

¿CÓMO CONCEPTUALIZAN LOS ESTUDIANTES Y LOS DOCENTES UNIVERSITARIOS EL TEMA “GRÁFICOS”?

IDOYAGA, IGNACIO^{1,3} ; LORENZO, MARÍA GABRIELA^{1,2}

¹Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica (CIAEC), Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires.

²Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Cátedra de Física, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires.

iidoyaga@ffyb.uba.ar

RESUMEN

Este trabajo presenta un análisis comparativo sobre las conceptualizaciones sobre gráficos de tres colectivos diferentes. Veintisiete estudiantes del ciclo común de las carreras de Farmacia y Bioquímica, ocho de sus docentes y veintiséis estudiantes de Diseño de Imagen y Sonido respondieron las siete preguntas del cuestionario sobre concepciones y aplicaciones de los gráficos. Los resultados muestran que las representaciones, los gráficos cartesianos y las ilustraciones son las principales conceptualizaciones sobre el gráfico. Además, se evidenciaron algunas dificultades en la definición del concepto. Existen claras diferencias entre los grupos de estudiantes analizados. Otro aspecto destacado es que a pesar de su uso ampliamente extendido en la enseñanza y el aprendizaje, nuestros resultados parecen revelar una comprensión superficial y memorística del concepto el que se suele aplicar de una manera mecanicista y acrítica. Por último, es necesario aumentar la investigación sobre los gráficos para aprender acerca de las conceptualizaciones de los estudiantes y su impacto en el aprendizaje para lograr la competencia profesional.

Palabras clave: gráfico, universidad, aprendizaje de las ciencias experimentales, graficación.

INTRODUCCIÓN

En este trabajo presentamos un análisis comparativo sobre las conceptualizaciones sobre gráficos de tres colectivos diferentes. Por un lado, estudiantes y docentes de la misma carrera universitaria para explorar las interpretaciones que realizan sobre el concepto de gráficos. Por otro lado, estudiantes de carreras diferentes para investigar si el contexto de aprendizaje incide en la forma de conceptualizar. Nuestros resultados permitirán elaborar estrategias de enseñanza que favorezcan un mejor desempeño en el aprendizaje de los gráficos.

Las representaciones gráficas se pueden clasificar según la forma en que se presenta la información y su relación con el objeto o fenómeno representado (Postigo y Pozo, 1999): a) Los *diagramas*: representan espacialmente relaciones conceptuales (por ejemplo: cuadros sinópticos y redes conceptuales). b) Los *gráficos*: representan en el espacio relaciones numéricas o cuantitativas entre variables (histogramas y gráficos de torta, entre otros). c) Los *mapas, planos y croquis*: representan relaciones espaciales selectivas, en general respetando una escala. d) Las *ilustraciones*: intentan representar una imagen reproductiva semejante al objeto de referencia.

La alfabetización gráfica (*graphicacy*) como complemento de la alfabetización literaria, para alcanzar las competencias necesarias para “descifrar” los mensajes gráficos (Núñez *et al.*, 2009; Postigo y Pozo, 2000) es imprescindible dada la gran variedad de información gráfica, que va desde elementos icónicos o pictóricos hasta complejas representaciones con sintaxis propias de elevado procesamiento cognitivo. Los gráficos aparecen como elementos recurrentes en nuestro desempeño social y cultural. Si se pretende que sirvan a los estudiantes para aprender por medio de ellos (Pérez Echeverría, *et al.*, 2009) además de para analizar datos (Kosslyn, 2006) y como herramienta de comunicación (Leinhardt, *et al.*, 1990) es necesario enseñar y aprender los elementos sintácticos, semánticos y estructurales, que posee este tipo particular de información (Lorenzo y Pozo, 2010). La sintaxis y las restricciones que poseen estos sistemas tienen que ser compartidas tanto por los lectores como por los constructores de gráficos para que la información sea entendida y correctamente transmitida (Martí, 2003).

