

# Una experiencia propuesta como tarea de investigación en enseñanza secundaria sobre las condiciones de flotabilidad de una embarcación



**Carla Maturano, Susana Aguilar, Graciela Núñez y Raúl Pereira**

*Instituto de Investigaciones en Educación en las Ciencias Experimentales,  
Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes, Universidad Nacional de San Juan,  
Av. I. de La Roza 230 oeste, CP 5400, San Juan, República Argentina.  
Tel-Fax: 54-264-4228422.*

**E-mail:** cmatur@ffha.unsj.edu.ar

(Recibido el 10 de Marzo de 2009; aceptado el 4 de Mayo de 2009)

## Resumen

El presente trabajo se encuadra en el modelo de aprendizaje como investigación orientada. Esta investigación es de carácter exploratorio y su objetivo consiste en plantear una situación problemática experimental a alumnos del ciclo básico de la educación secundaria como una tarea de investigación, observar cómo la resuelven y analizar las ideas de los estudiantes antes, durante y después del proceso. Las actividades se organizaron en una guía de trabajo diseñada por el equipo que incluyó estrategias dirigidas al tratamiento cualitativo de situaciones problemáticas, la formulación de hipótesis, el diseño y realización de experiencias en grupos pequeños para contrastar las hipótesis emitidas y la comunicación de los resultados. La visión del trabajo científico como actividad abierta y creativa promovió la participación de los estudiantes en el trabajo colectivo, la explicitación de las propias ideas, la búsqueda de soluciones alternativas a una situación problemática y la aceptación del punto de vista del otro. La reflexión permanente favoreció la vivencia de la actividad científica como un continuo proceso de construcción y reconstrucción de conocimiento.

**Palabras clave:** Aprendizaje como investigación orientada, educación secundaria, flotación.

## Abstract

The present work is framed as a research oriented learning model. It is an exploratory study aimed at posing an experimental problematic situation as a research task to students attending the basic level of secondary education, observing how it is solved and analyzing the students' ideas before, during and after the process. The activities were organized in a working guide designed by the researchers and they included strategies directed to qualitative treatment of problematic situations, to the formulation of hypothesis, to the design and accomplishment of experiences in small groups in order to contrast the formulated hypotheses and to the communication of the results. This perspective of the scientific research as an open and creative activity fostered the students' participation in the group work and the explicitness of their own ideas, the search for alternative solutions to a problematic situation and the acceptance of the points of view of their pairs. The permanent reflection on the research activity led the students to regard it as a continuous process of knowledge construction and reconstruction.

**Keywords:** Research oriented learning, secondary education, flotation.

**PACS:** 01.40.Fk, 01.40.gb, 01.40.Ha

**ISSN 1870-9095**

## I. INTRODUCCIÓN

La práctica cotidiana de los profesores de Ciencias se encuentra encuadrada en algún modelo didáctico. Un modelo didáctico es una representación que permite clarificar y presentar de modo creativo y coherente los procesos de enseñanza y de aprendizaje [1]. Su formulación sirve para explicitar los elementos preponderantes y las relaciones existentes entre ellos, facilitando su conocimiento y promoviendo su transformación. Porlán [2] agrega que el modelo didáctico es una "creación intelectual que permite describir,

*explicar e investigar los problemas actuales de la enseñanza aprendizaje de las Ciencias"* (pág. 23). En este sentido, su importancia radica en la posibilidad de abrir nuevas líneas de investigación al respecto.

El presente trabajo se encuadra en el *modelo de aprendizaje como investigación orientada* [3, 4] el cual considera al aprendizaje como una construcción activa de nuevo conocimiento por el propio estudiante que parte de los conocimientos que ya posee [5]. Para ello se busca diseñar estrategias de enseñanza que superen la transmisión de conocimientos construidos por otros e intenten acercar las concepciones de los estudiantes a las

teorías científicas que hoy se reconocen como correctas. Para fomentar este proceso, estos autores proponen que los estudiantes (con la ayuda del docente) practiquen aspectos esenciales de la metodología científica: frente a problemas planteados imaginen soluciones en forma de hipótesis, diseñen experimentos de contrastación de sus ideas, socialicen sus resultados y redacten informes. El modelo permite superar una metodología superficial de aprendizaje y, de este modo, evitar los análisis causales lineales, la experimentación como receta, el reduccionismo y el determinismo. Esta idea de la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias ha sido incorporada a las nuevas reformas curriculares tratando de que, en todos los niveles, la educación científica se sustente en la metodología de la investigación como forma de favorecer una actividad significativa en torno a problemas susceptibles de interesar a los estudiantes, asociando *explícitamente* la construcción de conocimientos al tratamiento científico de problemas [6].

