



**Universidad**  
Zaragoza

---

## Trabajo Fin de Máster

---

MODALIDAD B

# **Las Representaciones Gráficas en Ciencias Experimentales**

**Máster Universitario en Profesorado de Educación Secundaria  
Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas  
de Idiomas, Artísticas y Deportivas**

Especialidad: Física y Química

**Autora:** LAURA BADÍA ROMANO

**Tutores:** ESTHER CASCAROSA SALILLAS

VICTOR RODA CALVERA



**Facultad de Educación  
Universidad Zaragoza**

Curso 2014-2015



## Índice

	PÁGINA
<b>1. Introducción</b>	<b>3</b>
<b>2. Justificación y Objetivo</b>	<b>4</b>
<b>3. Dificultades asociadas a las representaciones gráficas</b>	<b>4</b>
<b>4. ¿A qué se deben estas dificultades?</b>	<b>5</b>
<b>5. Diseño de una propuesta de innovación educativa</b>	<b>6</b>
<b>6. Plan de Evaluación</b>	<b>7</b>
<b>6.1. Evaluación del proceso de aprendizaje</b>	
<b>6.2. Evaluación de la propuesta educativa</b>	
<b>7. Diseño experimental</b>	<b>9</b>
<b>8. Análisis de resultados</b>	<b>9</b>
<b>9. Conclusiones</b>	<b>12</b>
<b>10. Perspectivas futuras</b>	<b>13</b>
<b>11. Bibliografía</b>	<b>14</b>
<b>12. Anexos</b>	<b>15</b>



## 1. Introducción

La memoria Fin de Máster que presento a continuación constituye un trabajo de investigación e innovación educativa que he llevado a cabo dentro del departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, concretamente en el área de Física y Química.

La asignatura Física y Química en Educación Secundaria y Bachillerato constituye, bajo mi punto de vista, una de las más apasionantes, aquella que trata de explicar el mundo que nos rodea, que despierta en el alumno un afán por cuestionarse el porqué de las cosas, y al mismo tiempo le proporciona una visión global sobre la ciencia.

Como docente, impartir la asignatura de Física y Química me llena de satisfacción, no solo por la realización que siento al transmitir conocimientos a otras personas, sino también porque disfruto enseñando a los estudiantes a cuestionarse el mundo en el que vivimos, a preguntarse el porqué ocurren los diferentes fenómenos y a buscar una respuesta. Esto sencillamente constituye la base de la investigación, fundamental para lograr el progreso y la evolución de la sociedad.

La justificación del tema elegido se encuentra en el hecho de que, en general, la asignatura Física y Química no resulta atractiva para los alumnos de Secundaria. De hecho, podríamos decir que es una de las más temidas por los adolescentes y una de las que peores resultados académicos reporta. La pregunta es: ¿a qué se debe esta falta de motivación por la Física y la Química?

La respuesta la encontramos en el gran número de dificultades que el alumno encuentra en esta asignatura (Johnstone 1980, Oñorbe 1996). Básicamente encuentran dificultades en dos grandes ámbitos:

- ❖ La comprensión de la materia.
- ❖ La resolución de problemas científicos.

Esto es debido a múltiples factores:

- Dificultades asociadas a los conocimientos de los alumnos: falta de conocimientos específicos sobre el tema, conceptuales o procedimentales. Fallo en la utilización de conocimientos conocidos o en su conexión.
- Dificultades asociadas a la comprensión del enunciado del problema: forma de su descripción, lenguaje y organización de la información, cantidad de términos científicos, información redundante o superflua.
- Dificultades asociadas a estrategias de resolución: utilización de técnicas adecuadas, utilización de reglas y modelos fijos, etapas o subapartados.
- Dificultades asociadas a estructuras cognitivas y características personales: fallos de memoria, autoconfianza, falta de interés.
- **Dificultades matemáticas:** conocer las herramientas matemáticas y saber usarlas bien. Conectar y aplicar lo estudiado en matemáticas con otras asignaturas.

Es en estas últimas donde vamos a centrar la atención, concretamente en las dificultades que los alumnos encuentran a la hora de realizar e interpretar una gráfica.

## 2. Justificación y objetivo

La justificación de este trabajo reside en la comprobación por parte de muchos de los profesores del área de Ciencias de que alumnos que cursan primero de carrera en grados universitarios del ámbito científico (Química, Física, Matemáticas, Ingenierías, Arquitectura, Geología,...), tienen cada vez más problemas a la hora de realizar una representación gráfica con los datos que han obtenido en laboratorio al realizar una práctica sencilla sobre una materia común de 1º de carrera/grado, como es el caso de física general o química general. Como cita García (García 2004, García 2005), son varias las investigaciones que concluyen que el nivel interpretativo de diversos tipos de gráficas ha disminuido en los últimos años. La preocupante cuestión nos ha llevado a cuestionarnos en qué parte del proceso educativo de los estudiantes se encuentra el problema.

Las representaciones gráficas cartesianas constituyen una importante forma de comunicación científica y una herramienta didáctica clave para el aprendizaje de las ciencias (García 2004). Al tratarse de capacidades que tienen un carácter transversal, la falta de dominio que muestran los alumnos puede dificultar la adquisición de determinados aspectos de competencias básicas como el tratamiento de la información, el conocimiento e interacción con el mundo físico, la competencia lingüística o la competencia matemática. El trabajo reportado por Núñez et al. (Núñez 2009) recoge la importancia de abordar esta investigación desde el ámbito de la Didáctica de las Ciencias Experimentales (y no solo de las Matemáticas).

El objetivo de este trabajo es llevar a cabo un estudio de investigación e innovación educativa para analizar y minimizar algunos de los errores y dificultades que se manifiestan en la interpretación y realización de representaciones gráficas sobre fenómenos físicos y químicos, por parte del alumnado de Secundaria y Bachillerato.

Para ello comenzamos identificando cuáles son las dificultades que los alumnos encuentran a la hora de representar e interpretar cualquier tipo de gráfica. A continuación, investigamos cuáles pueden ser las causas de las mismas. En base a lo cual hemos desarrollado una propuesta de innovación educativa para trabajar estos aspectos e intentar solventar los problemas detectados. Finalmente, expondremos los resultados obtenidos tras las diferentes evaluaciones a las que hemos sometido la actividad propuesta.

## 3. Dificultades asociadas a las representaciones gráficas

Dividimos el estudio de las dificultades asociadas a las representaciones gráficas en dos partes, la primera hace referencia a problemas detectados en la realización de la gráfica, y la segunda a la interpretación propiamente dicha de cualquier tipo de gráfica dada (Núñez 2009).

- Los alumnos de Secundaria encuentran serias dificultades a la hora de representar varios puntos dados en una gráfica. En particular:
  - i. No tienen claro qué significa representar una magnitud en función de otra.
  - ii. No saben seleccionar la escala adecuada en cada uno de los dos ejes de la gráfica (eje x e y).
  - iii. Si la dependencia de los puntos representados es lineal, no saben calcular la pendiente de la recta de ajuste.
- Interpretación de una gráfica dada.



- i. Dificultad para extraer información de una gráfica cualquiera, sea perteneciente al ámbito científico, sanitario, económico, estadístico, etc. Identificar qué magnitudes se están representando, y cómo están relacionadas entre sí.
- ii. Qué significa que los puntos tengan una dependencia constante, lineal, exponencial,..., con el eje x.
- iii. Serios impedimentos a la hora de interpretar gráficas de fenómenos físicos o químicos, y en particular, diferenciar las magnitudes que intervienen en el fenómeno.

