

Experiencias sobre la enseñanza de la ciencia en la educación básica

Entre la primaria y la secundaria, el Titanic

Ana Martínez Vázquez*

¿Se acuerdan de Alejandra, aquella niña que apenas hablaba cuando hicimos un viaje a Puebla (Martínez, 1995)? Pues ya acabó la primaria y ahora está en la secundaria. Como todos, pasó de las Ciencias Naturales a la *Introducción a la Física y a la Química* sin darse cuenta. Los adolescentes de 12 y 13 años dejan la primaria, ingresan a la secundaria y cuando llegan a nuestras manos (a las de los profesores y profesoras) no sabemos quiénes son, ni qué saben, ni cómo se manejan. ¡Lo bueno es que ellos tampoco saben quiénes somos nosotros! Mientras averiguamos y nos conocemos, ¿no sería útil reconocer qué tanto saben de lo que deben entender de ciencias y algo de matemáticas? Durante toda la educación primaria estudian y aprenden. Como están en esa edad en la que parecen esponjas absorbentes, seguro algo traen de conocimiento y de formación. Para investigar lo que saben, para reconocer esos principios mal entendidos, para empezar a percibir a los estudiantes, ¿qué tal una historia diferente, como la del Titanic?

Con el *Titanic* logramos repasar mucho de lo que nuestros estudiantes aprendieron durante seis

años de educación primaria. Podemos ver si saben hacer dibujos a escala, reconocer sus habilidades para resolver problemas sencillos y realizar gráficas e interpretarlas.

También podemos examinar sus ideas sobre el movimiento, la densidad

y las máquinas sencillas, e investigar su capacidad para efectuar estimaciones y para comprender la lectura. Además de analizar sus conocimientos sobre la clasificación de los alimentos, las fuentes de energía y el ciclo del agua, es posible construir un Titanic

con botellas de refresco y con eso entender las razones de su hundimiento.

Con todos estos elementos, el material que aquí se presenta lo trabajaron niños y niñas que estaban por terminar la primaria, de hecho fueron Alejandra y sus compañeros. Después lo analizaron otros estudiantes que empezaban la secundaria. Los dos grupos tenían alrededor de 35 personas. Con los alumnos de primaria se trabajaron sesiones de dos horas. Para los de secundaria se utilizaron dos horas de clase (en la secundaria donde se trabajó, cada clase es de 50 minutos). El tiempo dedicado a cada sesión fue distinto, debido a la forma en que intrínsecamente se organizan los cursos en cada nivel. Además, la época del año fue diferente. Con los de primaria se trabajó al finalizar el curso escolar, mientras que con los de secundaria las actividades se realizaron justo cuando empezaba, después de las vacaciones de verano. Así, hubo muchas cosas que los de secundaria no recordaban, pero que reconstruyeron rápidamente después de una breve explicación. La tercera distinción, menos palpable que las anteriores, es la actitud de los estudiantes. La postura en secundaria se modifica por el sólo hecho de cambiar de nivel. Su desarrollo es distinto, aunque la diferencia en edad sólo sea de unos meses. Por estas disparidades, los resultados con unos y otros no son comparables. Podemos decir que en los dos grupos la experiencia fue excelente, porque los alumnos recuperaron en cada sesión los conocimientos y habilidades que necesitaban. Los pequeños gozaron más cuando jugaron con el agua y los barcos, pero en general a todos les gustó trabajar con el *Titanic*. A través de los resultados es fácil darse cuenta de las debilidades de cada estudiante. Este trabajo puede utilizarse con alumnos de primaria para recapitular, o con los de secundaria para recordar y detectar errores. Así, actividades como ésta nos permiten conocer a los estudiantes, antes de que ellos nos conozcan a nosotros y nos "tomen la medida".

Para transmitir el conocimiento, ya sea de física o de química, es importante saber qué manejan nuestros alumnos y alumnas. Para estudiar química es necesario saber graficar, estimar, calcular, leer y comprender. Una vez que esto se tiene, se puede



Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM.