## II. LAS ACTIVIDADES EXPERIMENTALES PROPUESTAS COMO INVESTIGACIÓN

Carrascosa *et al.* [7] defienden la orientación investigativa en la enseñanza de las Ciencias y proponen diez aspectos que deben ser tenidos en cuenta en las prácticas de los docentes para evitar caer en un trabajo meramente experimental. Estos aspectos no son pasos, sino ítems que expresan la importancia de la actividad investigativa, más allá de las tareas áulicas que se presentan como prácticas aisladas de laboratorio.

- 1- Presentar **situaciones problemáticas abiertas**: adecuadas a las posibilidades del grupo de estudiantes con el fin de que sean capaces de precisar el problema.
- 2- Despertar el **interés por las situaciones propuestas**: promoviendo la reflexión sobre sus implicaciones en los problemas que aquejan a los hombres y en la construcción de un futuro sostenible.
- 3- Fomentar los **análisis cualitativos** que favorezcan la comprensión y recorte del problema y la formulación de preguntas.
- 4- Promover la **formulación de hipótesis** como núcleo de la actividad investigativa, insistir en la necesidad de fundamentarlas, operativizarlas haciendo hincapié en el control de las variables y las dependencias esperadas entre ellas.
- 5- Destacar la participación de los estudiantes en la **elaboración de diseños y la planificación** de la actividad experimental. En su ejecución incorporar recursos tecnológicos cuando sea necesario y prevenir posibles peligros.
- 6- Plantear el **análisis detenido de los resultados** en función del cuerpo teórico, las hipótesis formuladas y los antecedentes sobre el tema. Promover la revisión de cada uno de los procesos realizados anteriormente en función de los resultados, favoreciendo el aprendizaje.

- 7- Promover el examen sobre posibles **perspectivas de los resultados** y sus implicancias científicas, sociales, tecnológicas y ambientales.
- 8- Solicitar un **esfuerzo de integración** de los aportes del estudio a la construcción de un cuerpo de conocimientos y sus derivaciones a otras áreas.
- 9- Elaborar una **memoria científica** con el fin de comunicar el trabajo y destacar la importancia de la difusión de los resultados.
- 10- Fomentar la **dimensión colectiva del trabajo científico**: en la clase de Ciencias se deben constituir diferentes equipos de trabajo, que representen la comunidad científica, de modo que se pueda favorecer la interacción entre ellos, la discusión de sus resultados, la contrastación con los conocimientos existentes sobre el tema y la perspectiva del profesor. Es decir, se busca poner en práctica la actividad real de los equipos científicos y destacar que los resultados alcanzados deben formar parte de un cuerpo de conocimientos que constituye el consenso de la comunidad científica en un momento particular.

Vilches, Solbes y Gil [8] sostienen para el logro de estos propósitos es necesario plantear actividades abiertas y creativas, debidamente orientadas por el docente, en el marco de un trabajo de investigación e innovación que posibilite el abordaje de situaciones problemáticas significativas que permitan la construcción de conocimiento científico.

La propuesta intenta colocar a los estudiantes en situación, a modo de "*investigadores noveles*" conformando equipos de trabajo cooperativo, dirigidos por el profesor quien asume el rol de experto y guía [5]. Los estudiantes se organizan en pequeños grupos de trabajo durante la clase, a los cuales se proponen actividades de investigación relativas a la solución de situaciones problemáticas. Los grupos interactúan entre sí, con el profesor y los instrumentos de mediación del conocimiento, tal como lo hace la comunidad científica, comunicándose y cuestionándose mutuamente los resultados obtenidos durante el proceso. De este modo, se busca despertar el interés y optimizar las actitudes de los estudiantes hacia la ciencia, al mismo tiempo que son introducidos en los procedimientos científicos y los modos de percibir la naturaleza para la construcción de nuevos conocimientos.