Los estudiantes de Secundaria y Bachillerato suelen tener dificultad en captar el significado real de las gráficas de leyes o fenómenos naturales (cambios de estado, crecimiento de una población, etc). Esta falta de intuición física se debe en gran parte a una enseñanza que enfatiza el formalismo matemático, lo que origina muchas veces la persistencia de errores conceptuales. Por ejemplo, en las gráficas de movimiento v-t, velocidad en función del tiempo, o s-t, espacio en función del tiempo, los alumnos identifican a menudo la línea de la gráfica con la trayectoria seguida por el móvil en un caso sencillo, pero cuya interpretación física de los valores negativos de la velocidad o del espacio no aparece en la mayoría de los textos (Shah 2002).

#### 4. ¿A qué se deben estas dificultades?

Considerando que los errores de los estudiantes no son casuales y que están basados en conocimientos y experiencias previas, trataremos de analizar las diferentes causas que los motivan (García 2005). Así, pueden asociarse a dificultades en el sistema de enseñanza-aprendizaje, que pueden ser de origen:

- Didáctico: aquellas derivadas de la elección de actividades a realizar por parte del docente. Actualmente se dedica poco tiempo a trabajar este tema, o bien se trata de una manera muy superficial, por lo que los alumnos tienden a olvidarlo y no lo consideran importante para su vida diaria.  
Un porcentaje significativo de docentes opina que los fallos que presentan los estudiantes cuando interpretan gráficas cartesianas son debidos a la poca frecuencia con la que se realizan actividades con este tipo de gráficas en las aulas (García 2007b).  
Este problema didáctico no solamente se debe al personal docente sino también al sistema educativo, a la limitada importancia y en consecuencia, poco peso que se le da dentro del contenido del currículo. Lo que también se ve reflejado en los libros de texto de Física y Química de las diferentes editoriales, donde este tema se trabaja muy superficialmente.
- Epistemológico: concepciones constitutivas del conocimiento que impiden el acceso a un conocimiento nuevo. La necesidad de convertir estas gráficas en otro tipo de representaciones para poder interpretarlas.
- Genético: provienen de las limitaciones propias del alumno en un momento de su desarrollo, carencias en el desarrollo cognitivo de los estudiantes y/o en sus habilidades para construir e interpretar gráficas.

Otra de las causas sería la falta de motivación e interés que, en general, presentan los estudiantes por las asignaturas de ciencias, tales como Matemáticas, Física y Química. Es muy común que el alumno que tiene malos resultados en Matemáticas también los tenga en Física y Química, lo que se debe a la estrecha relación que existe entre ambas materias. Pues Física y Química requieren un buen manejo de las herramientas matemáticas en un elevado porcentaje.

Finalmente, mencionar que los alumnos pueden mostrar sentimientos que favorecen el bloqueo ante un ejercicio que requiere un esfuerzo mental como es el caso de interpretar o realizar una gráfica. Entre estos sentimientos destacamos la apatía, la pereza ante el comienzo, el miedo al fracaso, la ansiedad, etc.

## 5. Diseño de una propuesta de innovación educativa

Hay que establecer claramente si se pretende **aprender a realizar gráficas o a interpretarlas**, y en qué grado se pretende alcanzar cada uno de estos dos objetivos. En los documentos oficiales y libros de texto se superponen y confunden ambas propuestas.

La propuesta que sigue se centra principalmente en la práctica de ambas propuestas, aunque no hay que entender que la finalidad sea realizar y/o interpretar una gráfica, sino aprender de la situación.

Esta propuesta de innovación se basa en las conclusiones y propuestas de investigaciones anteriores (García 2005, García 2007a, García 2007b, Muñoz 2015).

La propuesta que describimos a continuación va destinada a alumnos de 4º de ESO, y requiere, al menos, dos sesiones completas para llevarla a cabo. Comprende un “programa de actividades” que será dirigido y tutelado por el profesor.

La actividad consta de dos partes claramente diferenciables:

a) **Realización de gráficas**

Esta primera parte consiste en recordar y afianzar los contenidos mínimos sobre representaciones gráficas. Se trabajará los elementos que las constituyen y qué pautas deben seguirse para elaborar una buena representación gráfica. Los ejercicios y actividades planteadas precisan una permanente tutela, al trabajarse el "aprendizaje por descubrimiento" como medio de adquisición de información.

b) **Interpretación de gráficas**

La segunda parte está destinada a aprender a interpretar todo tipo de gráficas, aumentando poco a poco el grado de complejidad (de las gráficas de puntos a las representaciones continuas). Esta parte se trabaja siguiendo una metodología participativa, donde el alumno construye el conocimiento guiado por el profesor mediante el planteamiento de diferentes cuestiones. Posteriormente se realizarán una serie de ejercicios enmarcados en una metodología activa.



### Representaciones gráficas. Interpretación y realización de las mismas.

Matemáticas  
4º ESO C

17/05/2015

A continuación describimos la estructura que va a seguir el profesor en la presentación y desarrollo de toda la actividad propuesta.

## ESQUEMA DE TRABAJO

- a) Presentación de la actividad. El profesor expone brevemente en qué va a consistir la actividad y cómo se va a evaluar.
- b) Introducción: Por qué son importantes las representaciones gráficas (apoyo de PowerPoint). El alumno debe entender que las gráficas aparecen en muchos ámbitos de la vida cotidiana, y que saber interpretarlas le va a resultar muy útil.
- c) Bloque I: Realización de gráficas (ver Anexo I).
  - Explicación del profesor.
  - Realización de un dossier de actividades (ver Anexo II).
- d) Bloque II: Interpretación de gráficas (Ver Anexo III).
  - Explicación del profesor mediante metodología participativa.
  - Colaboración del alumnado respondiendo a las preguntas planteadas por el docente, bien de forma individual o colectiva.
- e) Realización prueba escrita (duración 45 minutos) (ver Anexo IV).
- f) Autoevaluación. El estudiante debe completar la siguiente rúbrica individualmente.

### Autoevaluación

**Marca con una X (0: Poco, 5: Mucho):**

	0	1	2	3	4	5
He aprendido algo más sobre representaciones gráficas						
Soy capaz de interpretar gráficas						
El tema abordado me parece útil para la vida real						
La actividad planteada me ha parecido interesante						

**Escribe tres ejemplos de tu día a día donde aparezcan representaciones gráficas:**

---

---

**¿De todo lo trabajado, dónde has encontrado mayores dificultades?**

---

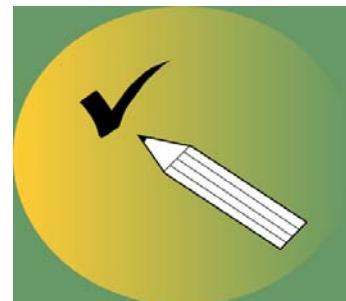
---

## 6. Plan de evaluación

A continuación presentamos el plan de evaluación que vamos a seguir a la hora de evaluar, por un lado, el proceso de aprendizaje que realiza el estudiante, y por otro, el grado de adecuación de la actividad propuesta a los objetivos planteados en este trabajo.

## 6.1. Evaluación del proceso de aprendizaje

El avance de los estudiantes debe evaluarse sistemática, deliberada y continuamente para que se pueda mejorar de forma efectiva la confianza de los estudiantes y su capacidad para interpretar y realizar gráficas en diversos contextos. Para que desarrollen esta capacidad es muy importante que reciban información y respuesta del resultado de esta evaluación, tanto de los procedimientos usados como de los resultados obtenidos.