El aprendizaje a partir de información gráfica requiere entonces ser capaces de procesar la información aportada por el gráfico en pos de construir conocimiento a partir de ella. En este sentido, los gráficos pueden ser procesados en tres niveles diferentes según el tipo de información de que se trate (Postigo y Pozo, 2000): a) La *información explícita* es el nivel más superficial de lectura del gráfico. Se trata de identificar los elementos presentes en el gráfico (el título, número, nombre, tipo y los distintos valores de las variables). b) La *información implícita* requiere encontrar patrones y tendencias identificando relaciones entre las variables involucradas. Este nivel exige que el gráfico sea interpretado globalmente y supone un cierto conocimiento y manejo de los diversos tipos de gráficos (determinar la pendiente de una recta sería uno de estos procesos). c) La *información conceptual* requiere en gran medida de los niveles anteriores y está centrada en el establecimiento de relaciones conceptuales a partir del análisis global de la estructura del gráfico, lo que hace necesario ir más allá de la información contenida de modo explícito e implícito en el gráfico y recuperar otros conocimientos disponibles en la memoria a largo plazo, relacionados con el contenido representado para realizar interpretaciones,

explicaciones o predicciones sobre el fenómeno representado en el gráfico. Así, este nivel, resulta una instancia de reconstrucción intrínseca de la representación para resignificarla.

Las capacidades relacionadas con los dos primeros niveles de procesamiento de la información gráfica suelen alcanzarse en la escuela secundaria (Nuñez, *et al.*, 2009) y quedaría para la universidad, la tarea de alcanzar las herramientas que posibiliten un procesamiento al nivel de *la información conceptual*. Sin embargo, nuestros estudios (Idoyaga y Lorenzo, 2012) muestran un mayor interés del profesorado orientado a que los alumnos alcancen otras competencias dejando de lado las relacionadas con este nivel, lo que no permitiría lograr en los estudiantes un desempeño adecuado en sus carreras universitarias aumentando el riesgo de deserción.

Para promover un mayor conocimiento sobre los gráficos resulta necesario conocer el procesamiento conceptual que realizan los estudiantes y profesores sobre ellos y las creencias y opiniones (Kloosterman, 1996 y 2002) que moldean sus esquemas mentales durante el aprendizaje.

Desde el punto de vista formal, los gráficos, como todo concepto abstracto, está constituido por cuatro elementos: un *nombre* o *etiqueta*, una *descripción*, una *explicación* y la *ejemplificación*. La descripción presenta las características del objeto; mientras que la explicación plantea cómo o por qué se genera o se comporta un objeto (Campos Hernández, 2005). El elemento denominativo (etiqueta) es importante por la experiencia cognoscitiva y la claridad comunicativa, su contenido se expresa mediante los otros tres elementos (descripción, explicación y ejemplos).

A pesar de la profusa aplicación de los gráficos en las ciencias, y por tanto en su enseñanza y aprendizaje, la investigación sobre su utilización, comprensión e interpretación resulta bastante limitada y heterogénea (Hollands y Spence, 1992; Schnotz, 1993).

METODOLOGÍA

En primer lugar se plantea una investigación en contexto que mantenga conexiones muy estrechas entre la investigación didáctica, la innovación pedagógica y la formación docente (de Jong, 1996). El contexto de esta investigación corresponde a los escenarios reales de actuación de los docentes y sus alumnos universitarios de las Facultades de Farmacia y Bioquímica (FyB) y de Arquitectura, Diseño y Urbanismo (DIS) de la Universidad de Buenos Aires.

Participantes

Participaron voluntariamente 53 estudiantes universitarios, 27 de la FyB y 26 de DIS. En ambos casos fueron seleccionados aleatoriamente de un total de 100 y 140 alumnos respectivamente a través de un muestreo por conglomerados de grupos completos antes del inicio de clases presenciales. Los del primer grupo pertenecían al curso de Física que forma parte del segundo año del Ciclo Común. Durante las dieciséis semanas de duración del curso se realizan catorce trabajos prácticos para los cuales se confeccionan informes que, sin excepción, incluyen gráficos. En todas las instancias de acreditación de la materia los estudiantes deben construir gráficos que son evaluados conforme a los criterios explicados en una clase con tiempo específicamente dedicado a este fin. Dada la importancia concedida por el currículum de la asignatura al tema de

gráficos se comprende la necesidad de profundizar sobre su conocimiento para lograr mejores estrategias de enseñanza que promuevan un aprendizaje más significativo.

La Figura 1 indica la composición y características de las muestras.

