

Análisis semiótico de una tarea de comprensión gráfica y de las respuestas de los estudiantes

Semiotic analysis of a graphical task and students' responses

José Manuel Vigo¹, Pedro Arteaga² y José Miguel Contreras²

¹Ministerio de Educación (IES Puertas del Campo), ²Universidad de Granada

Resumen

En esta investigación realizamos un estudio exploratorio de evaluación para determinar los niveles de lectura de gráficos estadísticos que alcanzan los alumnos de 1º y 2º curso de Formación Profesional Básica (FPB) de la especialidad de peluquería y estética, antes de la enseñanza formal del tema. Puesto que la muestra es pequeña y se trata de un alumnado del mismo centro educativo, no tratamos de generalizar los resultados a otro alumnado o contexto. Utilizamos elementos del enfoque ontosemiótico para analizar los objetos matemáticos involucrados en la tarea e identificar algunos conflictos semióticos en las respuestas de los estudiantes.

Palabras clave: Gráficos estadísticos, lectura crítica, niveles de lectura, enfoque ontosemiótico.

Abstract

In this paper, we describe an exploratory assessment study aimed to determine the reading levels of statistical graphs achieved by 1º and 2º degree students of Basic Professional Training in the specialty of hairdressing and aesthetics before a formal teaching of the topic. Since the sample is small, and all the student belong to the same centre, we do not intend to generalise the results to different students or contexts. We use some elements from the onto-semiotic theoretical framework to analyse the mathematical object involved in the tasks and identify some semiotic conflicts in the students.

Keywords: Statistical graphs, Critical reading, Reading levels, Onto-semiotic approach.

1. Introducción

La lectura de gráficos estadísticos forma parte de la cultura estadística (Arteaga, Batanero, Contreras y Cañadas, 2011; Arteaga, Batanero, Ortiz y Contreras, 2011; Batanero, 2004), considerada hoy día tan importante como saber leer o escribir correctamente.

Son además muchas las materias de los estudios que contienen gráficos estadísticos; por ejemplo, en materias de sociedad o economía, e incluso en las actividades prácticas de temas aparentemente alejados de la estadística, se requiere en ocasiones construir o leer un gráfico estadístico.

Finalmente, en el futuro trabajo profesional, al leer revistas de su especialidad, o cualquier tipo de información relacionada con su profesión, el estudiante puede encontrar diferentes representaciones gráficas estadísticas; esto ocurre en nuestra investigación, que se lleva a cabo con estudiantes de Formación Profesional Básica en la especialidad de peluquería y estética y se han seleccionado gráficos relacionados con dicha especialidad tomados de investigaciones en dicho sector para construir un

Vigo, J. M., Arteaga, P. y Contreras, J. M. (2017). Análisis semiótico de una tarea de comprensión gráfica y de las respuestas de los estudiantes. En J. M. Contreras, P. Arteaga, G. R. Cañadas, M.M. Gea, B. Giacomone y M. M. López-Martín (Eds.), *Actas del Segundo Congreso Internacional Virtual sobre el Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento y la Instrucción Matemáticos*. Disponible en, enfoqueontosemiotico.ugr.es/civeos.html

cuestionario que nos sirve como instrumento de recogida de datos en la presente investigación.

Dentro de la Formación Profesional Básica (FPB), los gráficos estadísticos aparecen englobados en la asignatura (módulo) de Ciencias Aplicadas dentro de los contenidos básicos en el apartado denominado “Interpretación de gráficos”, que combinan gráficos deterministas y estadísticos. Además, los estudiantes participantes conocen los gráficos estadísticos desde la primaria y en los primeros cursos de la secundaria.

En esta investigación realizamos un estudio exploratorio de evaluación para determinar los niveles de lectura de gráficos estadísticos que alcanzan los alumnos de 1º y 2º curso de FPB de la especialidad de peluquería y estética, antes de la enseñanza formal del tema. Puesto que la muestra es pequeña y se trata de un alumnado del mismo centro educativo, no tratamos de generalizar los resultados a otro alumnado o contexto.

2. Fundamentos

Nuestro trabajo tiene como objetivo general analizar los niveles de lectura a los que llega una muestra de estudiantes de 1º y 2º curso de FPB de la especialidad de peluquería y estética. Para ello necesitamos analizar las principales investigaciones relacionadas con los niveles de lectura en la lectura e interpretación de gráficos.

