

¿INFLUYE LA FORMACIÓN ACADÉMICA DE LOS ESTUDIANTES EN SU COMPRENSIÓN DE LAS REPRESENTACIONES GRÁFICAS CARTESIANAS?

GARCÍA GARCÍA¹, JOSÉ JOAQUÍN y PERALES PALACIOS², FRANCISCO JAVIER

¹ Departamento de Enseñanza de las Ciencias y las Artes. Facultad de Educación. Universidad de Antioquia. Medellín. Colombia.

² Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Granada. España.

Palabras clave: Representaciones; Gráficas cartesianas; Formación académica; Didáctica de las ciencias.

OBJETIVO

Este trabajo presenta los resultados de un estudio sobre la influencia de la formación académica de los estudiantes en su comprensión de la información gráfica, cuando interpretan una representación gráfica cartesiana referida a la Química e incluida en un libro de texto de Bachillerato.

MARCO TEÓRICO

La Ciencia, utiliza para construir y comunicar los conceptos, representaciones semióticas externas (que usan sistemas de signos), como gráficas, diagramas, ecuaciones, ilustraciones o enunciados. Así, el aprendizaje de los conceptos científicos está ligado al de estas representaciones y al de sus procesos de formación y transformación. Este trabajo se ocupa de un tipo especial de representaciones pictórico- analógicas, las gráficas cartesianas. Estas gráficas se usan en las ciencias como representaciones puente entre los datos experimentales y las formalizaciones científicas. Es decir, se usan para determinar las relaciones entre las variables que intervienen en los fenómenos y así poder modelizarlos. En la enseñanza de las ciencias estas gráficas sirven para visualizar conceptos y relaciones abstractas difíciles de comprender. En cuanto a la comprensión de los contenidos expuestos por este tipo de gráficas, Postigo y Pozo (2000) proponen que su interpretación se lleva a cabo en tres niveles de procesamiento de la información:

- a) Explícito: en él se identifican los elementos gráficos (título, variables, datos, etc).
- b) Implícito: requiere del razonamiento proporcional y en él se identifica la relación entre las variables, y se decodifican y traducen las leyendas, convenciones y símbolos.
- c) Conceptual: en él se establecen conclusiones, explicaciones y predicciones desde el análisis de la gráfica.

A pesar de la importancia de las gráficas cartesianas en las ciencias, en la enseñanza de las mismas y en su aprendizaje, los estudiantes presentan grandes dificultades para comprenderlas e interpretarlas. Para explicar estas dificultades se ha argumentado la influencia de factores como: carencias en el desarrollo cognitivo de los estudiantes (Berg y Smith, 1994) y / o en sus habilidades para construir e interpretar gráficas (McMann y McMann, 1987); la necesidad de convertir estas gráficas en otro tipo de representaciones para

poder interpretarlas (Duval, 1988); y el uso pasivo de estas gráficas en las aulas, que excluye su construcción e interpretación por parte de los estudiantes (Ainley, Nadi y Pratt, 2000). En este artículo nos interesamos por indagar acerca de la influencia de otro factor en la comprensión de este tipo de representaciones gráficas, la formación académica de los estudiantes.

DESARROLLO DEL TEMA

Hipótesis y variables estudiadas

Teniendo en cuenta que la mayoría de los estudiantes presenta dificultades para comprender e interpretar las representaciones gráficas cartesianas, en esta investigación se formuló la siguiente hipótesis:

“La formación académica de los estudiantes no influye en su comprensión de la información gráfica, cuando ellos interpretan gráficas cartesianas que se usan para exponer temas propios del campo de la Química”.

Para verificar esta hipótesis se estudió la influencia de la variable formación académica sobre un grupo de variables referidas a la comprensión que tienen los estudiantes de las gráficas cartesianas.

- Variable formación académica de los estudiantes:

Para estudiar esta variable se establecieron tres categorías:

- Formación académica básica.
- Formación universitaria en ciencias experimentales.
- Formación universitaria en campos ajenos a las ciencias experimentales.