Recibido: 6 de febrero de 2003; **aceptado:** 10 de marzo de 2003.

adquirir lo demás. Aquí va la propuesta de actividades para reconocer y recordar con ellos los conocimientos y las habilidades de los estudiantes de primero de secundaria. En artículos posteriores presentaremos distintas actividades relacionadas con la enseñanza de las ciencias en la educación secundaria. Esta propuesta está dividida por sesiones. Cada día que se presenta corresponde a la ficha de trabajo que los estudiantes tuvieron para cada una de las sesiones. Las actividades que realizan los alumnos se marcan con una bala en el texto. Además, en cada sesión pusimos información que pensamos necesaria ya sea para motivar o para realizar la actividad. El último día se construye un barco, por lo que se presentan las instrucciones y en esta parte no se utilizan balas en el texto.

En la parte final de este trabajo se presenta un análisis para los profesores, que incluye el objetivo de cada sesión, y las actividades que en general resultaron más difíciles para cada uno de los grupos. Cabe resaltar que ninguna de las tareas se valoró numéricamente, porque son labores encaminadas al análisis de conocimientos previos. Asignar una calificación no tiene sentido en este tipo de actividades. Este artículo se presenta organizado para que el profesor o profesora pueda darles las fichas de trabajo a los estudiantes directamente. Es una propuesta de material didáctico. No se pretende con esta información realizar ningún tipo de investigación educativa. El único objetivo de lo que aquí se presenta es mostrar material didáctico útil para el análisis de las capacidades y los conocimientos previos de los estudiantes que terminan la primaria o que empiezan la secundaria. Por supuesto, cada profesor y profesora puede utilizarlo a su conveniencia. En nuestro caso, además de reconocer las fortalezas y las debilidades de nuestros estudiantes, nos sirvió para recapitular y recordar lo aprendido de ciencias en la primaria. ¡Ojalá les guste!



Primer día, el Titanic, una historia para recordar

El Titanic es famoso porque se dijo que era un barco incapaz de hundirse y, sin embargo, se hundió. A los pocos días de navegar en el mar, el barco desapareció en las frías aguas del océano.

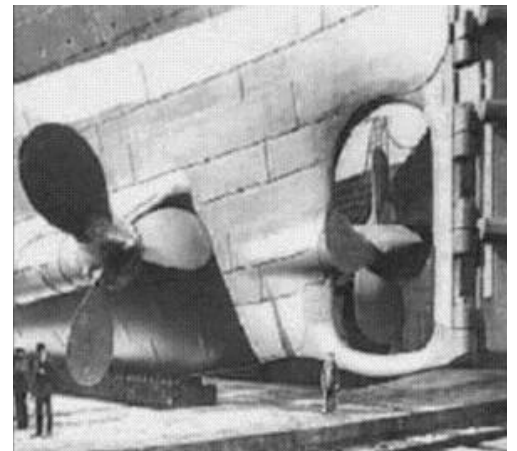


Al Titanic se le relaciona con una o varias historias de amor, o con la física y la química. Por lo mismo, con el Titanic podrás reconocer todo lo que aprendiste en la primaria de física, de química, y algo de matemáticas.

El Titanic era un barco enorme. Se construyó en Belfast, al norte de Irlanda, en 1912. En su primer viaje el Titanic tenía como destino la ciudad de Nueva York. Medía aproximadamente 269 m de largo, 28 m de ancho y 31 m de altura.

- Con esta información, haz un dibujo a escala del Titanic.

El Titanic tenía un hermano gemelo que se llamaba el Olympic. Los dos barcos tenían dos hélices gemelas, cada una de las cuales me-



diaba más de siete metros. En el centro había otra hélice que medía más de cinco metros.

- Dibuja las hélices a escala, y explica en el dibujo cómo funcionaban para que se moviera el barco.

Si el Titanic medía 885 pies de largo, un camión mide 40 pies y un avión 231 pies.

- ¿La longitud de un Titanic es igual a la longitud de cuántos camiones?
- ¿La longitud de cuántos aviones equivalen a la longitud de un Titanic?





Segundo día, icebergs y calderas

Los barcos se movían con vapor. Para producir el vapor, en unas enormes calderas se quemaba carbón y se calentaba agua. El agua evaporada movía enormes pistones que hacían que el barco se moviera.

- ¿Qué sabes del carbón como fuente de energía?
- ¿Quemar carbón es una fuente de contaminación?

El Titanic en su primer viaje chocó contra un iceberg, se partió y se hundió. Un iceberg es una montaña de hielo que se forma con agua dulce cuando el agua de mar se congela. El agua se congela y la sal se queda en el agua líquida. Por eso los icebergs son dulces.