Centrándonos en la competencia de lectura e interpretación de gráficos, es importante tener en cuenta que se puede realizar con más o menos efectividad; lo que llamaremos alcanzar un menor o mayor nivel de lectura. Algunos autores se han ocupado de definir este tipo de niveles.

Bertin (1967) establece que la lectura de un gráfico comienza por una identificación externa (comprensión de título y etiquetas; comprender de qué trata el gráfico), posteriormente una identificación interna (ver qué variables están representadas, cuál es el significado de las variables y cuál es la escala usada). Seguido de esto se necesita realizar una correspondencia para obtener conclusiones sobre los niveles de cada variable y las relaciones en la realidad representada. Con todo ello define diversos niveles de lectura de un gráfico:

- *B1: Extracción de los datos:* Es el nivel más básico, donde sólo se lee exactamente lo que hay en el gráfico. No hay operaciones ni comparaciones de datos.
- *B2. Extracción de las tendencias:* Es un nivel más avanzado e implica la percepción entre la relación de dos o más subconjuntos de datos que intervienen en el gráfico. Por ello hay que operar con los datos o compararlos entre sí. Por ejemplo, cuando se pide identificar el valor de mayor o menor frecuencia.
- *B3: Análisis de la estructura de los datos:* Comparación de tendencias en dos o más variables o grupos. Cuando, por ejemplo, se comparan las modas o rangos de dos conjuntos de datos representados sobre el mismo gráfico.

Dicha clasificación fue ampliada por Curcio (1989) quien estableció la siguiente lista de niveles de lectura:

- *C1: Leer los datos:* Lectura literal de la información representada en el gráfico. Sería equivalente al nivel B1 de Bertin.

- *C2: Leer dentro de los datos*: Lectura de una información basada en los datos del gráfico, pero que no está representada explícitamente. Por ejemplo, hallar la moda, para lo cual se necesita comparar varios datos o hacer operaciones con ellos. Es equivalente al nivel B2 de Bertin.
- *C3: Leer más allá de los datos*: Realización de inferencias con la información presentada en el gráfico, más allá de la realización de cálculos y/o comparaciones, así como por ejemplo, predicciones. Por ejemplo, si se pide interpolar un valor entre dos datos o extrapolar (antes del primer valor o después del último). No fue considerado por Bertin.

Friel, Curcio y Bright (2001) amplían la clasificación anterior definiendo un nuevo nivel: *C4: Leer detrás de los datos*, que consiste en la valoración crítica de los datos (forma en que fueron obtenidos, conclusiones, conocimiento del contexto, etc.). Supone no sólo tener comprensión gráfica, sino además conocer el contexto de los datos. Tampoco fue tomada en cuenta por Bertin.

En nuestro trabajo, para facilitar la codificación de las respuestas de los alumnos condensamos las dos jerarquías anteriores en una sólo con el siguiente convenio:

- *N1: Leer los datos* (NB1 o NC1). Cuando el alumno realiza una lectura directa de un dato del gráfico (bien directa o inversa).
- *N2: Extracción de tendencias* en una única distribución (NB2; NC2): Cuando se requiere comparar conjuntos de datos o realizar cálculos con ellos.
- *N3: Extracción de estructura*: en una representación de datos múltiples comparar las tendencias de dos conjuntos de datos (sólo lo podemos evaluar en gráficos que representan dos o más distribuciones) (NB3; NC2).
- *N4: Leer más allá de los datos* (NC3), es decir, dar un valor que no está en el gráfico, es decir, interpolar o extrapolar. No lo vamos a tener en cuenta en nuestro trabajo, pues no realizamos preguntas sobre interpolación.
- *N5: Leer detrás de los datos* (NC4): Dar una interpretación crítica del contenido de un gráfico.

Nos basamos también en ideas teóricas del enfoque ontosemiótico. Godino y Batanero (1998) señalan que en las prácticas matemáticas intervienen objetos ostensivos (símbolos, palabras, elementos gráficos) y no ostensivos (que evocamos al hacer matemáticas). Los símbolos (significantes) remiten a entidades conceptuales (significados) y sirven para facilitar la enseñanza, pero a veces causan dificultades en los estudiantes.

