

Estudios originales y rigurosos de interés general que involucran análisis, organización sistemática y reflexionada, explicación teórica y predicciones viables.

Proceso clasificatorio de materiales en alumnos de Escuela General Básica

M. García,¹ C. Espíndola² y O. Cappannini³

Abstract (Classificatory process of substances in EGB students)

The classification of matter in solids, liquids and gases, supposed as preexistent, is considered as basic in the study of material substances and their properties in different levels of the educative system. Nevertheless, students classification criteria are far from these. In this article we describe and analyze the classification process done by students, with ages between 12 and 13 years, showing that their initial classificatory intention does not agree with the expected one.

Introducción

El conocimiento científico abordado en contextos educativos, desde la formación inicial a la superior, está sustentado en clasificaciones, las cuales conforman tanto herramientas válidas para la transmisión de conocimiento como estructuras organizadoras de la información disciplinar. La generación de clasificaciones, basada en la definición de categorías y en el establecimiento de relaciones entre ellas, implica una actividad que se concreta en la construcción de nuevo conocimiento, tanto en el ámbito disciplinar como fuera de él (Guichard, 1995; Jodelet, 1986).

La idea del conocimiento como construcción ha sido extensamente tratada por muchos investigadores. Geelan (1997) identifica, al menos, seis formas de constructivismo, en tanto Pozo (1997) señala tres líneas de trabajo que conectan la investigación en la enseñanza y el aprendizaje con la didáctica de las ciencias:

- el modelo evolutivo de Piaget (1972), basado en cambios de complejidad creciente en las estructuras cognitivas y en las formas de pensamiento que en ellas se sustentan;
- el enfoque de los conocimientos previos o de concepciones alternativas (Glaserfeld, 1989 y 1993; Solomon, 1987

- y 1994; Gergen, 1995; Taylor, 1994 y Cobern, 1993), generador de propuestas didácticas que enfatizan la adquisición del conocimiento conceptual por encima de los contenidos procedimentales y actitudinales, y
- el punto de vista de las teorías implícitas (Pozo, 1997) que pone el acento en rescatar las teorías propias de los estudiantes con las que enfrentan las demandas de las actividades que se les proponen. En este caso, el esfuerzo didáctico se concentra sobre un número limitado de conceptos para lograr un cambio de estructuras conceptuales en un marco de diferenciación entre los modelos científicos y los cotidianos. Los cambios en contenidos conceptuales se suponen acompañados de modificaciones solidarias en contenidos procedimentales y actitudinales (Gil Pérez, 1991; De Pro Bueno, 1998).

Otro aporte trascendente que puede asociarse, según Geelan (1997), a las concepciones de Solomon (1994), Cobern (1993), Taylor (1994) y Gergen (1995), es el realizado por L. Vygotsky (1995) quien propuso, como punto de partida para la construcción de conocimientos, la participación en diversas prácticas sociales y en experiencias de relación con el mundo material, entre las que la escuela es considerada un caso especial donde se construyen conocimientos científicos.

La adhesión a las teorías constructivistas del aprendizaje implica aceptar que cada alumno posee conocimientos que debe articular con los ofrecidos por la comunidad científica mediante la actividad del aula. Se concibe al aula como un espacio de interacción social y ámbito de transformación de estructuras o perfiles conceptuales (Mortimer, 1995; 1998). La interacción entre pares, modulada por el docente en situaciones que tiendan a acercar lo preexistente en los alumnos al discurso científico, permitirá la construcción colectiva de nuevos significados.

En este marco, la identificación de las ideas pre-existentes en los alumnos sobre la estructura, comportamiento y clasificación de la materia, será indispensable para desarrollar temas de Química, Física y demás ciencias de la naturaleza.

La clasificación de materiales en sólidos, líquidos y gases, un tema fundamental de casi todos los cursos básicos de ciencias, es considerada como algo conocido y fuera de todo conflicto. Sin embargo, varios autores han señalado que dicha clasificación no resulta natural para alumnos de distintas edades y contextos (Driver *et al.*, 1999; Stavy, 1988 y

¹ Becaria de CONICET con lugar de trabajo en LIAS, Fac. de Cs. Nat. y Museo (UNLP).

² Profesor del Colegio Nacional "R. Hernández" (UNLP).

³ Taller de Enseñanza de Física, Depto. de Física, Fac. de Ciencias Exactas (UNLP).

Grupo de Didáctica de las Ciencias, IRLYSIB, C.C. 565, 1900 La Plata.

Correo electrónico: cappa@iflysisib.unlp.edu.ar

Recibido: 2 de julio de 2003; aceptado: 19 de septiembre de 2003.