Los criterios de evaluación son:

- evaluación de las capacidades de los alumnos en el uso de los recursos explicados.
- evaluación sobre la aplicación de las pautas dadas a la hora de representar varios puntos en una gráfica.
- evaluación de la capacidad de comprensión de enunciados, formulación de problemas, uso de la información dada y elaboración de conjjeturas.
- evaluación de la capacidad para comprobar, interpretar y explotar los resultados obtenidos.
- evaluación de la capacidad para planificar, desarrollar y controlar procesos individualmente.
- evaluación de la intervención del alumnado, grado de motivación e interés por el tema abordado.

En todos ellos, es muy revelador el análisis de los errores cometidos en particular, y de los procesos en general, y no sólo los resultados finales.

Criterios de calificación:

La puntuación de esta actividad sobre la nota final de la asignatura Física y Química es del 10%. Es decir, supone 1 punto sobre 10 de la calificación final. El cual se distribuye de la siguiente forma:

- 20% Actitud. Comportamiento en clase, actitud e interés demostrado hacia la actividad, motivación, espíritu de superación, voluntariedad.
- 20% Nota de las actividades realizadas en clase.
- 60 % Prueba escrita.

## 6.2. Evaluación de la propuesta educativa

Por otra parte, vamos a evaluar el grado de adecuación de la propuesta educativa, valorando si la actividad propuesta cumple los objetivos señalados en este trabajo.

Los métodos a utilizar son:

- Observación directa del alumno en clase, prestando atención a su intervención tanto espontáneamente como respondiendo a preguntas formuladas por el profesor. Escuchar a los alumnos discutir sobre posibles interpretaciones a una gráfica dada.
- Análisis y valoración de los ejercicios planteados en clase y que han resuelto de forma individual.
- Prueba escrita de evaluación final. Nos proporciona información sobre el grado de mejora en la adquisición de conocimientos sobre el tema abordado.
- Autoevaluación del alumnado. El estudiante realiza un cuestionario sobre el grado de satisfacción con lo aprendido, dificultades encontradas.

## 7. Diseño experimental

Para poder comprobar la validez de nuestra propuesta educativa necesitábamos disponer de dos grupos de alumnos, de forma que uno de ellos actuara de grupo referencia y otro de grupo evaluado. Esta es la única forma de poder hacer un estudio comparativo entre ambos.

El grupo referencia (grupo Ref) está formado por 25 alumnos de 4º de ESO (11 chicas y 14 chicos), todos ellos con edades comprendidas entre los 15 y los 16 años, ningún repetidor y todos ellos de nacionalidad española.

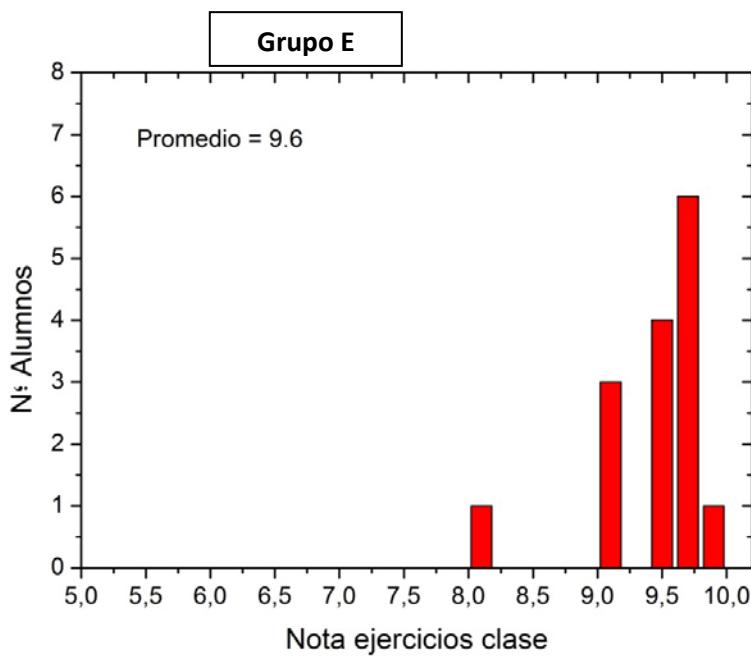
Mientras que el grupo evaluado (grupo E) está formado por 24 alumnos, 7 chicas y 17 chicos, todos ellos de nacionalidad española. Ninguno de los alumnos ha repetido curso a lo largo de su vida escolar, pero el rendimiento académico de este curso está siendo bajo en general, el promedio del número de suspensos por alumno es de 2.

El procedimiento consistió en realizar la actividad tal y como se ha descrito en el apartado anterior con el grupo E. De manera que se dedicaron dos sesiones de la asignatura Física y Química a trabajar sobre representaciones gráficas, posteriormente los alumnos realizaron la prueba escrita y el cuestionario de autoevaluación.

Por otra parte, el procedimiento a seguir con el grupo Ref fue justo el contrario. El grupo Ref realizó en primer lugar la prueba escrita individualmente y sin previa preparación; es decir, sin dedicar dos sesiones a trabajar sobre el tema que nos ocupa. Tras una breve introducción y motivación al tema, se les advirtió de que disponían de 45 minutos para realizar la prueba y que el resultado de la misma serviría para evaluar el punto correspondiente a la actitud sobre la nota final de la asignatura. Aunque esto último no debería formar parte de la motivación, les ayuda a centrarse y tomarse la actividad en serio. Por supuesto, una vez conocido el resultado de esta prueba se dedicaron dos sesiones a realizar la actividad completa con este grupo.

## 8. Análisis de resultados

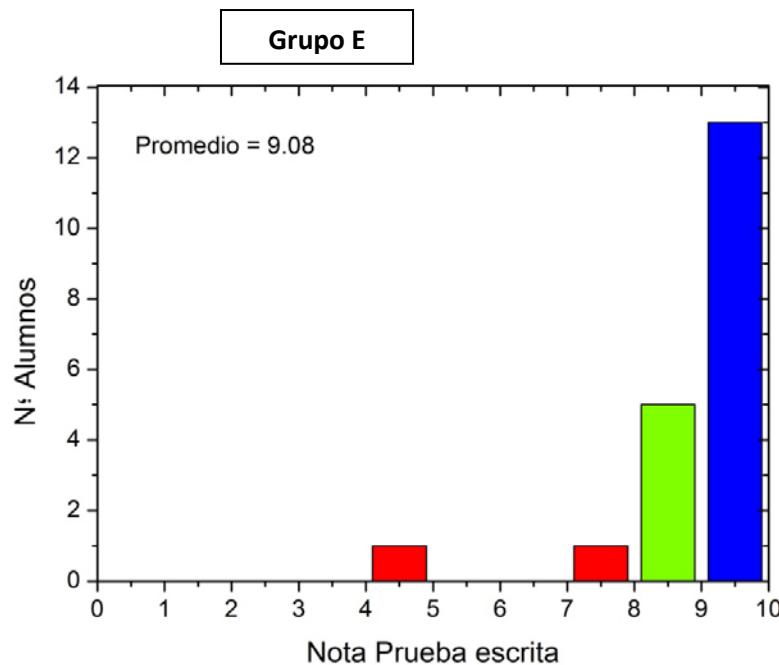
En primer lugar se muestran los resultados obtenidos tras evaluar los ejercicios realizados en clase (Anexo II) individualmente por el grupo E (Fig. 1).