Para permitir analizar con detalle los procesos didácticos, en el EOS se formula una ontología de los objetos matemáticos (Godino y Batanero, 1998; Godino, Batanero y Font, 2007). A continuación, mostramos las diferentes categorías de objetos matemáticos considerados en el EOS, las cuales nos serán de ayuda a la hora de analizar la tarea propuesta a los estudiantes desde este marco teórico:

- *Situaciones-problemas*: aplicaciones extra-matemáticas, ejercicios, problemas, acciones que inducen una actividad matemática.

- *Lenguajes*: términos, expresiones, notaciones, representaciones gráficas utilizadas para representar los datos del problema, etc.
- *Conceptos- definición*: En las prácticas que llevan a cabo los estudiantes para resolver un problema matemático se utilizan implícita o explícitamente determinados objetos matemáticos de los cuales el estudiante ha de recordar su definición para su correcta aplicación.
- *Proposiciones* o enunciados sobre relaciones o propiedades de los conceptos que igualmente se han de emplear al resolver los problemas de matemáticas.
- *Procedimientos*: Serían los algoritmos, operaciones, técnicas de cálculo que los estudiantes han aprendido durante la enseñanza previa y que aplican al resolver el problema.
- *Argumentos*: Serían los enunciados usados para validar o explicar las proposiciones y procedimientos o bien la solución de los problemas.

Godino, Batanero y Font (2007) toman de Eco (1977) la noción de “función semiótica” como “correspondencia”, que pone en juego tres componentes:

- Un plano de expresión (objeto inicial o signo);
- Un plano de contenido (objeto final o significado del signo, esto es, lo representado);
- Un criterio o regla de correspondencia (código interpretativo que relaciona los planos de expresión y contenido).

Cualquier posible objeto matemático (concepto, propiedad, argumento, procedimiento, etc.) puede jugar el papel tanto de expresión como de contenido, en una función semiótica, y esta complejidad puede explicar algunas dificultades y errores de los estudiantes. Godino, Batanero y Font (2007) denominan *conflicto semiótico* a las interpretaciones de expresiones matemáticas por parte de los estudiantes que no concuerdan con las pretendidas por el profesor.

Nuestro trabajo se orienta a evaluar los niveles que alcanzan los estudiantes en una tarea de lectura de un gráfico estadístico y a identificar algunos conflictos semióticos en dicha tarea.

3. Método

El trabajo se lleva a cabo en una muestra de 47 alumnos/as de los cuales sólo uno es chico y el resto chicas, de dos cursos diferentes (dos grupos de primer curso con un total de 29 alumnos/as y un grupo de segundo con 18) cursando Formación Profesional Básica en la rama de Peluquería y Estética en un centro educativo de Ceuta. El nivel socioeconómico del alumnado es variado y muy diferenciado, tanto en clase social, como en religión y en formación previa. La edad aproximada es de 15 a 18 años.

Se propuso a los estudiantes la tarea presentada en la Figura 1, donde una pirámide de población representa la demanda asistencial en dermatología en hombres y mujeres a diferentes edades. La respuesta esperada a las preguntas es la siguiente:

En el siguiente gráfico se representa el número de personas que asistieron a consulta a lo largo de un año en la unidad de dermatología de un hospital.

1. ¿Qué diferencias se observan entre la demanda de hombres y mujeres de asistencia dermatológica?
2. ¿En qué rango de edad es más similar la demanda asistencial en hombres y mujeres? ¿En qué rango varía más?
3. ¿Por qué crees que existen esas diferencias?