1995; Stavy *et al.*, 1985; Fernández González *et al.*, 1996; Prieto *et al.*, 1989). El presente trabajo ha tenido como objetivo no sólo indagar acerca de la clasificación que alumnos de la Escuela General Básica (EGB) hacen de los materiales, sino detectar:

- a) cuáles son algunos de los criterios que los lleva a realizarla de un modo particular;
- b) qué situaciones de conflicto entre el conocimiento científico y el de los alumnos se presentan, y
- c) qué papel juegan, tanto el conocimiento escolar como el cotidiano, al realizar una clasificación concreta.

Desarrollo de la actividad

La experiencia abarcó tres clases de dos horas-cátedra cada una, dentro de la materia Ciencias Experimentales que se dicta en séptimo año de la EGB. Se desarrolló en los Laboratorios de Química del Colegio Nacional “Rafael Hernández” dependiente de la Universidad Nacional de La Plata.

El trabajo de un conjunto de 30 alumnos y alumnas, de entre 12 y 13 años de edad, se registró a través de un cuestionario escrito (figura 4), observaciones etnográficas y la grabación y filmación de la actividad de uno de los equipos. Por su parte, el equipo de investigación se integró con el docente a cargo del curso y dos investigadores externos.

Las dos primeras clases se destinaron a que los alumnos reconocieran, trabajando grupalmente, los materiales de laboratorio y las normas de seguridad al utilizarlos. Al mismo tiempo, estas clases permitieron que los estudiantes se familiarizaran con uno de los investigadores (M. G., que se integró al trabajo de aula como parte del plantel docente) y también con las modalidades de registro.

La tercera clase se dedicó a la experiencia propiamente dicha formándose siete equipos, distinguidos por colores, con cuatro o cinco integrantes cada uno. La conformación de los equipos fue a voluntad de los alumnos, quienes podían hacer uso, además, de diversos materiales e instrumentos de laboratorio (balanza electrónica, tubos de ensayo, pipetas, microscopios, etcétera). Las consignas indicando el trabajo a realizar fueron anotadas en el pizarrón y expresadas verbalmente por el equipo de docentes-investigadores.

La tarea propuesta se desarrolló, en principio, sin intervención de los docentes-investigadores presentes y según los criterios definidos por los alumnos integrantes de los equipos trabajando en mesas separadas. Sobre cada mesa se dispusieron los materiales a clasificar (tabla 1), además de tarjetas y fibras de colores. Estos materiales, que poseían variados aspectos visuales, texturas y olores e incluían los tres estados (sólido, líquido y gas), se eligieron por semejanza con las utilizadas por Stavy (1995).

Una vez realizada la clasificación, los nombres propues-

Tabla 1. Materiales a clasificar.

Aspectos visuales/texturas	En potes	En tubos de ensayo
Granos gruesos	Aserrín	Limaduras de bronce
Granos finos	Arena	Agua
Objetos duros	Azúcar	Aceite
Objetos moldeables	Harina	Aire
Objetos flexibles	Adoquín partido	Sulfuro de hidrógeno
Objetos elásticos	Maderas	Dióxido de nitrógeno
Líquidos de baja densidad	Clavos	
Líquidos más densos	Papel aluminio	
Gases transparentes	Trozo de tela	
Gases sin olor	Bandas de goma	
Gases con color	Leche	
Vegetales	Miel	
	Trozos de manzana y distintas hojas	

tos para los grupos de materiales fueron colocados en tarjetas. Uno de los equipos, cuyo trabajo fue videograbado, fue entrevistado por la investigadora (M. G.) buscando profundizar en algunos aspectos del proceso de clasificación seguido.

Nuestro análisis comienza evaluando lo realizado por el conjunto de alumnos en el proceso clasificatorio inicial y, posteriormente, se focaliza en lo sucedido durante la entrevista a uno de los equipos.

Resultados de la primera clasificación realizada

A partir de las respuestas escritas y de las distribuciones de materiales en las mesas, se determinó que los alumnos realizaron una primera clasificación orientada de acuerdo con los siguientes criterios:

1. El origen o procedencia del material: “derivado de (los metales; los minerales, el petróleo; las plantas; los animales; el gas, etc)” y los “naturales”.
2. Las relaciones: “bióticos”/“no-bióticos” y/o “orgánicos”/“no-orgánicos”.
3. El destino o utilidad que el hombre le asigna: “hechos para...”; “alimentos”; “materiales de construcción”.
4. Su aspecto visual o textura: “grumosos”; “polvos”.
5. Su nombre: “madera”, “algodón”, “manzana”.