- Dibuja el ciclo del agua. Incluye el nombre de los estados de agregación en los que aparece el agua.
- Con el ciclo del agua que dibujaste explica con otro dibujo, cómo se forma un iceberg. Incluye las palabras condensación, evaporación y congelación.
- Explica, ¿por qué flota un iceberg?
- ¿Todo lo que está hecho de hielo flota en el agua?
- Investiga y relaciona el desprendimiento de los glaciares con el problema del calentamiento global del planeta. Prepara una breve exposición oral con la información que encuentres y muéstrasela a tus compañeros. Puedes utilizar cartulinas y dibujos para ilustrar tu exposición. Trata de hacerlo como una conferencia.

Tercer día, la comida

La mayoría de los pasajeros del Titanic eran de tercera clase. Como todos los pasajeros y la tripulación comían a bordo, el cocinero tuvo que hacer una larga lista del *mercado*. Tenía que almacenar comida que alcanzara para todos, durante todo el viaje. Esta lista de provisiones se encontró en el libro *Titanic Voices*, y no se sabe si es oficial.

Lista del mercado

Carne fresca 70 000 libras	Pescado fresco 11 000 libras
Azúcar 10 000 libras	Pescado salado y seco 4 000 libras
Harina 250 barriles	Cereales 10 000 libras
Tocino y jamón 7 500 libras	Manzanas 36 000
Pollo 25 000 libras	Limonas 16 000
Huevos frescos 40 000	Uvas 1 000 libras
Salchichas 2 500 libras	Mermeladas 1 120 libras
Papas 40 toneladas	Leche fresca 1 500 galones
Cebollas 3 500 libras	Tomates 3 500 libras
Crema fresca 1 500 galones	Espárragos frescos 800 porciones
Leche condensada 600 galones	Chícharos 2 500 libras
Lechugas 7 000 libras	Mantequilla fresca 6 000
Helado 1 750 libras	Café 2 200 libras
Cerveza 15 000 botellas	Té 800 libras
Vinos 1 000 botellas	Agua mineral 1 200 botellas

- Clasifica las provisiones que llevaba el Titanic como carbohidratos, grasas o proteínas.
- ¿Crees que con estas provisiones los pasajeros podían tener una dieta balanceada? Explica tu respuesta.
- Estima cuántos días podrían sobrevivir con estas cantidades de comida, las 2,200 personas que iban a bordo.

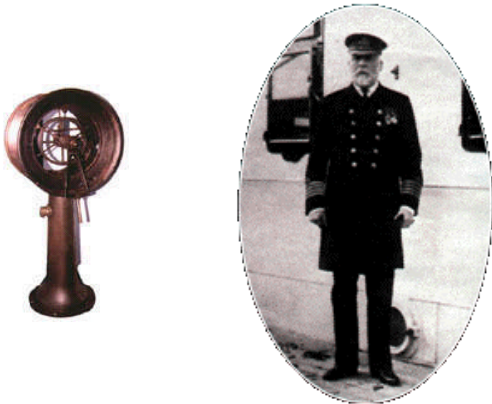
Gracias a la experiencia de los cargadores del puerto, se lograron subir a bordo todas las provisiones en menos de una semana.



- Dibuja las palancas, poleas o planos inclinados que habrías diseñado para subir la mercancía al barco.

Cuarto día, el viaje y el rescate

En el primer día de viaje, el Titanic recorrió 386 millas, el segundo 519 millas, y más de 546 en el tercero. Una milla es igual a 1609 metros.



- Calcula la distancia en metros que recorrió el Titanic cada día.
- Haz una gráfica de barras, en la que muestres la distancia que recorrió el Titanic (en metros) cada uno de los días en que navegó.
- Determina en cuál de los días el barco iba más rápido.
- Calcula la rapidez promedio del Titanic en estos días (en km/h)

El Titanic chocó con el iceberg a las 11:40 de la noche del 14 de abril. Cuando se determinó que el Titanic se hundiría en dos horas, el Capitán Smith ordenó la evacuación. El barco llevaba 20 botes salvavidas, con lo cual se podían evacuar sólo 1,200 pasajeros.

- ¿Cuántas personas se podían subir en cada bote?
- Si viajaban 2,200 personas, ¿cuántas se quedaron sin lugar en los botes de emergencia?
- En total, 1,550 personas perdieron la vida porque la mayoría de los botes salvavidas no se ocuparon totalmente. ¿Cuántas personas más se hubieran podido salvar, si se hubieran llenado los botes salvavidas al máximo de su capacidad?

