigo y Pozo, 1996, 1998), los experimentos aquí presentados muestran una jerarquía de dificultad en el aprendizaje de la información acorde: hay un predominio del procesamiento de la información explícita frente a los otros dos tipos de información, pero al mismo tiempo un mejor procesamiento de la información implícita que de la conceptual, mostrando que esta clasificación de los tipos de información gráfica, más allá de otras dicotomías más simples, puede ayudarnos a comprender mejor las diferencias de aprendizaje de las gráficas. Además, los datos obtenidos con esta clasificación son consistentes con los resultados de otros estudios sobre el aprendizaje de gráficas, como el mayor rendimiento al determinar las coordenadas de una gráfica (información explícita) que al relacionar sus variables (información implícita) (Padilla et al. 1986) o las dificultades al extraer conclusiones de una gráfica (información implícita y conceptual) (Curcio, 1987). No obstante aunque exista en general un mayor aprendizaje de información explícita, que mostraría un predominio de la interpretación local, nuestros sujetos también realizan interpretación globales, caracterizadas por una comparación de las tendencias y patrones espaciales de la gráfica, ya que obtienen un rendimiento superior en información implícita frente a la información conceptual.

Por otra parte es interesante ver (Experimento 2) que el aprendizaje de los distintos tipos de información (explícita, implícita y conceptual) se ve afectado por el desarrollo y la instrucción. Aunque en relación con *la edad* y/o el nivel educativo, ambos experimentos muestran un mismo patrón general, donde los dos grupos de adolescentes mayores (1º BACH.C y 1º BACH.L) muestran un rendimiento superior al obtenido por los dos grupos de adolescentes pequeños (1º ESO y 3º ESO), los datos son más complejos y más interesantes cuando tenemos en cuenta la interacción entre la variable grupo y el tipo de información aprendida, observada en el segundo experimento.

En el caso de la información explícita de la gráfica no existen diferencias entre los distintos grupos, ya que como hemos comentado la información explícita de la gráfica es la que mejor se aprende en todos ellos. Este dato es coincidente con el trabajo de Bestgen (1980), que con tramos similares de edad (9, 13 y 17, nosotros: 12, 14 y 16) encuentra que cuando la tarea de interpretación consiste en una búsqueda de información que requiere lectura directa de valores de la gráfica no se dan diferencias entre los alumnos de los diversos niveles. En el caso de la información implícita destaca el grupo de 1º BACH.C con un rendimiento superior al resto de los grupos al mismo tiempo que muy próximo al alcanzado por ellos mismos en la información explícita de la gráfica. Este dato puede ser muy interesante desde el punto de vista del entrenamiento gráfico, ya que es en el aprendizaje de la información implícita donde más entran en juego las habilidades de *graphicacy* y destrezas matemáticas. Por último, en el caso de la información conceptual, que supone el nivel más complejo de procesamiento de la información gráfica, son los dos grupos de Bachillerato (1º BACH.C y 1º BACH.L) y 3º ESO los que muestran un rendimiento superior al grupo de los más pequeños (1º ESO).

Por tanto, la instrucción en la interpretación de este tipo de gráficas debería centrarse en el aprendizaje de información implícita y conceptual, mientras que no parece tan necesaria la enseñanza centrada en la información explícita de este tipo de gráficas al menos en los niveles de edad que estamos trabajando. De hecho, los efectos de la *instrucción* sobre el procesamiento de información gráfica merecen una reflexión adicional. Con respecto a esta variable, analizada a través de la comparación entre alumnos de 1º BACH. con orientación social (L) o científica (C), ambos experimentos arrojan resultados distintos, pero que en ningún caso favorecen a los sujetos que supuestamente tienen más conocimientos de este