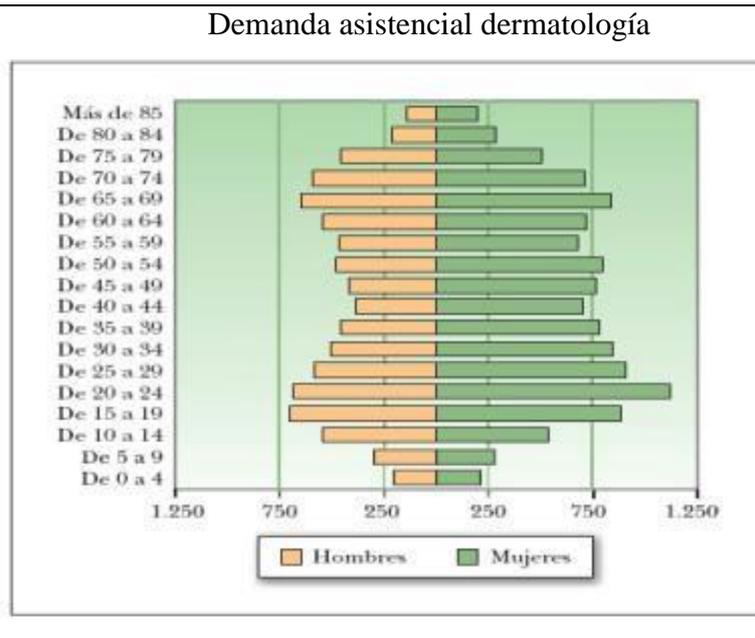


Figura 1. Tarea planteada a los estudiantes

1. *Diferencias en la demanda asistencial de hombres y mujeres:* Hay muchas diferencias posibles que se pueden resaltar entre hombres y mujeres en el gráfico. Lo primero que se puede ver es que en casi todos los rangos de edad fueron más las mujeres que los hombres los que acudieron a consulta, excepto en los niños. Por otro lado las edades en que hay más consultas y más diferencias son entre 15 y 29 años y entre 65 y 69. Es decir, en cada una de las dos distribuciones que se comparan hay dos picos (la moda y el segundo valor más frecuentes), pero el pico es más acusado en las mujeres. Para deducir estas diferencias o al menos una parte de ellas los alumnos han de leer todo el gráfico, analizar cada una de las dos distribuciones, observar en cada una el crecimiento y decrecimiento de la demanda según la edad y comparar en cada intervalo la demanda de hombres y mujeres. Por tanto se ha de llegar a identificar la estructura del gráfico (Nivel N3).
2. *Rango de edad más similar y menos similar:* En esta pregunta los alumnos pueden dar la segunda parte de la respuesta anterior (o repetirla si la dieron antes). Se pregunta específicamente por la mayor variabilidad, que se produce entre 20 y 24 años, y se mantiene en el rango 20-49 años. Esta pregunta de nuevo requiere identificar la estructura del gráfico (Nivel N3).
3. La tercera pregunta requiere una lectura crítica del gráfico; pensar en las causas subyacentes o posibles explicaciones de los datos. Una posible razón de la variación en las edades jóvenes es que las chicas cuiden más su aspecto personal, debido, posiblemente a estereotipos sociales. En general esta misma razón podría darse para el mayor número de consultas en todas las edades. Por otro lado, en la edad avanzada una posible explicación es que hubiese mayor incidencia de enfermedades de piel en las mujeres; en parte debida a uso de cosméticos con ingredientes nocivos para la misma. Otra posible razón es que las mujeres se preocupen más por la consecuencia del envejecimiento (por ejemplo, arrugas o calvicie) que los hombres. Mientras no cambia el nivel de lectura según Bertin, de acuerdo a Curcio estaríamos a Nivel N5.

Tabla 1. Objetos matemáticos implícitos en la tarea propuesta

Objetos	Objetos matemáticos de la tarea propuesta
Problema	Analizar las diferencias entre una variable estadística (demanda asistencial) en dos grupos
Lenguajes	Gráfico, representa, número, a lo largo, un, año, diferencias, rango, edad, más, similar, varía
Conceptos	Números en las escalas horizontal y vertical; intervalos numéricos Pirámide de población; rectángulos, colores para representar los grupos
Propiedades	Números enteros, frecuencia, variable estadística, distribución, rango, variabilidad, intervalo, extremos, moda, diferencia, edad (magnitud), unidad de medida, rectángulo, altura, escala.
Procedimientos	Similaridad o diferencia de frecuencias en cada intervalo; moda como máximo de la variable; la suma total de frecuencias es el tamaño del grupo; la altura de la barra es proporcional a la frecuencia en el intervalo; la escala es proporcional a la frecuencia.
Argumentos	Leer el texto del ejercicio; leer las escalas; identificar la variable representada; analizar la parte del gráfico correspondiente a hombres y mujeres; identificar en cada uno las moda e intervalos de menor frecuencia; traducir el gráfico a la realidad que representa. Comparar dos distribuciones.
	Argumentar cada pregunta apoyándose en características del gráfico; se requiere conocer el contexto para poder explicar las diferencias.