Algunas cifras indican que de los pasajeros que estaban a bordo y se salvaron, 63% eran de primera clase, 42% de segunda, 25% de tercera y 23% de la tripulación.

- Haz una gráfica de barras con las cifras anteriores.

- ¿Por qué crees que se salvaron más personas de primera clase que de segunda y tercera? ¿Crees que eso es justo? Explica tu respuesta y discútela con tus compañeros y compañeras.

En la noche del naufragio, la mayoría de las personas que subieron a los botes salvavidas eran mujeres, niños y niñas porque ésa era la regla principal esa noche.

- ¿Crees que hay alguna razón de la naturaleza para seguir esta regla, o es una regla netamente social? Explica tu respuesta y discútela con tus compañeros y compañeras.



Emigrants at Queenstown waiting to board the Titanic. All third-class passengers were required to be examined by a doctor before boarding.



The Titanic's passengers spend their final on-shore moments before boarding. For many emigrants who sailed on the Titanic's maiden voyage, the trip to America promised to be the fulfillment of a dream, offering the chance of a new life.

Quinto día, la muerte

La tripulación del Titanic pidió ayuda por radio. El primer barco que llegó al rescate fue el Carpathia, que tardó poco más de tres horas en llegar desde que escuchó la señal de alarma. La mayoría de las personas murió "congelada".

La temperatura es muy importante para el buen funcionamiento del cuerpo humano. No puede ser ni muy fría, ni muy caliente. La hipotermia es el descenso de la temperatura del cuerpo por debajo de lo normal. La temperatura normal en el cuerpo



humano es 37°C. La hipotermia suele ser irreversible por debajo de 32°C.

La hipotermia suele producirse por inmersión en agua fría (como en el caso del Titanic), por exposición continua al aire frío, o por complicaciones quirúrgicas (inyección intravenosa de líquido frío o exceso de anestesia).

La hipertermia es el aumento de la temperatura corporal por arriba de lo normal. Se puede producir por una infección externa, lo que conocemos como la fiebre, aunque también puede presentarse en ambientes muy cálidos. Permanecer en una atmósfera húmeda a más de 50°C suele ser mortal a los pocos minutos, mientras que se puede tolerar una atmósfera seca a 100°C bastante tiempo; el cuerpo trata de defenderse de la hipertermia sudando y jadeando.

- Con base en la información anterior, determina a qué es más resistente la especie humana, a las altas o a las bajas temperaturas. Explica tu respuesta.

Sexto día, la reconstrucción de los hechos

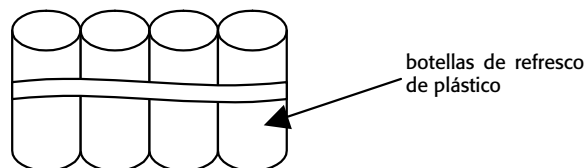
El Titanic golpeó al iceberg. Esto hizo un agujero en los cuartos de calderas. Ordenaron que se cerraran las puertas herméticas que había entre un compartimiento y otro, pero no sirvió de nada porque estaba dañado más de un compartimiento. En poco más de dos horas, el Titanic se hundió en las aguas del océano Atlántico.

Para entender por qué se hundió el Titanic vamos a hacer un barco. Necesitas lo siguiente:

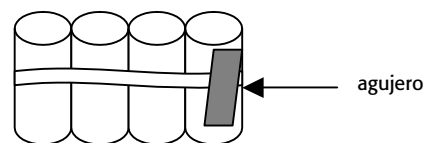
- 4 botellas de refresco de plástico, de 600 mL de capacidad vacías.
- Cinta adhesiva para amarrar las botellas.
- Una tina de agua en la que quepan las cuatro botellas.
- Tuercas y tornillos como los pasajeros.

Utiliza la cinta adhesiva para amarrar cuatro botellas, de tal manera que queden todas unidas. Te tienen que quedar las cuatro botellas alineadas, con las bocas en el mismo lado, como formando una balsa de troncos, sólo que en lugar de troncos tendrás las botellas vacías. Observa la figura para que reconozcas cómo debe quedar tu barco. Coloca dentro de cada botella un puñado de tornillos y tuercas,

como si fueran los pasajeros. ¡LISTO! El barco está preparado para navegar. Colócalo en la tina con agua y verás que flota.