Este enfoque se apoya en la idea de un aprendizaje constructivista que parte de las concepciones de los estudiantes, no para cuestionarlas sino para que sean explicitadas a modo de hipótesis provisorias de trabajo que es necesario corroborar. En este proceso los estudiantes buscan respuestas a problemáticas de interés esforzándose por proponer nuevas ideas tentativas, diferentes a las iniciales, para alcanzar la solución deseada. Este enfoque, por lo tanto, no busca suplantar las ideas de los alumnos por otras consideradas válidas desde el experto, sino que promueve la búsqueda permanente de nuevas respuestas a nuevos interrogantes por parte del propio estudiante, orientado por el docente, en un proceso de creciente profundización [3]. Así, las concepciones iniciales de los estudiantes pueden ser transformadas por la propia actividad del sujeto en interacción con otros, ante situaciones

problemáticas contextualizadas y en un clima de trabajo que tiene en cuenta los componentes afectivos en el aprendizaje, tales como el interés y las actitudes en relación a la tarea.

### III. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

Esta investigación es de carácter exploratorio y su objetivo consiste en plantear una situación problemática experimental a alumnos del ciclo básico de la educación secundaria como una tarea de investigación, observar cómo resuelven el problema planteado y analizar las ideas de los estudiantes antes, durante y después del proceso. La consigna general de las actividades propuestas es concreta: hay que construir una embarcación que flote en un balde lleno de agua. Como esta consigna es muy abierta, los distintos grupos seguirán distintos procesos. Nos ha interesado registrar esto en detalle a fin de poder analizar la forma en que resuelven la situación a partir de la dinámica de trabajo de los alumnos. Para esto se trabajó con la metodología de registro de las actuaciones por parte de cuatro observadores.

La propuesta de actividades, realizada en el marco de la Semana Nacional de Ciencia y Tecnología organizada por el Ministerio de Cultura y Educación, se denominó: “*Un desafío experimental para estudiantes creativos: construir una embarcación*”, buscando predisponer a partir de la convocatoria a los estudiantes para desarrollar una tarea:

- Desafiante: ya que requiere afrontarla aplicando ciertas destrezas y enfrentar con decisión las dificultades que puedan presentarse.
- Experimental: porque incluye la realización de experimentos.
- Creativa: ya que se busca la solución de una situación nueva para los sujetos que requiere fluidez, originalidad, elaboración, sensibilidad para detectar problemas, entre otros factores de la creatividad.
- Constructiva: se propone como objetivo el diseño y la fabricación de una embarcación con algunos materiales proporcionados y sujeta a determinadas condiciones, donde se ponen en juego las ideas de los estudiantes y la interacción con sus compañeros.

El grupo de estudiantes que desarrolló esta propuesta está formado por 13 alumnos de 9º año de una escuela pública urbana de la Provincia de San Juan. Las tareas se llevaron a cabo en el Laboratorio de Física al cual concurrieron los estudiantes invitados a tal fin. En las mesadas se colocó abundante cantidad de materiales descartables y otros elementos que podrían adaptarse para la realización de experiencias sobre flotación.

#### Actividades

Las actividades se organizaron en una guía de trabajo diseñada por el equipo que incluye las siguientes consignas de trabajo:

- 1- Responde individualmente la siguiente pregunta: ¿Qué condiciones debe reunir una embarcación para que flote en agua?
- 2- Forma un grupo con tus compañeros y elíjanle un nombre vinculado con la navegación. Debatan en el grupo la pregunta anterior y escriban la respuesta a continuación.
- 3- Les proponemos construir un barquito que reúna los siguientes requisitos:
  - Utilizar por lo menos 5 materiales de los que se les proporciona.
  - Sus dimensiones deberán ajustarse al recipiente con agua del que disponen.
  - Su diseño debe ser original
  - Debe flotar sin dificultad.
- 4- Seleccionen los materiales para la construcción del barquito y completen simultáneamente los cuadros siguientes: (Los cuadros proporcionados a los estudiantes solicitan: materiales seleccionados (enumeración, justificación de la elección y observaciones) y materiales descartados (enumeración, justificación de la elección y observaciones).
- 5- Dibujen al dorso de la hoja el barquito que proyectan construir, indicando los materiales utilizados.
- 6- ¿Piensan que el barquito que dibujaron reúne las condiciones de flotabilidad que acordaron en el grupo y los requisitos planteados? ¿Por qué? Realicen modificaciones si fuera necesario para lograr el objetivo.
- 7- Construyan la embarcación. ¡Buena suerte!