dominio. El contenido de ambos experimentos (geografía económica y demografía) no era excesivamente complejo y era tratado en términos generales en los libros de texto que abarcaban el nivel de instrucción de nuestros sujetos. El experimento 2 no muestra diferencias en el rendimiento entre ambos grupos, y el experimento 1 muestra diferencias significativas a favor del grupo de Bachillerato de ciencias. De esto se podría deducir que la instrucción en el contenido de la gráfica (ciencias sociales) no ha tenido influencia en la interpretación de esta información, lo cual puede tener poco significado psicológico, ya que ignoramos cómo han sido enseñados estos sujetos y por tanto no podemos saber si es que esa instrucción ha sido ineficaz o que el contenido específico de las gráficas aquí utilizado es irrelevante, pero no deja de tener bastante relevancia educativa, ya que los sujetos que se orientan hacia los estudios sociales no muestran un mejor rendimiento en ese área, dato que por lo demás corrobora los obtenidos por nosotros en otras áreas como la química (Pozo y Gómez Crespo, 1998). En cambio, cuando se realizan comparaciones entre alumnos universitarios, con un mayor entrenamiento específico, la influencia del dominio específico resulta más clara, especialmente en el procesamiento de información conceptual (Postigo, 1998; Postigo y Pozo, 1998).

Por otra parte, el mejor rendimiento de los alumnos del grupo de ciencias en el experimento 1 se ve apoyado también por los efectos de la interacción entre la instrucción y el tipo de información aprendida en el experimento 2, que muestran una superioridad de los alumnos de ciencias (1° BACH.C) en el procesamiento de información implícita sobre el resto de los grupos, incluido en grupo 1° BACH.L, mientras que esas diferencias con los alumnos orientados hacia los estudios sociales desaparecen en el caso del aprendizaje conceptual, en el que cabe esperar una mayor influencia del conocimiento específico de dominio. En el aprendizaje de información implícita parece que la pericia relevante sería no tanto el conocimiento que el sujeto posea sobre el contenido de la gráfica —que influirá más en el aprendizaje conceptual, donde no hay efectos de la instrucción— sino su conocimiento sobre las diversas estructuras gráficas o formatos, es decir, un conocimiento sobre las sintaxis o convenciones de una gráfica.

El mayor rendimiento mostrado por los sujetos de 1° BACH.C puede plantear dos posibles interpretaciones. Por un lado puede ser debido a una mayor pericia en el procesamiento de la estructura gráfica de la información o *graphicacy*, que sería más común entre los alumnos de bachillerato con instrucción específica en ciencias donde cabe pensar que es más frecuente el uso de gráficas numéricas. Pero por otro lado, puede deberse a que disponen de mejores estrategias para la cuantificación de la información, como muestra el hecho de que el grupo de 1° BACH.C muestre un rendimiento significativamente superior al del grupo de 1° BACH.L en el cuestionario de razonamiento proporcional. De hecho, esta puede ser una variable esencial en el aprendizaje de gráficas numéricas. Pensamos que futuros estudios deberían profundizar en el análisis de la influencia de la instrucción sobre el aprendizaje de la información gráfica, en una triple dirección: influencia del conocimiento específico del dominio de la gráfica, utilizando tareas conceptualmente más complejas y sujetos expertos y novatos en ese dominio, influencia de la instrucción en el procesamiento de información gráfica o *graphicacy*, comparando sujetos con diferente nivel de entrenamiento gráfico, y finalmente, en el caso de las gráficas numéricas, influencia del conocimiento y el razonamiento matemático sobre el dominio de la estructura numérica de la gráfica, comparando sujetos con mayor o menor pericia matemática. Creemos que el estudio de la interacción entre estas tres variables puede ayudarnos a entender mejor cuándo y por qué realmente una gráfica es más eficaz que un montón de datos.