Grupo	Total	Mujeres (%)	Varones (%)	Edad promedio (años)	Tiempo (min)
FYB	27	85	15	22	20
DIS	26	74	26	24	20

Figura 1. Composición y características de las muestras de Estudiantes

Grupo Docentes (DOC): Participaron voluntariamente ocho docentes (figura 2), en su mayoría nóveles con título de grado farmacéutico y/o bioquímico que dictan sus clases en la Cátedra de Física. La formación pedagógica corresponde únicamente al Curso de Formación y Capacitación Docente recibido en la propia Cátedra. La aplicación del cuestionario fue bajo la modalidad presencial en forma personal e individual a cargo de un entrevistador.

Docente N°	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
Antigüedad en el cargo (años)	12	5	8	4	4	3	3	5
Edad	37	27	33	26	26	26	25	26

Figura 2. Característica de los docentes participantes

Tarea

Con el objeto de recabar información que facilitara la elaboración de un cuestionario cerrado aplicable a grupos masivos, se diseñó un cuestionario exploratorio de respuesta abierta de lápiz y papel conformado por siete preguntas (Figura 3).

P1	¿Qué son los gráficos?
P2	¿Para qué sirven los gráficos?
P3	¿Conocés distintos tipos de gráficos? ¿Cuáles?
P4	¿Cuándo y para qué vos usás los gráficos?
P5	¿Tiene alguna importancia para vos saber construir y leer gráficos? ¿Por qué?
P6	En tu carrera universitaria ¿Se usan gráficos en alguna materia? ¿En cuántas? ¿En cuáles?
P7	En tu opinión, para las personas en su vida cotidiana ¿Tiene alguna importancia saber construir y leer gráficos? ¿Por qué?

Figura 3. Cuestionario aplicado

Las preguntas P1 a P3 fueron diseñadas para indagar la capacidad de los estudiantes para explicar el concepto de gráfico (elemento descriptivo, componente explicativo y ejemplos). Las P4 a P7 buscaban examinar las creencias de los estudiantes sobre la utilidad, importancia y transversalidad del concepto. La P7 incorporaba la dimensión social de este tipo de representación.

Diseño y Análisis de datos

Teniendo en cuenta los diferentes tamaños de las muestras se decidió optar por dos tipos de análisis diferentes. Por un lado, las respuestas de los estudiantes fueron analizadas cualitativa y cuantitativamente aplicando cálculo de porcentajes. Por otro, para las respuestas del grupo de docentes fueron analizadas a través de un estudio de casos.

Las categorías para el análisis de las respuestas fueron las siguientes:

- P1: a) Representación (R), describen los gráficos como un tipo de representación externa y de las que se desprende la existencia de una sintaxis, semántica y restricciones propias. b) Herramienta (H), describen los gráficos como instrumentos de cualquier índole. c) Ilustración (I), sugieren que los gráficos tienen finalidades estrictamente informativas o estéticas. d) Ejemplo Cartesiano (x/y), lo utilizan como ejemplo particular para la descripción del concepto de gráficos.
- P2: Según los verbos empleados en las respuestas que guardan cierta relación con la taxonomía propuesta por Bloom (Katz, 1996): a) Nivel Informativo (NI) ilustrar o indicar. b) Nivel Operativo (NO) organizar, clasificar, diferenciar, ordenar, comparar, medir correspondientes al nivel de pensamiento analítico. c) Nivel Explicativo (NE) demostrar, plantear, evaluar o interpretar vinculados al nivel del pensamiento relacional. d) Nivel Predictivo (NP) emplea términos de procesamiento de orden superior como predecir u obtener nueva información, más relacionado con el pensamiento sintético. e) Ejemplo Cartesiano (x/y) Por fuera de estos niveles se destaca las respuestas que señalaban específicamente este particular tipo de gráfico.
- P3: Los ejemplos se cuantificaron según su presencia en las respuestas. Entre los mencionados aparecen: Gráfico cartesiano (x/y), Gráfico de torta (T), Gráfico de barras (B).
- P4 (uso de los gráficos): a) Herramienta Cognitiva (HC), cuando los gráficos son usados para llevar adelante procesos de construcción de un concepto y se utilizan verbos como: comprender, analizar, recordar, sintetizar, aprender, explicar, evaluar y estudiar entre otros. b) Herramienta Operativa (HO), cuando se emplean para organizar información externa al sujeto de un modo visualmente accesible expresada en términos como: organizar, ordenar, editar, diseñar y calcular. c) Ilustración (I), cuando los gráficos son usados como complemento estético o con fines estrictamente informativos.
- P5, P6 y P7: Se valoró en una escala relativa de cinco niveles teniendo en cuenta el uso de subjetivemas (Baja-B, Media-M, Alta-A, Relativa-R y L>C). R correspondió aquellas respuestas que consideraron expresamente una importancia particular para ciertos casos. L>C aparece en P7 donde los estudiantes valoraron de forma diferente la importancia de leer y/o construir gráficos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis por grupo de pertenencia. FYB