**Fig. 1.** Diagrama de barras correspondiente a la nota de los ejercicios de clase realizados por alumnos del grupo E.

Como puede verse en la Fig. 1, el 100 % de los alumnos del grupo E obtuvo una nota sobre 10 por encima del 8, lo que demuestra que todos han comprendido y aplicado las normas establecidas sobre cómo representar gráficamente la información dada. Por otra parte, un resultado tan bueno implica que existe un elevado grado de interés y motivación por la actividad.

A continuación presentamos los resultados obtenidos en la prueba escrita en cada uno de los dos grupos (Figs. 2 y 3 correspondientes al grupo E y Ref, respectivamente).



**Fig. 2.** Diagrama de barras correspondiente a la nota de la prueba escrita realizada por alumnos del grupo E.

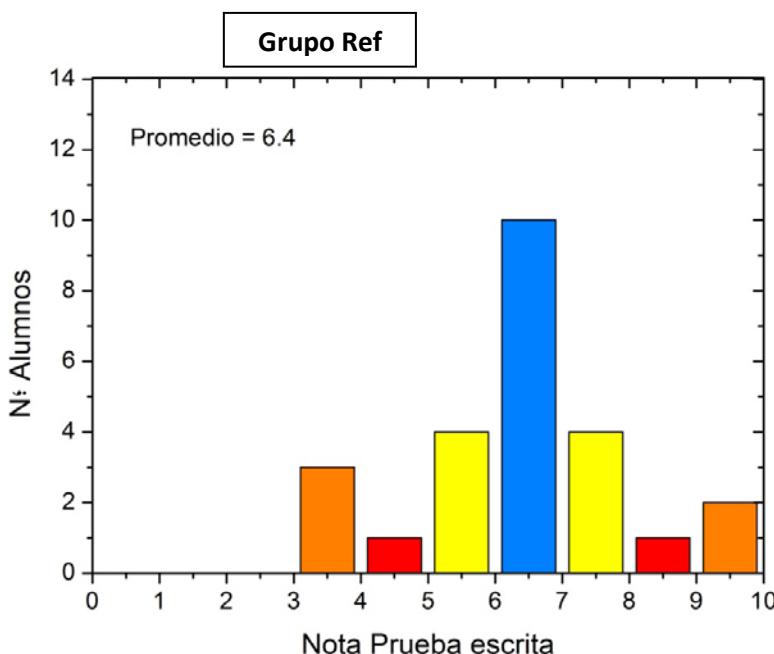


Fig. 3. Diagrama de barras correspondiente a la nota de la prueba escrita realizada por alumnos del grupo Ref.

La Fig. 2 muestra las notas de la prueba escrita del grupo E, solamente hay una persona suspendida con un 4.5 de nota y el resto tiene una puntuación igual o superior a 7. Mientras que si comparamos este resultado con el obtenido en el grupo Ref, comprobamos que existe una diferencia muy clara. La distribución de notas obtenida por el grupo de referencia es de tipo gaussiano centrado en un valor de 6.5. Esto indica que la nota promedio obtenida está en torno a ese valor, concretamente 6.4. Por encima y por debajo de este valor la distribución de notas es muy homogénea a ambos lados, como indican las barras de colores cálidos.

Tras comparar los resultados de la prueba escrita obtenidos por ambos grupos concluimos que el promedio obtenido tras realizar la actividad propuesta es muy superior, 9.08, frente al obtenido sin trabajar previamente en ello, 6.4. Por otra parte, el número de alumnos que tienen una nota inferior al aprobado (5) es de un 4.2% en el grupo E, mientras que en el grupo Ref el número de suspendidos aumenta hasta un 40%. Lo que demuestra que trabajar en clase la propuesta educativa que hemos presentado favorece el aprendizaje sobre cómo representar gráficamente y cómo interpretar una gráfica dada. Por tanto, podemos afirmar que los objetivos planteados en este trabajo han sido alcanzados con éxito.

Finalmente, recogemos los datos reflejados por las autoevaluaciones que han realizado los alumnos del grupo E.

A las cuestiones planteadas:

<b>Valora de 0: "Poco" a 5: "Mucho" los siguientes aspectos:</b>
He aprendido algo más sobre representaciones gráficas
Soy capaz de interpretar gráficas
El tema abordado me parece útil para la vida real
La actividad planteada me ha parecido interesante

El **58,33%** de los alumnos encuestados contestan con la máxima calificación (**mucho o muy bien (5)**), el 21% (bien (4)), el 8,33% (regular (3)), y el 12,5% restante no contesta.

A la petición de escribir tres ejemplos de la vida diaria donde encuentran representaciones gráficas todos contestan con al menos dos ejemplos.

Por último, las mayores dificultades encontradas al realizar la actividad según su propia experiencia son las siguientes:

i. Al representar gráficamente los datos o la información proporcionada	25%
ii. Trazar la recta de ajuste	4,2%
iii. Hallar una escala adecuada para la representación	16,7%
iv. Distinguir los tipos de variable, independiente y dependiente.	8,3%
v. Interpretar gráficas correctamente	8,3%
vi. Ninguna	37,5%

Como refleja esta tabla el 37,5% dice no haber encontrado ningún problema ni dificultad a lo largo de la actividad, lo cual es una respuesta poco meditada y precipitada, el 25% reconoce que le cuesta representar gráficamente. Hallar la escala adecuada no es una tarea sencilla como revelan el 16,7% de los encuestados. El 8,3% encuentra dificultades a la hora de distinguir qué variable es la dependiente y cual la independiente para representarlas en el eje adecuado. Y finalmente al 8,3% de los estudiantes les resulta complicado interpretar gráficas correctamente.

## 9. Conclusiones

### 9.1. Conclusiones generales

Frente a lo analizado, concluimos que el docente debe tener presente las dificultades observadas para realizar un cambio en su práctica en el aula, intensificando la importancia de aprender a interpretar gráficamente los fenómenos físicos o químicos estudiados. Esto hace recomendar que se propongan más actividades de interpretación de gráficas, que exijan el procesamiento de la información gráfica en el nivel conceptual.

En el caso estudiado, hemos comprobado con datos cuantitativos como al dedicar dos sesiones a trabajar específicamente en el tema abordado los alumnos mejoran considerablemente sus resultados. Con la propuesta presentada se persigue además que el docente transmita al alumno la gran importancia que tienen las gráficas no sólo en asignaturas tales como Matemáticas, Física, Química o Economía, sino también en la vida diaria.

Acerca de la realización de una representación gráfica, hemos dotado al estudiante de unas herramientas o pautas útiles a la hora de enfrentarse a una representación, lo que sin duda contribuye a la formación de la persona, proporcionándole una estructuración mental y un desarrollo de habilidades y capacidades transversales tales como capacidad de síntesis, intuición, relación entre unas disciplinas y otras, mejora de la comprensión de algunos conceptos y fenómenos. Lo que sin duda le será útil en su futuro.

Teniendo en cuenta el tratamiento superficial que actualmente se hace sobre este tema, estimamos conveniente presentar actividades donde intervenga no sólo la comprensión de un problema o ley de

manera matemática sino también gráficamente. Si los estudiantes se enfrentan a actividades de este tipo con mayor frecuencia tenderán a lograr procesos mentales superiores.