#### Reflexiones finales:

Respondan por escrito:

- ¿En el transcurso de la construcción necesitaron modificar el modelo original? ¿Por qué?
- ¿Se presentaron problemas? ¿Cómo los solucionaron?
- ¿A qué conclusiones arriban luego de esta experiencia?

### IV. RESULTADOS OBTENIDOS

Los resultados que se analizan en este apartado han surgido del análisis de los registros y de las producciones de los alumnos (tanto de las embarcaciones construidas como de los trabajos escritos que daban respuesta a las preguntas planteadas en la guía). Los hemos agrupado teniendo en cuenta las actividades sugeridas:

#### a) Condiciones que debe reunir una embarcación para que flote en el agua (Actividad 1)

Esta primera actividad se desarrolló en forma escrita e individual. Los resultados muestran la elección de un gran número de variables a tener en cuenta como se muestra en la Tabla I.

**TABLA I:** Condiciones para la flotabilidad de la embarcación surgidas en la primera indagación (individual).

<i>Características de la embarcación</i>	<i>Aspectos</i>	<i>Condiciones específicas mencionadas por los alumnos</i>
Formato	Base	Se destaca la necesidad de una base. Algunos mencionan la forma que podría tener la misma: ovalada, rectangular, redonda, etc. En otras respuestas hacen alusión al material del que debería estar hecha la base (madera).
	Forma	Surge la idea de una forma específica a la que hacen referencia a través de frases que marcan la necesidad de: “aerodinámica para no hundirse” o “forma ideal para entrar al agua”. Estas frases marcan este aspecto sin precisarlo demasiado. También mencionaron la necesidad de una forma profunda y con paredes.
Estructura	Buena	Esta idea no aclara qué se entiende por “buena estructura” por lo cual resulta incompleto.
	Hueca	Se relaciona con una concepción alternativa que trata de la necesidad de contener aire en el interior para poder flotar [9].
	Firme	Se expresa que el peso total de la embarcación debe ser soportado por el “esqueleto” de la misma.
Material	Confundiendo el peso con la densidad mencionan la condición de “que no sean pesados” para los materiales con que debe construirse la embarcación.	
	En este aspecto también se destacan ideas imprecisas como aquellas que indican que el material de la embarcación debe ser: “adecuado para flotar” o un “buen material”.	
Sin filtración de agua	Las ideas referidas tanto a la forma como a los materiales hacen alusión a la necesidad de impedir que el agua ingrese al interior de la embarcación. Se expresan de diversos modos como: “maderas selladas”, “sin agujeros”, “superficie sin pinchaduras” o “resistente al agua”.	
Peso	Con una frecuencia alta, los estudiantes mencionan la condición de que la embarcación debe ser liviana para flotar. Esta idea muestra otra concepción alternativa referida a que los cuerpos livianos flotarían y los pesados se hundirían, sin tener en cuenta el volumen del objeto [9].	
Tamaño	Así como algunos alumnos focalizan su atención sólo en el peso del objeto, otros se concentran sólo en el volumen o el tamaño del mismo como condición para la flotabilidad.	
Motor	Se destacan por su frecuencia las respuestas que ponen la condición de la existencia de un motor en la embarcación para flotar. Esta idea muestra que no conocen la función del motor o que tuvieron en cuenta al responder las partes de una lancha o un gran barco y no un bote u otra embarcación sencilla.	
Otras características	Surgieron otras ideas relacionadas con condiciones secundarias como que posea “timón”, “anclas” o “remos” o con condiciones de seguridad como la necesidad de “salvavidas”, “barcos auxiliares”, etc.	

Del registro de las actividades surge que la tarea generó cierto grado de nerviosismo, dudas para responder y tendencia a tratar de copiar las respuestas de los compañeros. Por esta razón, se los instó a contestar individualmente haciendo alusión a la capacidad de cada uno para resolver la situación.