Para describir el concepto de gráficos (P1) el 37% de los estudiantes utilizaron la categoría conceptual *Representación*, el 15% se refirieron como *Ilustración* y sólo un 7% a *Herramienta*. El 33% describieron gráficos cartesianos específicamente en lugar de describir el concepto de gráfico en sentido amplio de representación externa.

Con respecto al componente explicativo (P2) predominó una explicación a Nivel Operativo (48%), seguida de una a Nivel Informativo (15%). Sólo hubo dos referencias al Nivel Explicativo y una para el Nivel Predictivo. Los ejemplos de gráficos mayormente mencionados por estudiantes fueron Tortas (59%), Barras (67%) y los Cartesianos (63%). Ninguno de los voluntarios ejemplificó con otros tipos de gráficos. Es decir que el 56% de los participantes no lograron explicitar el concepto de gráfico utilizando los tres elementos requeridos. El 26% no brindaron ejemplos de gráficos.

Por otra parte, con respecto al uso que dan a los gráficos (P4) reportaron un uso como Herramienta Operativa del 70% y como Herramienta Cognitiva del 19%. En P5, el 11% consideró que los gráficos tienen Baja importancia, el 30%, Media y el 59%, Alta. Con respecto al uso en la carrera (P6) el 78% de los estudiantes respondieron a un nivel Alto y el 22% a nivel Medio. En relación a la importancia del tópico en cuestión para el desempeño social (P7) el 22% de los participantes la consideraron Baja y 22% Media, y el 26% Alta.

Haciendo un análisis general se observa que el 33% de los casos estudiados se limitaron a interpretarlo como ejes cartesianos de dos variables y en una sola dimensión, probablemente porque ese tipo particular de gráficos sean los que predominen en las asignaturas de sus carreras. Además, fue muy baja la concepción sobre las potencialidades de los gráficos a niveles Explicativos y Predictivos.

Teniendo en cuenta que P6 fue respondida por la totalidad de los estudiantes en las categorías Medio o Alto, muestra que este tópico tiene un notable nivel de transversalidad, al menos en estas carreras. Aunque es relativa la importancia otorgada al uso de gráficos fuera del contexto universitario.

Análisis por grupo de pertenencia. DIS

El 46% de los estudiantes de este grupo no lograron explicitar el concepto de gráfico utilizando los tres elementos requeridos en las primeras tres preguntas (componente descriptivo, componente explicativo y ejemplos). Se evidencia una clara dificultad para ejemplificar.

Con respecto al componente descriptivo (al que apunta la P1) el 23% utiliza la categoría conceptual *Representación* para describir a los gráficos. El 38% de los participantes dan respuestas que pueden englobarse en la categoría *Ilustración*.

Con respecto al componente explicativo (P2) predomina una explicación a Nivel Operativo, seguida de una a Nivel Informativo. Sólo la respuesta de un estudiante de este grupo se refirió al Nivel Explicativo.

Los ejemplos de gráficos mayormente mencionados fueron Tortas y Barras, y en menor medida los Cartesianos. Tres de los participantes de la carrera de Diseño mencionan a los Cuadros

Sinópticos como ejemplos. Por otra parte, con respecto al uso que dan a los gráficos (P4) reportan un uso como *Herramienta Operativa* (23%), como *Herramienta Cognitiva* (19%) y como *Ilustración* (8%).