- Variables relacionadas con la comprensión de las representaciones gráficas

Estas variables se hacen operativas usando los tres niveles de procesamiento de la información gráfica planteados por Postigo y Pozo (2000), entendiéndolos como niveles de comprensión. Cada nivel se evaluó considerando el grado de ejecución global que presentaba el estudiante al resolver tres tareas indicadoras propias del mismo (véase la tabla 1). El grado de ejecución global de cada nivel es igual a la suma de los puntajes alcanzados en la ejecución de las tres tareas propias del nivel. Para valorar las respuestas se asignan tres puntos a las respuestas correctas, dos a las incorrectas y un punto cuando no se elabora una respuesta a la tarea.

Metodología

Para recolectar la información necesaria se diseñó una prueba en la que se proponía para el análisis una gráfica cartesiana extractada de un libro de texto de Física y Química usado en el Bachillerato, y que se refería al tema de las leyes coligativas de las soluciones, tema que es tratado asiduamente en los libros de texto usando este tipo de gráficas (véase la figura 1). La prueba presentaba 9 cuestiones distribuidas en tres grupos, con tres cuestiones cada uno. Cada grupo se refería a un nivel de comprensión de la información gráfica y a tres tareas indicadoras de dicha comprensión. La prueba fue revisada por dos especialistas en Didáctica de las Ciencias y presentó una alfa de Crombach de 0,7384. Esta prueba se aplicó a una muestra de 290 estudiantes distribuidos en tres grupos de la siguiente forma: 52 de segundo curso de la Diplomatura en Educación Primaria de la Universidad de Granada, 68 de segundo curso de la Licenciatura en Química de la Universidad de Granada y, 170 de segundo curso de Bachillerato del colegio Champagnat de Bogotá (Colombia).

TABLA 1
VARIABLES REFERIDAS A LA COMPRESIÓN DE LA INFORMACIÓN GRÁFICA.

Variable	Tareas indicadoras	Estructura de la tarea
Nivel de comprensión de la información explícita	Identificación de variables	Determinar el nombre de las variables y clasificarlas: su ejecución es correcta cuando se identifican y clasifican adecuadamente las variables e incorrecta cuando éstas se identifican pero no se les clasifica adecuadamente.
	Lectura de datos	Leer los valores de las variables relacionadas en la gráfica: se puede cumplimentar comparando el valor tomado por las variables en dos puntos diferentes, que pueden pertenecer a dos curvas o a una misma línea gráfica.
	Asignación de título	Proponer un título a la gráfica: su ejecución es correcta si el título incluye las variables relacionadas, el fenómeno al cual se refiere y / o el contexto en el cual se relacionan; y es incorrecta cuando sólo incluye uno de estos aspectos.
Nivel de comprensión de la información implícita	Identificación de la relación	Expresar el tipo de relación existente entre las variables: puede realizarse cuando se determina cómo varía una variable en relación con la otra.
	Clasificación de la relación	Identificar patrones y tendencias en la gráfica: se aborda determinando el tipo de proporcionalidad que se presenta entre las variables relacionadas.
	Reconocimiento de términos	Manejo, decodificación y / o definición de las convenciones, términos, leyendas o símbolos que acompañan a la gráfica.
Nivel de comprensión de la información conceptual	Elaboración de síntesis conceptuales	Construir conclusiones a partir de la información aportada por la gráfica: su ejecución es correcta cuando éstas son pertinentes y con un buen nivel de generalización.
	Elaboración de explicaciones	Explicar fenómenos a partir de la información gráfica: su ejecución es correcta cuando las explicaciones relacionan claramente el fenómeno a explicar con las relaciones entre las variables expuestas en la gráfica.
	Elaboración de predicciones	Predecir el comportamiento de las variables en fenómenos relacionados con la información gráfica: su ejecución es correcta cuando la predicción realizada está soportada por algún procedimiento operativo de tipo matemático o por una justificación adecuada.