**b) Formación de grupos de trabajo y debate de las respuestas a la pregunta anterior (Actividad 2)**

Se constituyeron cuatro grupos de tres o cuatro alumnos cada uno y se les indicó la consigna de trabajo grupal. Se les advirtió sobre la presencia de los docentes que registrarían las actividades grupales. Los alumnos leyeron las respuestas individuales y las principales ideas registradas durante las discusiones fueron:

- dificultades para precisar algunas ideas iniciales. Esto ocurrió con las condiciones de “buena estructura” o “forma para flotar” que dan lugar a ambigüedades y diferencias de opinión entre los integrantes del grupo.
- relación con la experiencia cotidiana. Con respecto a la forma y recordando la estructura de un barco, un grupo afirmó: *Tiene que tener más grande*

*arriba y más chico abajo.* En este caso se hace alusión a la diferencia entre los volúmenes sumergidos y no-sumergidos del objeto al flotar en agua.

- alusión a conceptos estudiados anteriormente. Ej: “...¿te acordás el libro de Biología?...”
- alusión a otros aprendizajes no-formales: Ej: “(Profesor) ¿De qué material están hechos los barcos? (A<sub>2</sub>) Madera. (A<sub>1</sub>) Sí, además de fibra de vidrio que es más resistente que la madera, lo escuché en Discovery Chanel. También hay barcos de acero, eso era antes porque la tecnología ha cambiado y se usan otros materiales más livianos.”
- discusiones para seleccionar los materiales adecuados. Si bien se notó la preferencia por ciertos materiales se debatió acerca de la necesidad de impedir las filtraciones de agua al interior del barco. Por esta razón se descartaron materiales como el papel que se mojaría al estar en contacto con el agua.

- insistencia en la condición de un mecanismo para su traslación sobre la superficie del agua, proponiendo (ante la imposibilidad experimental de usar un motor) la utilización de “velas”, las cuales “... no tienen que estar rotas para que no pase el aire.”
- afianzamiento de la necesidad de impedir el ingreso de agua al interior de la embarcación exigiendo en “que no presente ningún daño y que sea de un material resistente al agua.”
- surgimiento de la necesidad de simetría del objeto a construir “Tienen que estar equilibrados de los dos lados. (...) La forma tiene que ser igual en los dos lados.”

En esta instancia se descartaron muchas ideas iniciales ajustando las condiciones exigidas para la flotabilidad a la

situación experimental propuesta. Por ejemplo: “Lo del timón lo sacamos, no tiene nada que ver con que flote o no.” El docente intervino acercándose a cada uno de los grupos, relevando las ideas más importantes e interviniendo para favorecer la discusión e intercambio de ideas.

**c) Planteo de la situación experimental y proceso de selección de los materiales: elección y descarte de materiales (Actividades 3 y 4.)**

En todos los casos, los materiales seleccionados y sus justificaciones muestran que pensaron un diseño del barco antes de elegir los materiales. Los materiales seleccionados con mayor frecuencia y las justificaciones correspondientes son las que figuran en la Tabla II. Los materiales descartados en mayor medida y las justificaciones correspondientes figuran en la Tabla III.

**TABLA II.** Materiales seleccionados para la construcción.

<i>Materiales</i>	<i>Justificaciones</i>
Botella descartable	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es liviana.</li> <li>- Permite hacer flotar el barco.</li> <li>- Tiene la forma adecuada para hacer el interior de la carcaza y sirve para soporte de la vela.</li> </ul>
Telgopor	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Porque es liviano y no se hunde.</li> <li>- Para darle la forma.</li> </ul>
Tapa de plástico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Para la base</li> </ul>
Palitos de helado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Para la vela.</li> <li>- Para darle más refuerzo abajo.</li> </ul>
Masilla	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Para pegar a los palitos.</li> <li>- Para darle peso.</li> <li>- Para tapar los detalles.</li> </ul>
Papel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Para hacer la vela.</li> </ul>
Corcho	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Para alinear el barco.</li> </ul>
Alfileres, palillos, cinta de papel, hilo, alambre	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En general se eligieron para adherir otros elementos a la embarcación e impedir la entrada de agua.</li> </ul>