Para lograr una actitud del alumnado más interesada y con el objeto de acrecentar su motivación, es conveniente presentar situaciones modernas y cercanas a ellos. Como es el caso de la aplicación de “Android” que permite visualizar el consumo de la batería de nuestro móvil en función al tiempo de uso, teniendo en cuenta diversos factores. Este ejemplo lo hemos incluido en nuestra propuesta educativa y podemos destacar la gran aceptación que tuvo entre los estudiantes, la atención e interés fue captada al 100%.

Por último señalar que en la asignatura que nos concierne, el docente debe inculcar a sus estudiantes el papel tan relevante que juegan las representaciones gráficas en las Ciencias Experimentales, de hecho constituyen una importante forma de comunicación científica y una herramienta didáctica clave para el aprendizaje de las ciencias.

## 9.2. Conclusiones personales

Dada la gran importancia de la labor educativa, considero fundamental la investigación en el ámbito docente. Creo absolutamente necesario llevar a cabo una labor de investigación en didáctica de las ciencias experimentales, debemos trabajar por encontrar la mejor forma de construir el conocimiento y el cómo transmitirlo. Esto conecta directamente con el papel tan importante que tiene la metodología en todo proceso de enseñanza-aprendizaje, pues no se llega a la meta a través de cualquier camino.

En mi opinión cada profesor puede “investigar” en su aula, es decir, puede desarrollar diferentes propuestas didácticas y evaluar el grado de mejora en el conocimiento de sus estudiantes, valorando tanto el proceso de enseñanza como el de aprendizaje.

Existen pocas propuestas didácticas basadas en leyes o regularidades sobre el comportamiento de las personas cuando aprenden ciencia. Quizás si se supiera más sobre cómo se aprende, podríamos ser más eficaces a la hora de enseñar.

## 10. Perspectivas futuras

Con el fin de disminuir el número de errores y dificultades que los alumnos de Secundaria encuentran en la interpretación y realización de gráficas en la asignatura Física y Química, y con la intención de dotar al estudiante de una enseñanza basada en un formalismo menos matemático y más interpretativo y gráfico, proponemos una serie de actividades complementarias para trabajar a lo largo del curso en la asignatura de Física y Química, 4º ESO.

Comenzaremos con la propuesta educativa presentada en este trabajo, que preferiblemente se realizará durante la 1<sup>a</sup> evaluación. Posteriormente, bien durante la 2<sup>a</sup> evaluación o al finalizarla, los alumnos dedicarán una sesión a realizar una actividad relacionada con la materia vista en clase o que guarde relación con la Física y Química en la actualidad. Dicha actividad consistirá en un trabajo colaborativo, que llevarán a cabo en grupos de máximo 4 personas. Se les proporcionará material informativo donde aparezcan gráficas y ellos mismos deberán buscar una interpretación clara de lo que ocurre siguiendo las pautas del profesor. Posteriormente habrá una puesta en común de todos los grupos.

Finalmente, a lo largo de la 3<sup>a</sup> evaluación sería muy recomendable que los alumnos realizaran una práctica en laboratorio que les permita:

- aplicar alguno de los conceptos aprendidos en clase de teoría,
- enfrentarse a un problema experimental,
- conocer más de cerca el trabajo de investigación y
- trabajar la representación gráfica de los datos obtenidos experimentalmente.

En todo momento, el profesor debe guiar al estudiante para facilitarle la tarea de aprender a relacionar los conceptos teóricos con la realidad, y ayudarle a reflexionar, de manera que no realice la práctica siguiendo un guión a modo de recetario sino siendo consciente de cada paso que da y porqué lo hace.

Terminaré con una cita de Emmanuel Kant:

*"Persona es el ser humano que ante una situación cualquiera de la vida examina lo que puede hacer, analiza lo que debe hacer ... y después lo hace".*

## 11. Bibliografía

**(Johnstone 1980)** Johnstone, A.H. y Kellet, N.C. (1980). "Learning difficulties in school science-towards a working hypothesis". *European Journal of Science Education*, 2(2), pp. 175-181.

**(Oñorbe 1996)** Oñorbe de Torre, A. y Sánchez Jiménez, J.M. (1996). "Dificultades en la enseñanza-aprendizaje de los problemas de física y química". *Enseñanza de las ciencias*, 14(2), 165-170.

**(Shah 2002)** Shah, P. and Hoeffner, J. (2002). "Review of Graph Comprehension Research: Implications for Instruction". *Educational Psychology Review*, Vol. 14, No. 1.

**(García 2004)** García García, J. J. y Cervantes Madrid, A. (2004). "Las representaciones gráficas cartesianas en los libros de texto de ciencias". *Revista Alambique* 41.

**(García 2005)** García García, J. J. y Perales Palacios, F. J. (2005). "¿Influye la formación académica de los estudiantes en su comprensión de las representaciones gráficas cartesianas?". *Enseñanza de las Ciencias*, número extra. VII Congreso.

**(García 2007a)** García García, J. J. y Perales Palacios, F. J. (2007). "¿Comprenden los estudiantes las gráficas cartesianas usadas en los textos de ciencias?". *Enseñanza de las Ciencias*, 25(1), 107–132.

**(García 2007b)** García García, J. J. y Perales Palacios, F. J. (2007). "¿Cómo usan los profesores de Química las representaciones gráficas cartesianas?". *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 10 (1), 1-15.

**(Núñez 2009)** Núñez, F.; Banet Hernández, E. y Cordón Aranda, R. (2009). "Capacidades del alumnado de Educación Secundaria Obligatoria para la elaboración e interpretación de gráficas". *Enseñanza de las Ciencias*, 27(3), 447–462.

**(Muñoz 2015)** Ruiz Pastrana, M. y Muñoa, R. "Disoluciones y líneas rectas". *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 80, 66-72.

Las imágenes mostradas han sido tomadas de la red Internet: imágenes google.

## Anexos

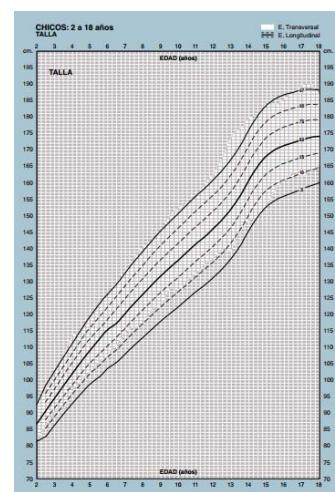
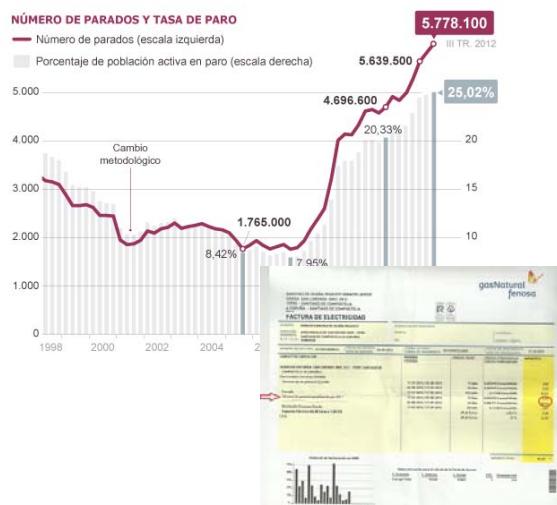
## Anexo I. Representaciones gráficas

# Representaciones gráficas. Interpretación y realización de las mismas.

Matemáticas  
4º ESO C

17/05/2015

## Las representaciones gráficas en nuestra vida diaria





## DIFICULTADES DETECTADAS:

- Los alumnos encuentran dificultades a la hora de representar varios puntos dados en una gráfica.
  - Representar una magnitud en función de otra.
  - En qué eje se representa la variable independiente y en cuál la dependiente.
  - Seleccionar la escala adecuada en cada uno de los dos ejes.
- Interpretación de una gráfica dada.
  - Extraer información de una gráfica.
  - Tipos de dependencia (constante, lineal, exponencial,...,).
  - Calcular la pendiente de la recta de ajuste.