La respuesta a estas preguntas también requiere un trabajo implícito con los objetos matemáticos presentados en la Tabla 1, clasificados de acuerdo a Godino, Batanero y Font (2007), que los estudiantes pueden confundir entre sí, llevando a conflictos semióticos.

4. Resultados

Recogidos los cuestionarios se analizaron las respuestas. Para cada una de estas columnas se asignó un valor numérico 1 a 5, según el nivel de lectura que alcanza el alumno en su respuesta y 0 si no responde o si no llega al nivel 1 por hacer una lectura incorrecta. A continuación se describen las respuestas correspondientes a cada ítem, junto con un ejemplo, que aclare la forma en que se han codificado.

4.1. Primer apartado. Diferencias observadas

En el apartado a) del presente ítem los criterios de clasificación de los diferentes niveles han sido los siguientes:

N0: Si no responde a la pregunta o da una respuesta incorrecta. El estudiante no llega a leer el gráfico correctamente. Las causas pueden ser variadas: falta de conocimiento del gráfico, no ser capaz de interpretar las escalas o no identificar la variable representada.

N1: Lee algunos elementos aislados del gráfico, por ejemplo, lee el título o identifica las variables representadas, pero no los relacionan con la pregunta planteada, es decir, no se llega a analizar la variabilidad completa de cada distribución y a compararlas. No encontramos ejemplos de estudiantes en este nivel.

N2: Se lee el gráfico y se realizan comparaciones de partes del mismo. Por ejemplo, se indica “Qué las mujeres tienen más demanda asistencial dermatológica”; el estudiante ha sido capaz de identificar el tema del gráfico, además de diferenciar las dos

distribuciones y ha estimado el total de hombres y mujeres. Pero se limita a observar el mayor número de mujeres globalmente, y no responde la pregunta planteada, ni analiza más a fondo las diferencias. Se observa un *conflicto* en la interpretación de la pregunta, pues el estudiante supone que hay que comparar el total de hombres y mujeres, en lugar de comparar la distribución de sus edades. La variable edad no ha sido identificada o analizada, ni tampoco se interpreta la frecuencia en un intervalo de edad como demanda asistencial.

N3: Responde correctamente a la pregunta, haciendo un análisis correcto de la estructura del gráfico. Aquí se consideran válidas respuestas relacionadas con respecto a la monotonía entre el grupo de las mujeres, y/o el de los hombres, comparaciones de intervalos, etc. A modo de ejemplo transcribimos la respuesta dada por uno de los estudiantes: "Que las mujeres tienen más demandas asistenciales que los hombres (de 25 a 29 y 65 a 69)."

4.2. Segundo apartado. Rango de edad de mayor y menor similaridad

Para el apartado b) la clasificación ha sido la siguiente:

N0: No responde a la pregunta o lee el dato incorrectamente. Por ejemplo, un estudiante indica: "Hombres de 15 a 19", y por tanto se limita a dar un rango de edad en los hombres, que no es ni el de menor ni el de mayor demanda, ni tampoco el de mayor o menor diferencia respecto a las mujeres. Consecuentemente, interpreta incorrectamente la pregunta y no realiza comparación entre las distribuciones de hombres y mujeres.

N1: Lee correctamente los datos, pero no continúa con la pregunta. No hemos encontrado esta categoría de respuesta.

N2. El estudiante es capaz de responder al menos una de las preguntas; por ejemplo, el alumno identifica únicamente el rango en que hay mayor variación. "En la de 20 a 24". Ha sido capaz de identificar la variable edad y de interpretar la demanda como frecuencia en el intervalo; también diferencia las dos distribuciones de datos y compara en cada rango de edad las diferencias entre las dos distribuciones; pero sólo identifica la variación máxima o mínima.

N3: Responde correctamente a la pregunta mediante un análisis correcto y detallado del gráfico, indicando los intervalos en que hay mayor y menor variación; por ejemplo "la demanda es similar de 0 a 4 años y donde más varía es entre 20 a 24. Este estudiante ha diferenciado las dos distribuciones, identificando la estructura de cada una de ellas y analizando las diferencias entre las mismas.

4.3. Tercer apartado. Razones de las diferencias

En el caso del apartado c) se pedía hacer una lectura crítica, aportando una razón plausible que explique las diferencias en las dos distribuciones, lo que implica, además de un conocimiento estadístico, un conocimiento del contexto y capacidad argumentativa. Tenemos la siguiente clasificación de las respuestas:

N0: No responde a la pregunta, ni indica a que se debe las diferencias; en algunos casos da un rango de edad al azar.