**TABLA III.** Materiales descartados para la construcción.

<i>Materiales</i>	<i>Justificaciones</i>
Cartón	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Porque se moja y se destruye.</li> <li>- Porque es pesado.</li> </ul>
Bolitas Clavos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Porque son pesados.</li> </ul>
Lana	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Porque no se necesita atar algo.</li> </ul>
Botones Tapitas de botella	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Porque no lo consideran necesario para la condición de flotabilidad o porque consideran que no adorna el barco.</li> </ul>
Telgopor	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Porque en algún momento el agua entra.</li> </ul>
Palitos de helado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Porque no se les ocurre una forma de pegarlos bien y tardan en secarse.</li> </ul>

En las fundamentaciones sobre los materiales que descartan, notamos concepciones alternativas, como por ejemplo: no se colocarán bolitas o clavos porque son pesados. Persiste en esta instancia la idea que se detalló anteriormente acerca de la necesidad de impedir el ingreso de agua al barco y que se mojen los materiales absorbiendo agua.

En lo que se refiere a la discusión posterior (durante el proceso de construcción) respecto a la elección de materiales, notamos que no usaron algunos de los materiales seleccionados inicialmente. Sin embargo, en líneas generales mantuvieron el diseño original con algunas modificaciones:

- descartaban las ideas iniciales, reemplazando en algunos casos ciertos elementos, debido a

- problemas relacionados con las dimensiones del objeto a construir y falta de simetría que dificultaba la flotabilidad.
- excluyeron varios materiales sobre todo por razones de diseño más que por condiciones de flotabilidad.
- añadieron elementos además de los materiales seleccionados en la actividad anterior.

- cambiaron detalles accesorios del diseño inicial en algunos casos. Por ejemplo, un grupo que ensayó una cabina que no pudieron terminar de construir por razones de tamaño y la eliminaron del modelo.

**d) Dibujo de la embarcación que se proyecta construir. Análisis del diseño y construcción (Actividades 5, 6 y 7).**

En la Tabla IV se describen las tareas desarrolladas por cada grupo.

**TABLA IV.** Diseño y construcción de la embarcación.

	<i>Dibujo</i>	<i>Descripción de la embarcación construida</i>
<b>Grupo 1</b>	Anticipa en forma bastante precisa la forma y constitución del barco que construyeron posteriormente.	Usaron la mayoría de los materiales que seleccionaron inicialmente a excepción del papel que descartaron porque temían que absorbiera agua. La embarcación flota de forma adecuada, es redonda y bastante simétrica en torno a un eje central que atraviese perpendicularmente la base.
<b>Grupo 2</b>	El dibujo muestra su primera idea acerca de embarcación que deseaban construir pero es muy diferente al modelo terminado. El dibujo confirma las primeras ideas del grupo consistentes en: el barco debía tener base cóncava y una punta.	El modelo terminado consistió en una botella cortada longitudinalmente con una plancha de telgopor (poliestireno expandido) en su parte interna y detalles accesorios cuya función es principalmente estética.
<b>Grupo 3</b>	Muestra exactamente el modelo construido.	El barco se sostiene sobre una balsa de madera construida con palitos de helado y el armazón está formado por una botella descartable pequeña cortada longitudinalmente. La botella se encuentra contenida en una cavidad construida con telgopor.
<b>Grupo 4</b>	Muestra el modelo construido a excepción de detalles decorativos que agregaron posteriormente al modelo terminado luego de comprobar que flotaba.	La embarcación consiste en un prisma triangular trunco e invertido al cual se le ha sacado la base. Está construido con placas planas de telgopor unidas con plastilina y alfileres. Posee una vela hecha con papel y palillos y varios accesorios decorativos (un asiento en el interior, mástil, vela, hombre, salvavidas, ancla y botes salvavidas). Al agregar los detalles el barco no se mantiene erguido cuando se coloca en el agua, sino que se inclina hacia el costado. El grupo de trabajo, exigido por el escaso tiempo disponible, decidió intentar encontrar el problema y arreglarlo. Comenzaron a sacar uno por uno los accesorios hasta que lo consiguieron cambiando de lugar algunos objetos.