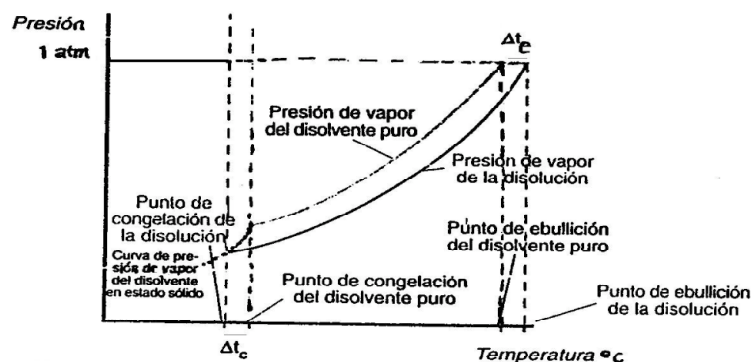


FIGURA 1
Gráfica cartesiana propuesta para el análisis en la prueba.

(Fuente: GARCÍA, T; CANTOR, M.S; GARCÍA, J.R y RODRÍGUEZ, J. 1998. *Física y Química. Bachillerato*. Guadiel. Barcelona, p. 229)

Resultados: análisis y discusión

La prueba ANOVA muestra que las diferencias entre las medias para cada uno de los grupos (véase la tabla 2 y el gráfico 1) son significativas sólo para los niveles de comprensión explícita ($F = 3.702$, $p = 0.028$) y conceptual ($F = 12.601$, $p = 0.000$) y no lo son para el nivel de comprensión implícita ($F = 1.823$, $p = 0.167$). La prueba Tukey para el nivel de comprensión explícita muestra que la diferencia es significativa sólo entre los grupos de Licenciatura en Química y de la Diplomatura en Educación ($I - J = 1.60$ y $p = 0,021$). La prueba también muestra que para el nivel de comprensión conceptual, la diferencia es significativa sólo entre el grupo de Bachillerato y los otros dos grupos ($I - J = 1,65$ y $p = 0,007$ cuando se le compara con el grupo de Diplomatura, e $I - J = 2,00$ y $p = 0,000$ cuando se le compara con el de Licenciatura).

TABLA 2
Cuadro de medias: grupo académico vs niveles de comprensión (puntuación máxima: 9).

NIVEL DE COMPRENSIÓN	EXPLICITO	IMPLÍCITO	CONCEPTUAL
Grupo académico			
Diplomatura en Educación	6,29	6,57	4,57
Licenciatura en Química	7,89	7,33	4,22
Bachillerato	7,17	7,51	6,22

Las diferencias en el nivel de comprensión explícita entre el grupo de Licenciatura y el de Diplomatura podrían deberse a que la formación de este último no se dirige a que los maestros realicen investigación experimental en sus aulas, y a que en ésta los contenidos se presentan más como el fruto de reflexiones hermenéuticas que como el resultado de estudios experimentales. Así, en este tipo de formación no se incluyen espacios para identificar variables en gráficas, leer sus datos o asignarles un título. Por otra parte, el que la formación del grupo de Licenciatura en Química sólo afecte positivamente a su comprensión de la información gráfica explícita de la gráfica puede indicar que dicha formación sólo hace énfasis en los aspectos superficiales del análisis gráfico.