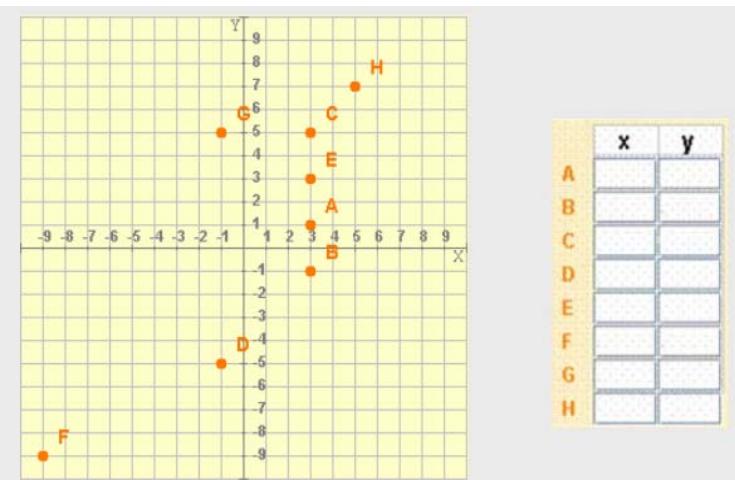
## Rápidamente: ¿Qué es un sistema de ejes coordenados (o cartesianos)?



Un sistema de ejes coordenados (o cartesianos) está formado por dos ejes numéricos perpendiculares, uno horizontal, llamado de **abscisas** y otro vertical o de **ordenadas**.

Ambos ejes se cortan en un punto llamado **origen** o **centro de coordenadas**.

## Coordenadas de los puntos representados



A:  $(x_A, y_A)$

C:  $(x_C, y_C)$

H:  $(x_H, y_H)$

2. Calcula la ecuación de la recta que pasa por los puntos C y H.

3. Dibuja dicha recta en la gráfica anterior. ¿Cuál es la pendiente de esta recta?

4. La siguiente tabla contiene los valores de la velocidad con la que llega al suelo un objeto en caída libre, frente al tiempo de caída (velocidad inicial nula).

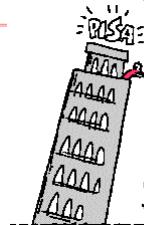
v (m/s)	6,95	7,8	8,83	9,75	10,8	11,7
t(s)	0,72	0,83	0,91	1	1,11	1,22

a) Representar la velocidad en función del tiempo de caída y la recta de ajuste.

**Pautas:**

- Identificar cuál es la variable independiente (eje X) y cuál la dependiente (eje Y).
- Representar cada una en el eje correspondiente, indicando las unidades.
- Elegir escala adecuada para cada eje. No tiene por qué coincidir.
- Trazar la recta que mejor se ajusta a los datos.

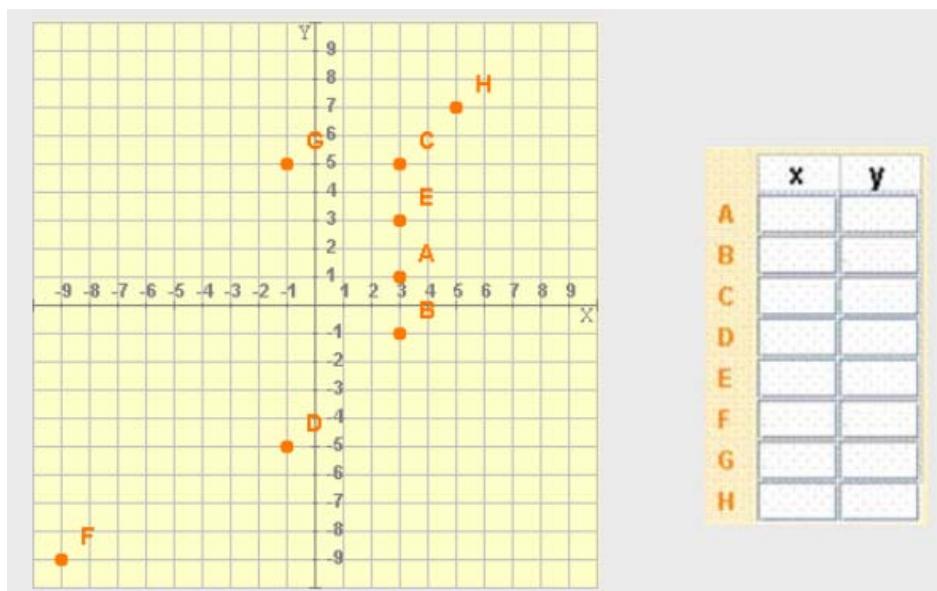
b) Determinar el valor de  $g$  a partir de los datos de la tabla.



## Anexo II. Ejercicios sobre representaciones gráficas.

### Dossier para el alumno

1. Completa la tabla con las coordenadas de los puntos representados en la imagen siguiente:



2. Calcula la ecuación de la recta que pasa por los puntos C y H. Dar la ecuación de dicha recta de tres formas distintas.
3. Dibuja dicha recta en la gráfica anterior. ¿Cuál es la pendiente de esta recta?
4. La siguiente tabla contiene los valores de la velocidad con la que llega al suelo un objeto en caída libre, frente al tiempo de caída (velocidad inicial nula).

v (m/s)	6,95	7,8	8,83	9,75	10,8	11,7
t(s)	0,72	0,83	0,91	1	1,11	1,22

- a) Representar la velocidad en función del tiempo de caída y la recta de ajuste.

**Pautas:**

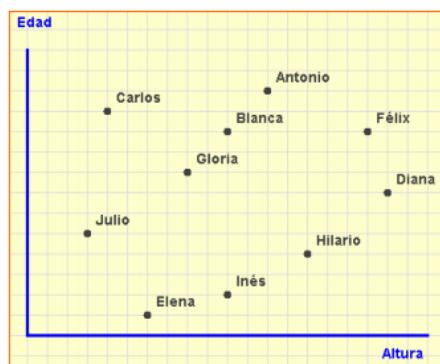
- Identificar cuál es la variable independiente (eje X) y cuál la dependiente (eje Y).
- Representar cada una en el eje correspondiente, indicando las unidades.
- Elegir escala adecuada para cada eje. No tiene por qué coincidir.
- Trazar la recta que mejor se ajusta a los datos.

- b) Determinar el valor de  $g$  a partir de los datos de la tabla.

## Anexo III. Interpretaciones gráficas

### Interpretación de gráficas

- Ejemplo de gráfica de puntos.



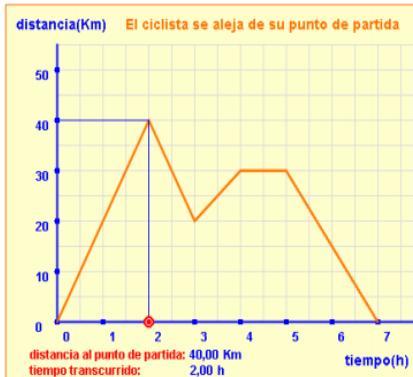
**Observa:** el punto que aparece **más elevado**, el punto **más bajo**, el punto situado **más a la derecha** y el punto situado **más a la izquierda**. Relacionalo con las magnitudes representadas.