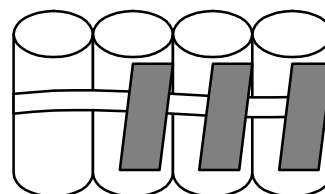
Saca tu barco de la tina y corta uno de los lados de una de las botellas que está en uno de los extremos. Hazle un agujero más o menos de 8 cm de largo y 2 cm de ancho, con mucho cuidado. Una forma sencilla de hacerlo es utilizando la punta caliente de un pirógrafo. Observa el dibujo para que veas cómo debe quedar. Coloca tu barco agujerado en el agua, con el hoyo hacia el agua, y deja que entre el líquido.



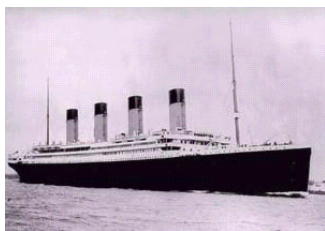
Describe lo que le pasa a tu barco. ¿Se hunde? ¿Qué tendrías que hacer para que se hundiera todo el barco?

Así era el Titanic. Tenía compartimientos independientes que no permitían que el agua entrara a todos lados. Si se rompía por algo uno de ellos, el agua lo inundaría pero no entraría a los demás. Los barcos normales de la época tenían compartimientos que se comunicaban y por eso se hundían con más facilidad. El problema con el Titanic fue que se rompieron muchos compartimientos. El iceberg los rasgó de lado. Para que lo entiendas, toma tu barco y agujera tres de las cuatro botellas, como indica la figura.

Coloca tu barco agujerado en el agua, con el hoyo hacia el agua, y deja que entre el líquido. Describe lo que le pasa a tu barco. ¿Por qué se hunde?



Investiga y explica por qué flota un barco y por qué se hunde.



Para el profesor

El material se puede repartir en cada sesión o darlo todo en la primera clase. En nuestro caso, los estudiantes tuvieron todo el material desde el principio. Durante cada sesión, los grupos se dividieron en equipos de trabajo de tres ó cuatro estudiantes. Los alumnos comenzaron leyendo. En cada tarea discutieron previamente lo

que iban a realizar, para después hacer las actividades en sus respectivos cuadernos. Mi labor fue supervisar esas discusiones y guiarlas. De esta forma se pudieron detectar las dificultades en cada tema, para cada uno de los estudiantes. Además, cada actividad nos permitió recordar lo aprendido previamente.

A continuación presentamos los objetivos y las experiencias vividas cada día.

El primer día

El objetivo es analizar la capacidad de hacer dibujos a escala y de analizar las proporciones. Con esta actividad recordaron que para hacer dibujos a escala hay que dividir los valores reales por un número común, o bien hacer equivalencias. La mayoría decidió hacer equivalente un metro a un centímetro. Como aún así no les cabía en el cuaderno un barco de 269 cm de largo, resolvieron dividir entre 10. Así dibujaron los barcos con 26.9 cm de largo, 2.8 cm de ancho y 3.1 cm de alto. Una dificultad para los alumnos de primaria fue visualizar lo que era el ancho. Es importante señalar que lo valioso de la actividad no es el dibujo en sí mismo, si no la forma en que realizan la escala. Por esta razón a los estudiantes se les pidió que especificaran por escrito su escala a un lado del dibujo.

En la actividad de las hélices no hubo ningún problema. Los estudiantes habían recordado lo que

era hacer escalas, por lo que esta actividad sólo reafirmó el conocimiento. En general supieron la mecánica de las hélices para mover el barco.

Sin dificultad realizaron la actividad de las equivalencias. Reconocieron que para calcular cuántos camiones o aviones equivalen a un Titanic, había que dividir la longitud del Titanic entre la longitud de un camión o de un avión, y lo hicieron.

El segundo día

El objetivo de esta actividad es acordarse de la información sobre fuentes de energía, el ciclo del agua, los estados de agregación, el concepto de densidad, la contaminación y el calentamiento global del planeta. La habilidad que se evalúa está relacionada con la capacidad de recordar y resumir la información. Además se les pide que hagan una breve conferencia con el tema del calentamiento global del planeta, con lo que se valora la comunicación oral.