El 23% de los estudiantes de Diseño considera que los gráficos tienen *Nula* importancia, el 27%, *Media* y el 12%, *Alta*. Es necesario destacar que el 38% de los estudiantes de Diseño identifican como *Relativa* la importancia que le asignan a los gráficos.

Con respecto al uso en la carrera (P6), en el caso de la Carrera de Diseño el 62% responde en la categoría *Bajo* y el 27% se encuadra en el nivel *Nulo*.

Con respecto a la importancia del tópico en cuestión para el desempeño social el 35% de los participantes de Diseño la considera *Nula* o *Baja* y una proporción similar *Media*, mientras que ninguno la valora como *Alta* y un 15% lo hace como *Relativa*.

Análisis por grupo de pertenencia. DOC

A la hora de categorizar las repuestas de los docentes a P1 encontramos que todos ellos se refirieron a los gráficos como representaciones. Sin embargo, un análisis más detenido muestra que hay una gran heterogeneidad en la forma en que conciben el concepto de representación. Por ejemplo D1 respondió: “*los gráficos son representaciones (...) de la relación matemática de las variables involucradas*” lo que concordaría con la definición de Postigo y Pozo (2000), en cambio D2 respondió: “*Son representaciones de distintas cosas. Son dibujos o esquemas...*” lo que se ajustaría a otro tipo de representación.

El Nivel informativo es la respuesta a P2 que predominó en este grupo (con una única excepción, D4). Los docentes destacan que el acceso a la información se ve facilitado por los gráficos. Por otra parte, en algunos casos se respondió asignándole un rol estético a los gráficos, por ejemplo D8 respondió: “*...Sirven para ejemplificar y decorar...*”. Con la excepción de D5, ninguna respuesta pudo ser categorizada como Nivel explicativo o predictivo.

Con respecto a los ejemplos (P3) no hay diferencias con los que indicaron los estudiantes. Tortas, barras y ejes cartesianos aparecieron en todas las respuestas de este grupo.

En el uso que dan a los gráficos (P4) encontramos que al menos tres de los docentes participantes reportaron un uso como *Ilustración*, destacando esta aplicación para su práctica áulica. Los dos profesores de mayor antigüedad remarcaron la posibilidad de usar los gráficos como *Herramienta Operativa*. Ninguno de los entrevistados hizo alguna referencia a un uso cognitivo de este tipo particular de representación. Al ser consultados sobre la importancia de los gráficos (P5) la totalidad de los participantes de este grupo respondieron en la categoría alta, lo mismo sucedió con P6 y P7.

Análisis comparativo Estudiantes FYB y DIS

A la hora de explicitar el concepto de gráfico, la mayor dificultad de los estudiantes de DIS tiene que ver con la ejemplificación (P3). En cambio muchos de los estudiantes FyB describen gráficos cartesianos específicamente en lugar de describir el concepto de gráfico en sentido amplio de representación externa. Con respecto al componente descriptivo (al que apunta la pregunta 1), la mayoría de los alumnos de DIS describen a los gráficos como *Ilustración* a diferencia de los de FYB que lo hacen como *Representación*. Con respecto al componente explicativo (P2) predomina

una explicación a Nivel Operativo, seguida de una a Nivel Informativo. Sólo las respuestas de un estudiante de cada grupo se refirieron al Nivel Explicativo. Para el Nivel Predictivo sólo se encontró la respuesta de un participante de la FyB.

Los ejemplos de gráficos mayormente mencionados por estudiantes de ambas carreras fueron Tortas, Barras y los Cartesianos, con mayor incidencia de los últimos en el grupo. Tres de los participantes de la carrera de Diseño mencionan a los Cuadros Sinópticos como ejemplos. Ningún estudiante de FyB ejemplifica con Otros tipos de gráficos. La Figura 4 muestra los resultados de P1, P2 y P3 para ambos grupos calculados como porcentajes sobre el total.