### Interpretación de gráficas

- Ejemplo de gráficas continuas.

**La interpretación de la gráfica:**

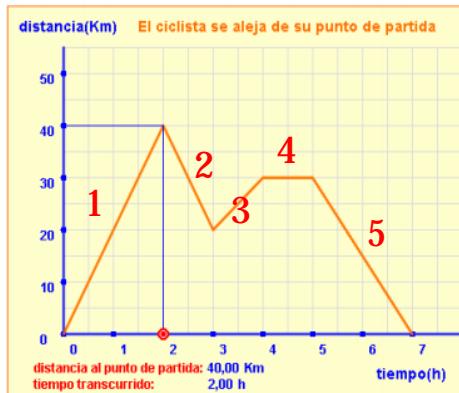
- ✓ El ciclista empieza su recorrido y a las dos horas se encuentra a 40 km.
- ✓ Recorre 20 km más pero volviendo hacia atrás.
- ✓ Vuelve a alejarse 10 km y se para a descansar durante una hora.
- ✓ Finalmente se vuelve a montar en su bicicleta y regresa al punto de partida tardando en esa última parte del recorrido, de 30 km, dos horas.



**Observa:** los tramos de la gráfica que indican que el ciclista se aleja, regresa o está parado.

## Interpretación de gráficas

- Ejemplo de gráficas continuas.



¿Cuál es la velocidad del ciclista en cada tramo?

Respuesta:

- 1)  $V=20 \text{ Km/h}$
- 2)  $V=20 \text{ Km/h}$
- 3)  $V=10 \text{ Km/h}$
- 4)  $V= 0$
- 5)  $V=15 \text{ Km/h}$

## Práctica:

1. Marta ha salido a dar un paseo.

- a) ¿Cuánto ha durado ese paseo?
- b) ¿A qué distancia se encuentra el punto más alejado de su casa?



Respuesta:

- a) 50 min
- b) 700 m

## Práctica:

2. Un depósito se llena mediante una bomba que vierte 74 litros de agua por minuto.

¿Cuál de las tres rectas representa el agua del depósito en función del tiempo? ¿Por qué?



Respuesta:

Recta amarilla, porque  
Su pendiente es 74 l/min

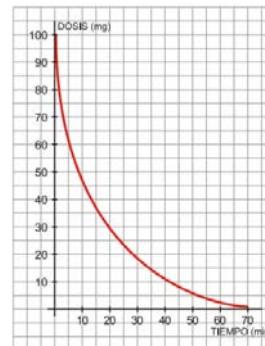
## Práctica:

3. Se sabe que la concentración en sangre de un cierto tipo de anestesia viene dada por la gráfica siguiente:

- ¿Cuál es la dosis inicial?
- ¿Qué concentración hay, aproximadamente, al cabo de los 10 minutos?  
¿Y al cabo de 1 hora?
- ¿Cuál es la variable independiente? ¿Y la variable dependiente?
- A medida que pasa el tiempo, la concentración en sangre de la anestesia, ¿aumenta o disminuye?

Respuesta:

- 100 mg
- Al cabo de los 10 minutos hay, aproximadamente, 46 mg. Al cabo de una hora, 2,5 mg, aproximadamente.
- La variable independiente es el tiempo; y, la variable dependiente, es la dosis .
- Disminuye.



## Situación real:

4. Construye una gráfica que corresponda a la audiencia de una determinada cadena de televisión durante un día, sabiendo que:

A las 0 horas había, aproximadamente, 0,5 millones de espectadores. Este número se mantuvo prácticamente igual hasta las 6 de la mañana. A las 7 de la mañana alcanzó la cifra de 1,5 millones de espectadores. La audiencia descendió de nuevo hasta que, a las 13 horas, había 1 millón de espectadores. Fue aumentando hasta las 21 horas, momento en el que alcanzó el máximo: 6,5 millones de espectadores. A partir de ese momento, la audiencia fue descendiendo hasta las 0 horas, que vuelve a haber, aproximadamente, 0,5 millones de espectadores.

### Solución:

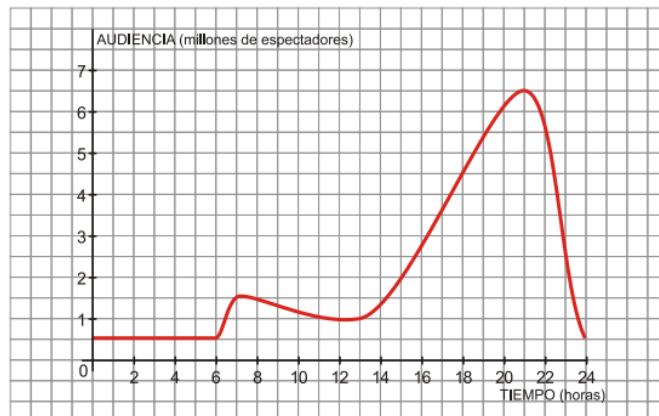
Eje y: AUDIENCIA(millones de espectadores)

Eje x: TIEMPO (horas)

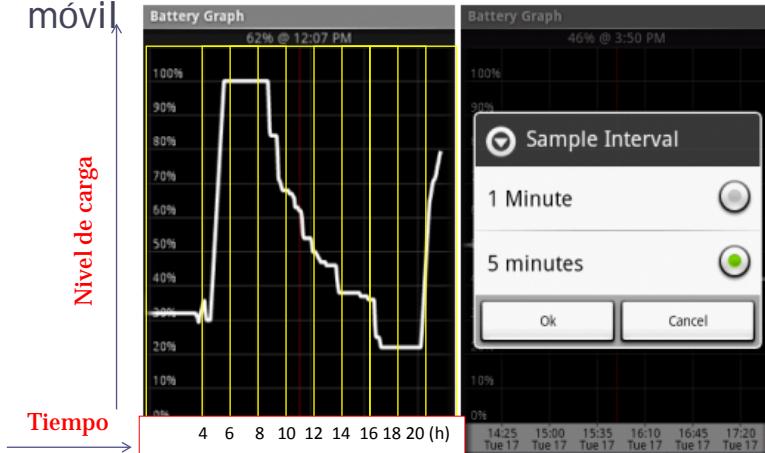
DATOS:

Y	Aud (mill)	0,5	cte	1,5	1	6,5	0,5
X	t (h)	0	6	7	13	21	0

Y	Aud (mill)	0,5	cte	1,5	1	6,5	0,5
X	t (h)	0	6	7	13	21	0



## 5. Gráfico del consumo de batería de nuestro móvil



- ¿Cuánto tiempo tarda la batería en cargarse completamente (100%)?
- ¿En qué franja horaria no he utilizado el móvil?
- Cita tres momentos donde el consumo de batería fue muy brusco.
- Describe cómo es el consumo de la batería a la vista de la gráfica.