Referencias

- BERTIN, J. (1983). *Semiology of graphics*. Madison: University of Wisconsin Press.
- BESTGEN, B. (1980). Making and interpreting graphs and tables: results and implications from National Assessment. *Arithmetic Teacher*, December, 26-29.
- CARSWELL, C. M., EMERY, C. & LONON, A.M. (1993). Stimulus complexity and information integration in the spontaneous interpretation of line graphs. *Applied Cognitive Psychology*, 7, 341-357.
- CURCIO, F. R. (1987). Comprehension of mathematical relationships expressed in graphs. *Journal for Research in Mathematics Education*, 18 (5), 382-393.
- GARCÍA, G. y MARTOS, E. (1992). *Utilización de los gráficos en el aula: métodos y ejemplos*. Badajoz: Alborán.
- GOBBO, C. (1994). On children's understanding of an economic concept: the role of graphics in evaluation. En W. Schnotz & R. W. Kulhavy (Eds.), *Comprehension of graphics* (pp. 227-250). Amsterdam: North-Holland.
- GUTHRIE, J. T., WEBER, S. & KIMMERLY, N. (1993). Searching documents: cognitive processes and deficits in understanding graphs, tables and illustrations. *Contemporary Educational Psychology*, 18, 186-221.
- HOLLANDS, J. G. y SPENCE, I. (1992). Judgments of change and proportion in graphical perception. *Human Factors*, 34 (3), 313-334.
- KOSSLYN, S. M. (1989). Understanding charts and graphs *Applied Cognitive Psychology*, 3, 185-226.
- LEINHARDT, G., ZASLAVSKY, O. y STEIN, M. K. (1990). Functions, graphs, and graphing: tasks, learning and teaching. *Review of Educational Research*, 60 (1), 1-64.
- LEÓN, J. A. (1999). Mejorando la comprensión y el aprendizaje del discurso escrito: estrategias del lector y estilos de escritura. En J. I. Pozo y C. Monereo (Coords.), *El aprendizaje estratégico: enseñar a aprender desde el currículo* (pp. 153-169). Madrid: Santillana/Aula XXI
- MOLITOR, S., BALLSTAEDT, S. P. y MANDL, H. (1989). Problems in knowledge acquisition from text and pictures. En H. Mandl y J. R. Levin (Eds.), *Knowledge acquisition from text and pictures* (pp. 3-35). Amsterdam: North-Holland.
- PADILLA, M. J., MCKENZIE, D. L. & SHAW, E. L. (1986). An examination of the line graphing ability of students in grades seven through twelve. *School Science and Mathematics*, 86 (1), January, 20-26.
- POSTIGO, Y. (1998). *El aprendizaje de la información gráfica: mapas geográficos y gráficas*. Tesis doctoral. Facultad de Psicología. Universidad Autónoma de Madrid.
- POSTIGO, Y. y POZO, J. I. (1996). Codificación de mapas geográficos: diferencias entre expertos y novatos en el aprendizaje de distintos tipos de información. *Cognitiva*, 8 (1), 3-24.
- POSTIGO, Y. & POZO, J. I. (1998). The learning of a geographical map by experts and novices. *Educational Psychology*, 18 (1), 65-80.
- POSTIGO, Y. y POZO, J. I. (1999). Hacia una nueva alfabetización: el aprendizaje de información gráfica. En J. I. Pozo y C. Monereo (Coords.), *El aprendizaje estratégico: enseñar a aprender desde el currículo* (pp. 251-267). Madrid: Santillana/Aula XXI
- POZO, J. I. y GÓMEZ CRESPO, M. A. (1998). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Morata.
- PREECE, J. (1983). Graphs are not straightforward. En T. R. G. Green & S. J. Payne (Eds.), *The psychology of computer use: a european perspective* (pp. 41-56). London: Academic Press.
- PREECE, J. & JANVIER, C. (1993). Interpreting trends in multiple-curve graphs of ecological situations: The role of context. *International Journal Science Education*, 15 (2), 199-212.
- SCHNOTZ, W. (1993). Understanding Logical Pictures. Friedrich-Schiller-University of Jena, Department of Educational Psychology: *Research Report 1*.
- WAINER, H. (1980). A test of graphicacy in children. *Applied Psychological Measurement*, 4, 331-340.
- WAVERING, M. J. (1989). Logical reasoning necessary to make line graphs. *Journal of Research in Science Teaching*, 26 (5), 373-379.
- WEIDENMANN, B. (1994). Codes of instructional pictures. En W. Schnotz & R.W. Kulhavy (Eds.), *Comprehension of graphics* (pp. 29-42). Amsterdam: North-Holland.
- WINN, W. D. (1989). The design and use of instructional graphics. En H. Mandl y J.R. Levin (Eds.), *Knowledge acquisition from text and pictures* (pp. 125-144). Amsterdam: North-Holland.

Extended Summary

The limited research on the interpretation of graphs by adolescents show that very superficial learning takes place and that difficulties appear when they are required to go beyond this elemental level and interpret the information represented in the graph. However, graph interpretation involves both describing and explaining a graph profile, and the depth in which this is done will depend on the knowledge of the subject who is interpreting the graph.