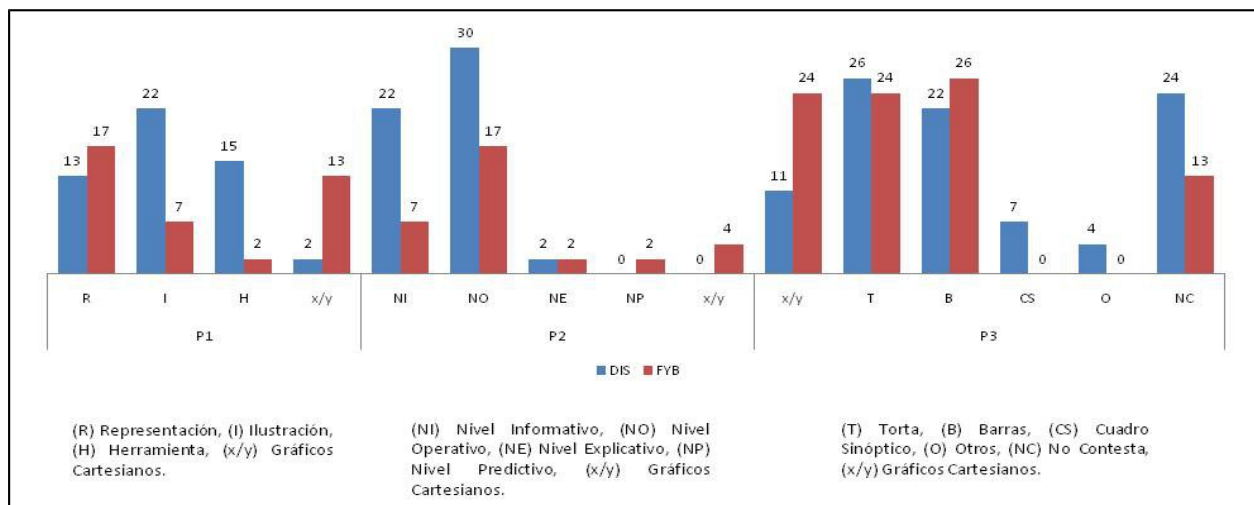


Figura 4. Porcentaje de Respuestas a P1, P2, P3

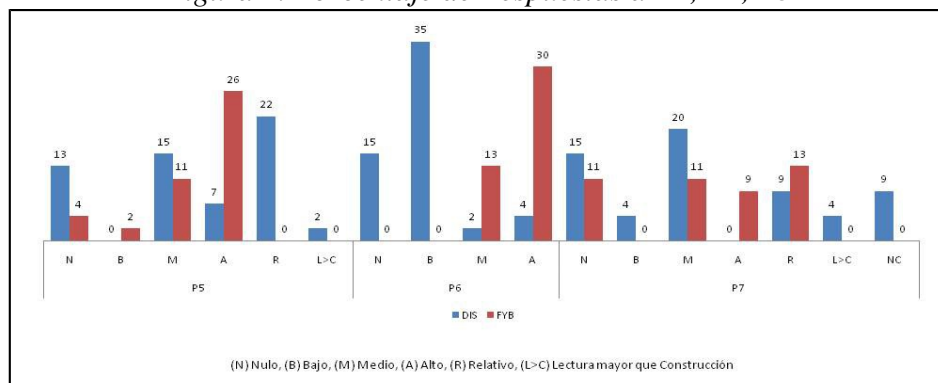


Figura 5. Porcentaje de Respuestas a P5, P6 y P7

Por otra parte, con respecto al uso que dan a los gráficos (P4), los estudiantes de Diseño reportan un uso como Herramienta Operativa o como Herramienta Cognitiva, y en menor medida como Ilustración. Para FyB priman las respuestas como Herramienta Operativa.

Los estudiantes de Diseño consideran mayoritariamente que los gráficos tienen Nula o Media importancia. Para los Estudiantes de FyB la importancia de los gráficos es Alta.

Con respecto al uso en la carrera (P6) los estudiantes de FyB responden a un nivel Alto. En el caso de la Carrera de Diseño responden en la categoría Bajo. Con respecto a la importancia del tópico en cuestión para el desempeño social los participantes de Diseño la consideran entre nula y

media, mientras que los de FYB entre media y alta. La Figura 5 Muestra los resultados de P5, P6 y P7 para ambos grupos calculados como porcentajes sobre el total de la muestra.