N1: El alumno es capaz de leer algún valor aislado del gráfico; no encontramos ningún caso en este nivel.

N2: El estudiante lee el gráfico y compara las diferencias, pero no sabe explicar qué causa estas diferencias: “Porque las mujeres asisten más al médico que los hombres”. Este alumno indica sólo un hecho del gráfico (que las mujeres acuden más), lo que supone que ha analizado la estructura, pero no razona el porqué de las diferencias

N3: El alumno es capaz de responder mediante una respuesta acorde y razonada, aunque la respuesta no sea la óptima, en el sentido de que esté poco fundamentada: Por ejemplo: “Porque tienen la piel más sensible”.

N5: El alumno es capaz de responder a la pregunta correctamente dando una interpretación crítica del contenido de un gráfico, por ejemplo: “Porque a las mujeres les importa más los problemas de la piel y se preocupan más por su estética, mientras que los hombres le dan menos importancia o lo dejan”

Tabla 2. Porcentaje de estudiantes que alcanzan cada nivel de lectura en los tres apartados del ítem 2

Apartado	Primer curso (n=29)				Segundo curso (n=18)			
	N0	N2	N3	N5	N0	N2	N3	N5
a	24,1	17,2	58,6		33,3		66,7	
b	13,8	79,3	6,9			44,4	55,6	
c	37,9	17,2	37,9	6,9			22,2	77,8

Una síntesis de los resultados se muestra en la Tabla 2, donde el nivel de lectura N4 no se aplica a la tarea y el N1 no aparece. Si observamos en el primer apartado, tanto en el primer curso, como en el segundo, más de la mitad de los encuestados han alcanzado el nivel N3, máximo posible en la pregunta, siendo capaces de identificar la estructura del gráfico y hacer un análisis de ésta. Además, han identificado las variables, sus distribuciones y las han comparado. No obstante, los valores de porcentajes de estudiantes que alcanzan dicho nivel han sido poco más del 50% en el primer curso y poco más del 60% en el segundo. Además, cabe destacar el alto porcentaje en ambos cursos de alumnos que no responden la pregunta o leen el gráfico incorrectamente por lo que han sido codificados dentro de nuestro nivel 0.

Con respecto a los resultados del apartado b) la mayoría de los estudiantes del primer curso alcanzan el nivel 2, donde leer el gráfico y realizan comparaciones pero no alcanzan el nivel deseado (el nivel 3) más del 90%. Con respecto al segundo curso, hay división de estudiantes que alcanzan el nivel 2 y el nivel 3, aunque éste (nivel máximo en la pregunta) ha sido alcanzado por más de la mitad del grupo. En el apartado c) ocurre algo similar: en el primer curso, no han alcanzado el nivel deseado más del 90% de estudiantes, mientras que, en el segundo, más de las tres cuartas partes sí lo han alcanzado (nivel 5).

Aunque no podemos generalizar, la tarea ha sido mejor realizada por el grupo de segundo, habiendo claras diferencias con respecto al de primero. Este resultado se observa gráficamente en la Figura 1, donde el porcentaje de estudiantes sube en los niveles más altos en todos los apartados en el grupo de 2º curso. Es especialmente destacada la diferencia de estudiantes que alcanzan el nivel N5 de lectura crítica; los estudiantes mayores han mostrado mejor capacidad de argumentación y conocimiento del contexto.