Two forms of graph interpretation are distinguished: 1) local, and 2) global interpretation. In contrast with this dichotomy, the present study proposes the existence of a *continuum* made up of different levels of processing graphic information. The diverse information that may be presented in a graph is here divi-

ded into three levels. 1) The first level focuses on identifying several explicit elements in the graph (title, values,...). 2) The second level involves analysing trends, implicit in the relationship between variable values, through syntactic resources used in graph construction. 3) The third level —the most complex— consists in going further than the explicit and implicit contents by making use of one's knowledge of what is being represented in the graph in order to establish conceptual relations based on an overall analysis of the graph's structure.

The paper studies how adolescent students of different ages and instruction learn from graphs. For this purpose, two experiments were undertaken to analyse: 1) subject's levels of processing; 2) the influence of the graphic structure and the structure of numerical relation, which constitute two specific factors of this kind of information; and 3) the role of subjects' specific instruction and proportional reasoning on the interpretation of the information.

Experiment 1 analyses how the graphic structure influences subjects' interpretation of information. For this purpose, we manipulated graph format (i.e. table, barr graph, pie chart, and text) to study its influence on the kind of processing made by the subjects. A questionnaire on format change was designed to analyse which graphic structure makes changing from one format to another easier and the kind of errors that may be made with each one. Finally, to study the effect of specific instruction on learning graphic information as a function of three different types of expertise (i.e., expertise concerning the content represented, knowledge on syntax or graphicacy, and knowledge on information quantification), we compared secondary school science students' achievement with that of art students.

The sample was made up of 320 students of different ages (12, 14, and 16 years) receiving different types of instruction. They were divided into 16 groups according to their level of education and specific experimental conditions. Testing included a study phase and an evaluation phase. During the study phase all subjects viewed the same information presented in one of the four possible graph formats. In the evaluation phase subjects questionnaires on format change, types of information, and proportional reasoning were given to the subjects.

The results show differences in subjects' achievement as a function of age and instruction when they are asked to learn the same information, but with varying graphic structure. First, they confirm the graphic facilitation hypothesis insofar as subjects' achievement is greater when presented with graphic formats than with text format. Although there were no significant differences between graphic formats, the table tends to be the easiest format. Second, learning is superficial and focused on processing explicit information, as opposed to other types of processing that need a more elaborate and in-depth learning. Implicit information is observed to be processed before conceptual information. This result does not only support the existence of different types of information, but also a predicted hierarchy of difficulty for each one ranging from simpler explicit information to more complex conceptual information. Third, learning improves with subjects' age. Thus, students' achievement was significantly greater for the two older age groups (16 year olds in both sciences and arts) than for the two younger groups (12 and 14 year olds). Differences were also found within the 16 years old students. Specifically, the science group learned more than the art group. Regarding the influence of type of instruction, it seems that when it is applied to the information content (social sciences), it does not influence learning; on the other hand, both graphicacy and mathematical competence seem to be relevant.

Experiment 2 studies the effect of the numerical relation structure of the variables represented in the graph on learning. For this purpose, graphs were

designed with different number of variables represented (one or two variables), and type of variables (ordinal and nominal variables). As in experiment 1, we studied the type of processing involved in learning graphic information in a sample of adolescents of different ages. We also analysed the influence of type of instruction and subjects' proportional reasoning ability on learning. The sample were 320 students —of the same age and instruction as in experiment 1— divided into 16 groups according to their level of education and specific experimental conditions. Testing included two phases. During the study phase subjects viewed one of the four possible graphs. Then in the evaluation phase subjects filled questionnaires on types of information, and proportional reasoning.

Results support those obtained in Experiment 1. The same patterns were observe with respect to: type of information learned, age influence, and subjects' proportional reasoning ability. Moreover, subjects' achievement was greater with nominal rather than ordinal graphs, and with graphs with one rather than two variables. Finally, learning the different types information in a graph varied from group to group. Although all the groups learned explicit information well, differences emerged when required to process implicit and conceptual information. This result reflects, on the one hand, the degree of difficulty of the different types of information and, on the other, the influence of instruction in favour of science instruction compared with social science instruction.

In sum, interactions between the structure of the relation and the type of information point to a preference for nominal over ordinal variables, and one variable graphs when learning explicit information. However, these differences disappeared for implicit and conceptual information. According to these results, the discrete nature and high accessibility of nominal variables in simple and one variable graphs favoured explicit information processing —which could be referred to as “the superficial structure of graphs”— but did not favour learning implicit and conceptual information present in the graph, which require more elaborate and in depth processing.