**e) Análisis de las respuestas a las preguntas de las Reflexiones finales.**

Una vez terminada la embarcación, los alumnos respondieron por escrito preguntas sobre el proceso de construcción, la necesidad de modificaciones, los problemas surgidos, las soluciones propuestas y las conclusiones generales del trabajo experimental realizado. Del análisis de estas producciones podemos afirmar:

- reconocen la necesidad de hacer modificaciones a la lista de materiales seleccionados inicialmente, justificando en cada caso las razones que tuvieron en cuenta. Por ejemplo, al comenzar pensaron en varios elementos para armar la estructura en forma superpuesta que luego descartaron seleccionando sólo algunos.

- mencionan problemas en la construcción, especialmente relacionados con: la adhesión de partes indicando la forma en que solucionaron con los elementos disponibles (pegando, atando, ajustando con cinta, etc.); el ensamblaje, que para ajustar tamaños y formas requirió de cortes y modificaciones; la forma de la base, que necesitó cambios importantes en el diseño inicial, etc.
- destacan problemas procedimentales al trabajar con los materiales. Por ejemplo, hubo dificultades por cortar mal las botellas descartables o el telgopor que luego debieron enmendar o repetir el procedimiento.
- incluyen o descartan detalles decorativos según el tiempo disponible. Se presentaron dos situaciones diferentes: los que suprimieron detalles por falta de tiempo y los que, trabajaron en forma ágil

agregando a último momento detalles no incluidos en el diseño para mejorar su aspecto estético.

- indican problemas para equilibrar la embarcación cuando el modelo no era simétrico, por ejemplo por introducir detalles decorativos. Los mismos se solucionaron colocando contrapesos.
- refieren problemas de filtrado de agua en la embarcación por lo que necesitaron realizar modificaciones para su sellado.
- aluden a la falta de coincidencia de los argumentos iniciales y el diseño original con el modelo final terminado, mostrando la reflexión sobre el proceso seguido. Algunos argumentos conceptuales rebaten ideas previas como por ejemplo las de un grupo que inicialmente justificó la elección de materiales buscando que sean livianos concluye afirmando que “*los materiales pueden ser livianos o pesados porque lo mismo flotan*” y en sus respuestas hizo mayor hincapié en la forma de la embarcación.

Al finalizar las actividades propuestas en la guía, se solicitó a cada grupo que muestre las embarcaciones construidas y expongan sus conclusiones e inconvenientes. Posteriormente el docente explicó las condiciones de flotabilidad desde el punto de vista teórico partiendo de las hipótesis iniciales de los estudiantes, ofreciendo ejemplos y dibujando. Seleccionando objetos del mismo material y tamaño diferente se realizaron experiencias (por ejemplo, arrojando al agua trozos de madera de diferente tamaño y peso). Los alumnos arriesgaron hipótesis al respecto, luego las comprobaron y arrojaron conclusiones acerca de la flotación. Luego, se experimentó con bolitas hechas de masilla que se hundieron en agua. Posteriormente, se ahuecó la misma masilla y se puso a flotar. Los alumnos intentaron explicar cómo interviene la forma en este fenómeno. El docente profundizó acerca de los aspectos más relevantes que surgieron durante la jornada. Los alumnos formularon preguntas e inquietudes que fueron discutidas en general con la guía del docente.

#### IV. CONCLUSIONES

Consideramos que uno de los objetivos de la enseñanza de las Ciencias es familiarizar a los estudiantes con las principales características de la metodología científica. En el nivel educativo en que se ha trabajado en este caso, el planteo incluyó estrategias que involucraron el tratamiento cualitativo de situaciones problemáticas, la formulación de hipótesis, el diseño y realización de experiencias para contrastar las hipótesis emitidas y la comunicación de los resultados. Los estudiantes trabajaron en grupos dirigidos por el docente, imitando investigaciones ya realizadas en el ámbito científico-tecnológico.

El estudio realizado es de tipo exploratorio por lo que los resultados son parciales y no pueden generalizarse. Sin embargo, los mismos muestran que la puesta en marcha de este tipo de diseños didácticos como *investigación orientada* permite a los estudiantes una reflexión sobre sus propias

ideas que no suele producirse usando otras metodologías. A diferencia de las situaciones de enseñanza tradicional, se busca generar un escenario para la discusión y la reelaboración de sus conocimientos partiendo de una situación concreta.