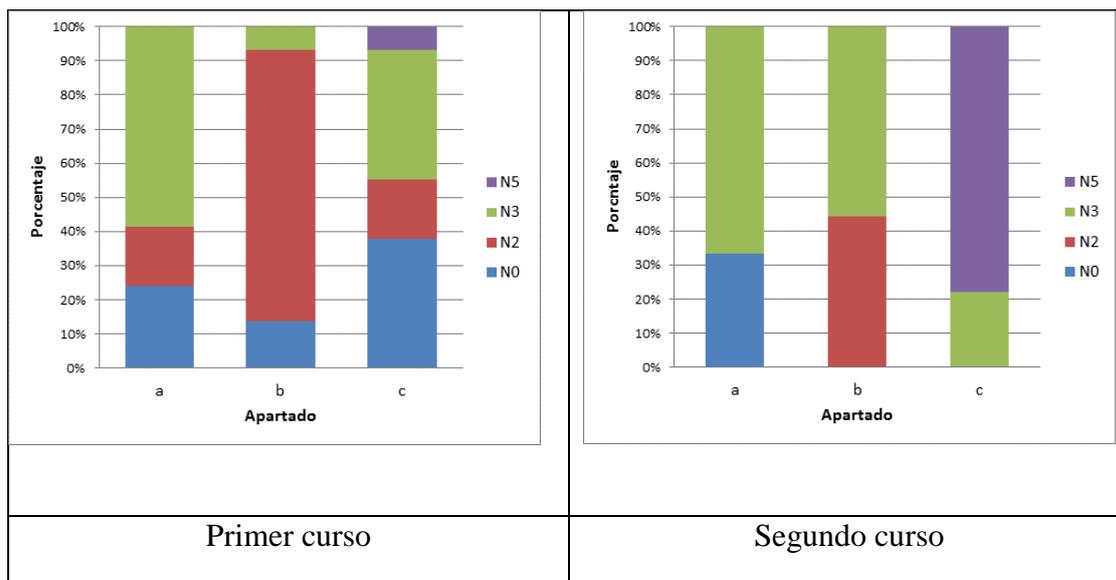


Figura 1. Comparación por curso en los tres apartados

5. Conclusiones

Observamos mejores resultados en la interpretación de gráficos estadísticos en el alumnado de 2º curso de FPB, lo cual es debido, por un lado al grado de madurez del alumnado en una edad más avanzada, y a la formación curricular que estos han adquirido a lo largo del 1º curso.

Sin embargo, es también preocupante el bajo porcentaje del alumnado que alcanza el nivel máximo en cada una de las preguntas, y la existencia de un porcentaje considerable de alumnado que se queda en el nivel 0, no siendo capaz de realizar una lectura simple del gráfico.

Además se han identificado algunos conflictos semióticos en las respuestas, que son los siguientes:

- Confunde la pregunta planteada en una de las tareas;
- No identifica la variable edad, representada en el gráfico;
- No identifica la demanda a una cierta edad como frecuencia en el intervalo dado;
- En lugar de comparar la demanda por edades, compara el total de hombres y mujeres.
- No compara las dos distribuciones.
- No identifica el máximo o mínimo en una distribución.
- No identifica los intervalos de edad en los que hay mayor o menor diferencia entre hombres y mujeres.

El profesor debe prestar atención a los mencionados conflictos a ayudar a sus estudiantes a alcanzar una cultura estadística suficiente que les permita una lectura crítica de los gráficos que encuentran en los medios de comunicación y en su vida profesional.

Reconocimientos: Trabajo realizado parcialmente en el marco del Proyecto EDU2016-74848-P (Ministerio de Economía y Competitividad) y Grupo FQM126 (Junta de Andalucía).

Referencias

- Arteaga, P., Batanero, C., Cañadas, G. y Contreras, M. (2011). Las tablas y gráficos estadísticos como objetos culturales. *Números* 76, 55-67.
- Arteaga, P., Batanero, C., Ortiz, J.J. y Contreras, J. M. (2011). Sentido numérico y gráficos estadísticos en la formación de profesores. *Publicaciones*, 41, 33-49.
- Batanero, C. (2004). Los retos de la cultura estadística. *Yupana*, 1(1), 27-37.
- Bertin, J. (1967). *Semiologie graphique*. Paris: Gauthier-Villars.
- Curcio, F. R. (1989). *Developing graph comprehension*. Reston, VA: N.C.T.M.
- Eco, U. (1977). *Tratado de semiótica general*. Barcelona, España: Lumen.
- Friel, S., Curcio, F. y Bright, G. (2001). Making sense of graphs: critical factors influencing comprehension and instructional implications. *Journal for Research in mathematics Education*, 32(2), 124-158.
- Godino, J. D. y Batanero, C. (1998). Clarifying the meaning of mathematical objects as a priority area of research in Mathematics Education. En A. Sierpiska, & J. Kilpatrick (Eds.), *ICMY Study of Mathematics education a research domain: A search for identity* (pp. 177-195). Dordrecht, Holanda: Kluwer.
- Godino, J. D., Batanero, C. y Font, V. (2007). The onto-semiotic approach to research in mathematics education. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 39(1-2), 127-135.