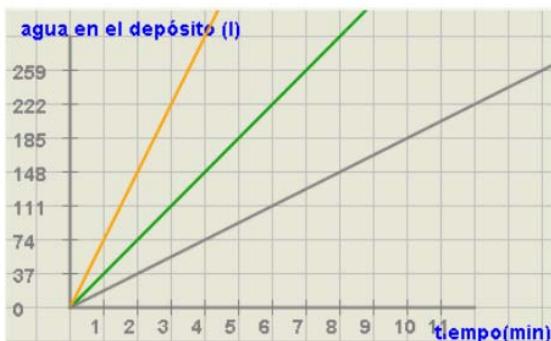
Autoevaluación

## Anexo IV. Prueba escrita

- 1- Marta ha salido a dar un paseo. ¿Cuánto ha durado ese paseo? ¿A qué distancia se encuentra el punto más alejado de su casa? (1 pto)



- 2- Un depósito se llena mediante una bomba que vierte 74 litros de agua por minuto. ¿Cuál de las tres rectas representa el agua del depósito en función del tiempo? (1 pto)

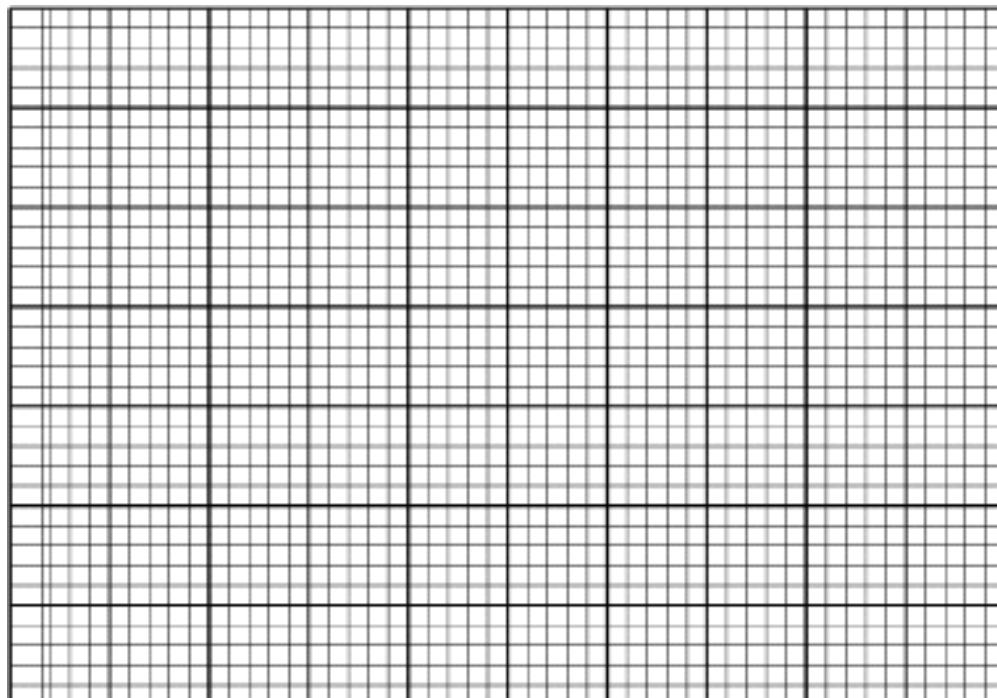


- 3- Se sabe que la concentración en sangre de un cierto tipo de anestesia viene dada por la gráfica siguiente (2 ptos):

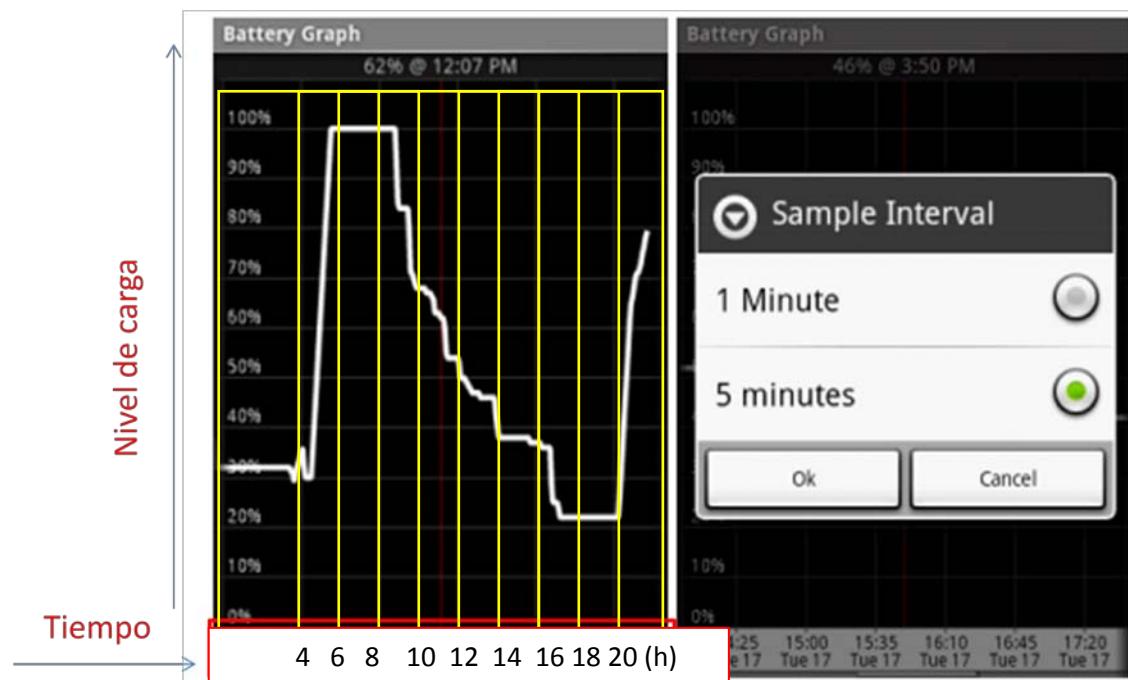


- a) ¿Cuál es la dosis inicial?
- b) ¿Qué concentración hay, aproximadamente, al cabo de los 10 minutos?
- ¿Y al cabo de 1 hora?
- c) ¿Cuál es la variable independiente? ¿Y la variable dependiente?
- d) A medida que pasa el tiempo, la concentración en sangre de la anestesia, ¿aumenta o disminuye?
- 4- Construye una gráfica que corresponda a la audiencia de una determinada cadena de televisión durante un día, sabiendo que (3 ptos):

A las 0 horas había, aproximadamente, 0,5 millones de espectadores. Este número se mantuvo prácticamente igual hasta las 6 de la mañana. A las 7 de la mañana alcanzó la cifra de 1,5 millones de espectadores. La audiencia descendió de nuevo hasta que, a las 13 horas, había 1 millón de espectadores. Fue aumentando hasta las 21 horas, momento en el que alcanzó el máximo: 6,5 millones de espectadores. A partir de ese momento, la audiencia fue descendiendo hasta las 0 horas, que vuelve a haber, aproximadamente, 0,5 millones de espectadores.



## Situación Real: Gráfico del consumo de batería de nuestro móvil (3ptos)



- I. ¿Cuánto tiempo tarda la batería en cargarse completamente (100%)?
- II. ¿En qué franja horaria no he utilizado el móvil?
- III. Cita tres momentos donde el consumo de batería fue muy brusco.
- IV. Describe cómo es el consumo de la batería a la vista de la gráfica.

## Autoevaluación

**Marca con una X (0: Poco, 5: Mucho):**

	0	1	2	3	4	5
He aprendido algo más sobre representaciones gráficas						
Soy capaz de interpretar gráficas						
El tema abordado me parece útil para la vida real						
La actividad planteada me ha parecido interesante						

**Escribe dos ejemplos de tu día a día donde aparezcan representaciones gráficas:**

---

---

**¿De todo lo trabajado, dónde has encontrado mayores dificultades?**

---

---