Los estudiantes que trabajaron esta actividad presentaron dificultades en el tema de densidad. No pudieron relacionar fácilmente la idea de que un iceberg flota porque es menos denso. Esto se entiende por la dificultad del tema. Sin embargo tienen la idea intuitiva de que flota porque “pesa” menos. El tema de densidad se contempla en el primer año de secundaria en *Introducción a la Física y a la Química* (Martínez, 2003), por lo que no debemos alarmarnos si no lo manejan al salir de la primaria. La comunicación oral de la mayoría fue buena. El ciclo del agua y los estados de agregación los recordaron sin dificultad. El calentamiento global del planeta parece ser un tema actual que reconocen bien.

El tercer día

Este día tiene tres objetivos. El primero es recordar e identificar la clasificación de los alimentos como carbohidratos, grasas y proteínas. En estos conceptos la educación primaria pone énfasis y los relaciona con las dietas balanceadas, por lo que los estudiantes no tuvieron ningún problema en clasificar la lista del mercado. Por lo mismo, tampoco tuvieron dificultad en identificar lo que sería una dieta balanceada a partir de esta lista. El segundo objetivo es analizar su capacidad para realizar estimaciones. En esta parte tuvimos ciertas dificultades. Es importante guiar a los alumnos y decirles que se imaginen una dieta diaria por persona, para poder calcular la cantidad de alimentos que se consumirían durante el viaje. Una vez que se hizo esta aclaración, los alumnos pudieron estimar cuántos días podrían sobrevivir con esta

cantidad de víveres. El tercer objetivo es que recuerden lo que saben sobre máquinas simples. Aquí no tuvieron ninguna dificultad.

El cuarto día

Las habilidades que se evalúan este día son la de graficar y la conversión de unidades. En general, salvo excepciones individuales, los estudiantes fueron capaces de calcular metros a partir de millas. También fueron capaces de realizar las gráficas sin problema. La mayor dificultad estuvo en el cálculo de la rapidez, porque no es un concepto que se estudie como tal en la primaria. Sin embargo, en el momento en que realizaban la actividad se les explicó que la rapidez se calcula dividiendo la distancia recorrida entre el tiempo que se tarda en recorrerla. Con esa aclaración, todos pudieron calcular la rapidez. Los problemas de la repartición de pasajeros en los botes, y de las personas que murieron de más por la forma en que se utilizaron los botes salvavidas, en general los resolvieron sin dificultad.

En esta actividad hay dos preguntas que invitan a la reflexión. Una es sobre las clases sociales y la otra sobre la conveniencia de que las mujeres y los niños se salven primero en una catástrofe. La idea es que discutan y analicen sus respuestas. Lo de las clases sociales va encaminado al concepto de igualdad entre los seres humanos. La otra pregunta se hizo con la idea de analizar una regla, que no es netamente social. Los niños y las niñas es claro que deben salvarse, porque es una forma de salvar a la especie. Por otro lado, las mujeres pueden tener menos hijos cada año que los hombres (las mujeres tendrán uno, dos, tres, o quizás seis cada año, exagerando y considerando embarazos múltiples, mientras que el

hombre naturalmente puede tener muchos hijos en un año con distintas mujeres). Por naturaleza, las mujeres son más valiosas para la reproducción. En ese sentido se guió la discusión, cuidando que el marco fuera la naturaleza de la especie y tratando de no involucrar razones sociales ni morales.

El quinto día

El objetivo de este día es el de analizar la capacidad de comprensión de lectura de los alumnos. En nuestro caso la mayoría de los alumnos la llevó a cabo sin dificultad.

El sexto día

El objetivo de este día es el hacer un barco con botellas de refresco vacías, para entender por qué flota un barco y por qué se hunde. Además permite entender las razones por las que se pensaba que el Titanic era imposible de hundir. Esta actividad es divertida y muy ilustrativa. También se trabajó en equipos. Se construyeron los barcos en el salón, y después en el patio de la escuela se hicieron las pruebas de hundimiento. Al terminar se analizaron las razones por las que flota un barco y los problemas que provocan su hundimiento.

Epílogo

Con esto acabamos la historia y comenzamos el curso. ¡Buena suerte! ▀

Referencias

- A. Martínez, Idiomas, Cereales y Excitaciones, *Educ. quím.*, 6[2] 130-131 (1995).
- A. Martínez, *Introducción a la Física y la Química*, Editorial Santillana, 2003.