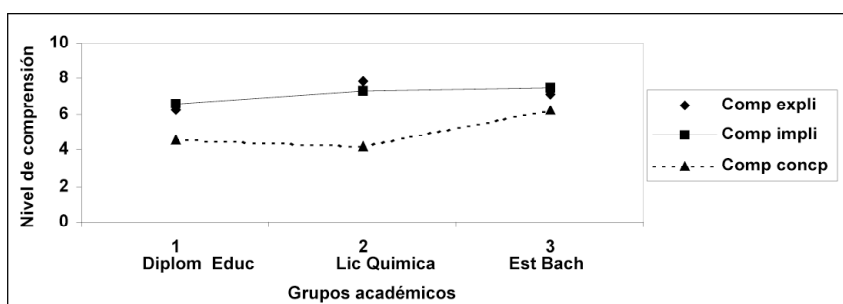


GRÁFICO 1
Niveles de comprensión de los estudiantes sobre un gráfico cartesiano de acuerdo al grupo académico al que pertenecen.

Las diferencias en el nivel de comprensión conceptual entre el grupo de Bachillerato y los dos grupos universitarios pueden deberse a varios factores. En primer lugar, a que la formación de los grupos universitarios se ha centrado más en el tratamiento algebraico de las relaciones entre las variables y en la memorización de los conceptos, que en su comprensión, y a que ha abusado de las ecuaciones y los enunciados, en detrimento de las representaciones gráficas.

En segundo lugar, esa misma formación universitaria podría haber sido pobre en oportunidades para realizar actividades de conversión de las gráficas cartesianas en expresiones algebraicas o enunciados, conversiones que son necesarias para ejecutar las tareas indicadoras del nivel de comprensión conceptual, de la información gráfica. Esto es argumentado también por Duval (1988), quien plantea que en la enseñanza de las ciencias se sigue un enfoque tradicional monoregistro, que no permite la conversión entre distin-

tas representaciones, y que provoca aprendizajes intransferibles y a corto plazo. Esto último podría explicar la mayor comprensión de la información gráfica que tienen en el nivel conceptual los estudiantes de Bachillerato en relación con los de universidad. Es decir, la diferencia podría ser causada por la menor distancia en el tiempo entre sus aprendizajes y la ejecución de las tareas del nivel conceptual.

En tercer lugar, la formación universitaria podría haber hecho poco uso de las gráficas cartesianas con el fin de que los estudiantes elaborasen conclusiones, explicaciones o predicciones sobre el comportamiento de los fenómenos, usos que al parecer están reservados al doctorado y al post- doctorado (Ainley, Nadi y Pratt. 2000).

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos permiten concluir que la formación académica de los estudiantes no influye fuertemente en su comprensión de las representaciones gráficas cartesianas, y que esta influencia sólo es significativa en su comprensión de los aspectos superficiales de las mismas. Además, permiten inferir que al aumentar la formación académica parece reducirse la comprensión de las representaciones gráficas cartesianas en el nivel conceptual, tal vez por el olvido de los contenidos generado por aprendizajes a corto plazo. Esto hace recomendar que los temas de la investigación experimental sean contemplados en los programas universitarios diferentes a los de Ciencias Experimentales y que, tanto en la formación básica como en la universitaria en Ciencias Experimentales, se propongan más actividades de interpretación de gráficas cartesianas, que exijan el procesamiento de la información gráfica en el nivel conceptual.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por la *Agencia Española de Cooperación Internacional AECI* y el *Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología “Francisco José de Caldas” COLCIENCIAS*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AINLEY, J., NADI H. y PRATT, D. (2000). The construction of meaning for trend in active graphing. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 5, pp. 85 - 114.
- BERG, C.A. y SMITH P. (1994). Assessing Students’ abilities to construct and interpret line graphs: disparities between multiple - choice and free – response instruments. *Science Education*, 78, (6), pp. 527 - 554.
- DUVAL, R. (1988). Graphiques et équations. *Annales de Didactique et Sciences Cognitives*, 1, pp. 235 - 253.
- MCMANN, F.C.y MCMANN, C.J. (1987). Understanding Data. *Social Education*, 51, (5), pp. 365 – 370.
- POSTIGO, Y. y POZO, J.I. (2000). Cuando una gráfica vale más que 1000 datos: la interpretación de gráficas por alumnos adolescentes. *Infancia y Aprendizaje*, 90, pp. 89 - 110.