Los resultados obtenidos muestran claras diferencias en las concepciones sobre gráficos según la carrera de pertenencia de los estudiantes. En el caso de los estudiantes de Diseño el principal inconveniente parece ser la imposibilidad de ejemplificar, en cambio en el caso de los estudiantes de FYB la dificultad se evidencia por la restricción del pensamiento limitándose a la descripción de gráficos cartesianos. Dentro del grupo de Diseño encontramos algunos participantes que proponen cuadros sinópticos, diagramas de flujo o ilustraciones como Ejemplos. Esto, sumado al predominio de la descripción como Ilustración en este grupo y al valor alcanzado por la explicación a Nivel Informativo, hacen pensar que para estos estudiantes la etiqueta incluye otro tipo de representaciones externas, que a diferencia de los gráficos propiamente dichos no mantiene relaciones numéricas entre sus componentes, sino relaciones de tipo conceptual.

En el caso de los estudiantes de Diseño predominó la idea de representación gráfica en sentido amplio de tipo visual y con fines ilustrativos, utilizada principalmente para transmitir información de manera rápida y destacando cualidades estéticas. En cambio, en los estudiantes de FYB encontramos un sesgo importante a la hora de reconstruir el concepto. El 30% de los casos estudiados se limitaron a interpretarlo como Ejes cartesianos de dos variables y en una sola dimensión, probablemente porque ese tipo particular de gráficos sean los que predominen en las asignaturas de sus carreras. En este grupo se observó una mayor conciencia sobre las potencialidades de los gráficos reconociendo Niveles Explicativos y Predictivos.

Teniendo en cuenta los resultados de la pregunta 6, que indaga sobre el uso de gráficos en ambas carreras, notamos que en el caso de FYB la totalidad de los estudiantes responde en las categorías Medio o Alto, lo que hace suponer que este tópico tiene un notable nivel de transversalidad, lo que concuerda con lo informado en otros de nuestros estudios (Idoyaga y Lorenzo, 2012). Esto puede, en alguna medida, ayudar a entender por qué el 60% de los estudiantes de FYB entienden la importancia que para ellos tienen los gráficos como Alta. Los estudiantes de Diseño señalan que la importancia es entre Nula y Media, reconocen una importancia Relativa (38%) y algunos señalan (4%) la relevancia de la lectura por sobre la construcción de los gráficos, esta idea se acentúa al comentar la importancia de los gráficos en la vida cotidiana (15%). Para los estudiantes de FYB la importancia para el desarrollo social de saber leer y construir gráficos (pregunta 7) es alta o media (55%), esto puede estar influenciado por el grado de alfabetización gráfica que estos estudiantes tendrían conforme al transversalidad del tema en su carrera.

Análisis comparativo *Estudiantes FYB y DOC*

Ante una misma etiqueta, los resultados obtenidos muestran que existen diferentes conceptualizaciones sobre el tópico de gráficos a pesar de ser un conocimiento extendido entre los estudiantes y profesores. Si bien la mayoría lo considera como una forma de representación compleja de variables y de datos experimentales, otros los visualizan desde un punto de vista estético como ilustraciones. Además, entre los estudiantes, persisten ciertas dificultades a la hora de definir el concepto utilizando los elementos descriptivo, explicativo y ejemplificativo simultáneamente y de forma conjunta. También, la claridad comunicativa del elemento declarativo resultó menor a la esperada. Para un gran número de estudiantes, la etiqueta

“gráficos” evoca a representaciones en las que se exponen relaciones numéricas, aunque predomina la conceptualización de gráfico principalmente como al de tipo cartesiano, presumiblemente debido a su formación específica.

Dado el alto grado de transversalidad del contenido, los estudiantes y docentes le otorgaron una gran importancia dentro del contexto de las carreras, especialmente en su necesidad de saber leer y construir gráficos, aunque esa relevancia parece decaer en la vida cotidiana.

Resulta interesante destacar que los docentes participantes conciben los gráficos como herramientas operativas o ilustraciones que permiten un uso a Nivel Informativo u Operativo, quedando ignorado su potencial uso cognitivo.

En la figura 6 se muestran comparativamente los rasgos distintivos, semejanzas y diferencias de cada uno de los grupos estudiados.