Consideramos que se ha favorecido la expresión de las ideas previas a título de hipótesis de trabajo y la búsqueda de soluciones alternativas a una situación problemática a través de diferentes intercambios intra e intergrupales. La visión del trabajo científico como actividad abierta y creativa promovió la participación de los estudiantes en el trabajo colectivo, la explicitación de las propias ideas y la aceptación del punto de vista del otro, en la búsqueda de nuevas teorías que permitieran una explicación más abarcativa del fenómeno observado.

Sin embargo, la indagación de las ideas de los estudiantes antes, durante y después del proceso de investigación posibilitó la observación de constantes cambios, avances y retrocesos en sus apreciaciones sobre la flotación y la formulación de nuevos cuestionamientos, aún frente a la evidencia palpable en la experiencia concreta. Asimismo, los estudiantes evidenciaron sus propias dificultades acerca del diseño, la selección de los materiales, la construcción de la embarcación y en la anticipación del manejo de variables fundamentales tales como la forma, la relación peso-volumen, la ubicación del centro de gravedad y el centro de flotación y los materiales empleados.

La reflexión permanente tanto por parte de los estudiantes como del profesor, a través de intervenciones y adecuaciones a los interrogantes planteados, favorece la práctica de la actividad científica en el aula como un continuo proceso de construcción y reconstrucción de conocimiento, del mismo modo en que los científicos trabajan en la comunidad científica.

#### REFERENCIAS

- [1] Medina, A., y Salvador, F., *Didáctica General* (Pearson Educación, Madrid, 2000).
- [2] Porlán, R., Hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje de las ciencias por investigación. En Kaufman, M. y Fumagalli, L. (comp.) *Enseñar ciencias naturales. Reflexiones y propuestas didácticas*. (Paidós educador, Buenos Aires, 1999).
- [3] Gil Pérez, D., *Contribución de la historia y filosofía de la ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza – aprendizaje como investigación*, Enseñanza de las Ciencias **11**, 197-212 (1993).
- [4] Gil Pérez, D., Furió, C., Valdés, P., Salinas J., Martínez Torregrosa, J., Guisasola, J., González, J., Dumas-Carré, A., Goffard, M. y Pessoa, A.M., *¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio?*, Enseñanza de las Ciencias **17**, 311-320 (1999).
- [5] Furió, C. y Guisasola, J., *La enseñanza del concepto de campo eléctrico basada en un modelo de aprendizaje como*

*investigación orientada*, Enseñanza de las Ciencias **19**, 319-334 (2001).

[6] Furió, C., Azcona, R. y Guisasola, J., *Enseñanza de los conceptos de cantidad de sustancia y de mol basada en un modelo de aprendizaje como investigación orientada*, Enseñanza de las Ciencias **24**, 43–58 (2006)

[7] Carrascosa, J. Gil-Pérez, D. y Vilches, A., Papel de la actividad experimental en la educación científica. *Cad. Bras. Ens. Fis.*, 23, pp. 157-181. (2006).

[8] Vilches, A., Solbes, J. y Gil, D., *¿Alfabetización científica para todos contra ciencia para futuros científicos?*

Departament de Didàctica de les Ciències. Universitat de València. Documento completo, *Alambique* **41**, 89-98. <[http://www.uv.es/gil/documentos\\_enlazados/2004\\_Alfabetizaci%F3n.doc](http://www.uv.es/gil/documentos_enlazados/2004_Alfabetizaci%F3n.doc)>, Consultado el 20 de Octubre de 2008.

[9] Mazzitelli, C., Maturano, C., Núñez, G. y Pereira, R., *Identificación de dificultades conceptuales y procedimentales de alumnos y docentes de EGB sobre la flotación de los cuerpos*, Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias **3**, (2005). <[http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen3/Numero\\_3\\_1/Mazzitelli\\_et\\_al\\_2005.pdf](http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen3/Numero_3_1/Mazzitelli_et_al_2005.pdf)>, Consultado el 07 de Marzo de 2006.