Aspecto analizado	Estudiantes		DOC FYB
	FYB	DIS	
P1 a P3 Conceptualización	Representación de uso a nivel Operativo que se confunde con el ejemplo particular de Gráficos cartesianos	Representación o ilustración de uso operativo o informativo ejemplificado por tortas, barras, esquemas u otros.	Representación a nivel informativo con usos didácticos ejemplificada por tortas barras y gráficos cartesianos.
P4 Usos de gráficos	Herramienta Operativa	Herramienta Operativa u informativa	Principalmente Herramienta Operativa
P5 a P 7	De alta a media importancia personal, alto nivel de transversalidad en la carrera, media importancia social	De nula a media importancia personal, bajo nivel de transversalidad en la carrera, baja o relativa importancia social	Alta importancia personal, alto nivel de transversalidad en la carrera, alta importancia social

Figura 6. Principales resultados

CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

Los resultados sugieren que el contexto determina tanto las conceptualizaciones como el sentido que se le otorga a un determinado concepto. Así, estudiantes y docentes de FYB comparten sus interpretaciones sobre los gráficos, diferenciándose sustantivamente de los estudiantes de DIS.

Otro aspecto destacado es que a pesar de su uso ampliamente extendido en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias experimentales, y especialmente en física, nuestros resultados parecen revelar una comprensión superficial y memorística del concepto el que suelen aplicar de una manera mecanicista y acrítica.

El uso a Nivel Explicativo y a Nivel Predictivo conjuntamente con la identificación de las posibilidades cognitivas de los gráficos por parte de los profesores facilitaría la adquisición por parte del estudiantado de las competencias que permiten un procesamiento conceptual de estas representaciones. Generar instancias de capacitación y reflexión docente al respecto podría constituirse en un inicio para afrontar estas dificultades.

Finalmente, queda planteada la necesidad de aumentar las investigaciones sobre gráficos, las conceptualizaciones y creencias que los estudiantes y docentes tienen sobre ellos y el impacto

que éstas puedan tener en su aprendizaje y enseñanza. La información gráfica requiere de una planificación de contenidos de enseñanza y una secuenciación explícita que permita desarrollar la competencia específica en una determinada área y del establecimiento de condiciones para que su carácter transversal pueda ser evidenciado y aplicado exitosamente por los estudiantes.

Para promover un mayor conocimiento sobre los gráficos resulta necesario conocer el procesamiento conceptual que realizan los estudiantes y profesores sobre ellos y las creencias y opiniones (Kloosterman, 1996 y 2002) que moldean sus esquemas mentales durante el aprendizaje.

Agradecimientos: Proyectos UBACYT B-20020100100010; CONICET- PIP (2010-2012): 11220090100028.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Campos Hernández, M. A. (2005). *Construcción del conocimiento en el proceso educativo*. México D. F.: Plaza y Valdés.

de Jong, O. (1996). La investigación activa como herramienta para mejorar la enseñanza de la química: nuevos enfoques. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (3), 279-288.

Escudero-Muñoz, J. M. (2008). Las competencias profesionales y la formación universitaria: posibilidades y riesgos, *Revista de Docencia Universitaria*, N° Extra 2.

Idoyaga, I. y Lorenzo, M. G. (2012). Concepciones de Alumnos Universitarios sobre Gráficos. *XII Seminario Internacional de Epistemología, Cognición, Enseñanza y Conocimiento*. UNAM, México.

Katz, M. (1996). Teaching Organic Chemistry via student-directed learning. *J. Chemistry Education*, 73 (5), 440-445.

Kloosterman, P. (2002). Beliefs about Mathematics and Mathematics Learning in the Secondary School: Measurement and Implications for Motivation, en Leder, G.C., Pehkonen, E. y Törner, G. (eds.). *Beliefs: A hidden variable in mathematics education?* Dordrecht, Holanda: Kluwer Academic Publishers. 247-269.

Kosslyn, S.M. (2006). *Graph design for the eye and mind*. New York: Oxford University Press.

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.

Lorenzo, M. G. y Pozo, J. I. (2010). La representación gráfica de *la* estructura espacial de las moléculas: eligiendo entre múltiples sistemas de notación. *Cultura y Educación*, 22 (2), 231-246.

Pérez Echeverría, M. P., Postigo, Y., López, A. y Marín, C. (2009). Aprender con imágenes y representación gráfica. En Pozo y Pérez Echeverría (coords.). *La psicología del aprendizaje universitario: De la formación de contenidos a la formación de competencias*. Madrid: Morata.

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* 251-267.