En ningún caso se pudo apreciar que predominara un criterio único sino una combinación entre los expuestos. Los procedimientos y argumentos que orientaron la clasificación aparecieron múltiples e inconexos en todos los equipos (figura 1). Se observó, además, que los grupos de materiales definidos a partir de cada clasificación no se vinculaban a

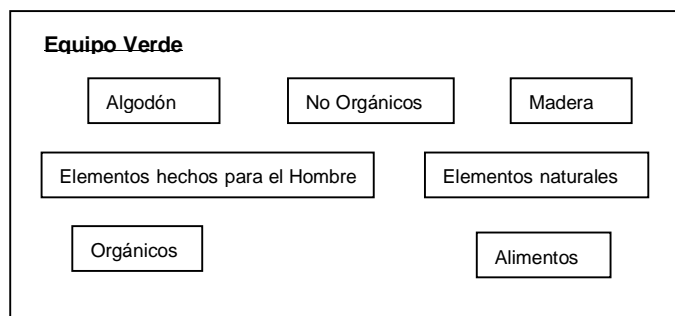


Figura 1.

través de relaciones de orden, inclusiones/exclusiones o pertenencias de un grupo respecto de otro, tal como muestra la clasificación mostrada en la misma figura.

El equipo posteriormente entrevistado (equipo rosa, de cinco alumnos), agrupó los materiales según “*de donde provienen*” (ver figura 2) aun cuando su origen les resultaba, en muchos casos, poco claro. La clasificación se realizó rápidamente aunque no todos los alumnos aportaron sus criterios. Surgieron dudas, por ejemplo, en el origen del aceite (“...*¿es mineral o es de las plantas?...*”), que se resolvieron a través de dos caminos. Por un lado se apeló al olor y a la untuosidad del aceite, probada entre los dedos. Por otro, la opinión expresada por uno de los alumnos prevaleció sobre las de los demás integrantes del equipo.

De la entrevista investigadora-Equipo Rosa

La intervención de la investigadora provocó un cambio de perspectiva y una reestructuración de la primera clasificación realizada por el equipo entrevistado. En lo que sigue se transcribe parte del diálogo sostenido entre la investigadora y dicho equipo. Las comillas se refieren a frases textuales, los paréntesis representan aclaraciones o ampliaciones de la información y los puntos suspensivos indican una pausa. “I” se refiere a la investigadora mientras que “a1,2” se refiere a los alumnos 1 y 2.

1) I – “¿Podrían hacer un agrupamiento de otra manera, según algún otro criterio?”

Equipo Rosa (entrevistado)	
1ra Clasificación	2da Clasificación
Derivado de petróleo	Sólidos
Derivado del gas	Semi-Sólidos
Derivado de los animales	Líquidos
Derivado de minerales	Semi-Líquidos
Derivado de plantas	Derivado del Gas
	Bióticos

Figura 2.

2) a1 – “Sí. Algunos son sólidos, o líquidos...”

3) I – “Bueno, a ver, háganlo y después paso.”

La investigadora, a través de su sugerencia en la intervención (1), modifica el contexto de trabajo del equipo dando lugar a la aparición del “saber escolar” representado por las categorías “sólido” y “líquido” que no habían aparecido previamente (Int. 2). Inclusive, su intervención (3) ubica a los alumnos en una situación de tarea y evaluación características de la actividad áulica tradicional y diferente del contexto de la primera clasificación. Al volver la investigadora, unos minutos después, sigue el diálogo:

4) I – “Cómo quedó esto?”

5) a1,2 – “Acá tenemos los sólidos, los líquidos. Éstos serían los semisólidos”.

Sobre la mesa se distinguían los grupos de materiales mostrados en la figura 3. Resulta interesante notar la aparición de una categoría no prevista, la de semisólidos. En el diálogo que sigue se argumenta la necesidad de introducirla:

6) I – “¿Éstos son los sólidos?”

7) a1,2 – “Sí. Y éstos, los semisólidos.”

8) I – “¿Por qué los agruparon así, con ese nombre?”

9) a2 – “Porque estos son sólidos, madera, metálicos; son duros. En cambio estos (indicando los semisólidos) son así como polvo, tienen diferente... (no les sale la palabra) no son duros”.

Se observa una asociación entre “sólido” y “duro”. Los objetos que no son “duros” (lo elástico, el polvo y la miel) se incluyeron en la nueva categoría de semisólidos (Int. 9). Durante las siguientes intervenciones los alumnos explican a qué llaman semisólidos, primero desde una visión macroscópica con énfasis en propiedades perceptibles (Int. 10, 11 y 13), y después desde una interpretación microscópica (Int. 13 a 15).

10) a1 – “Son más espesos, son como elásticos, como éstas (indicando las gomitas)...”

“Sí, pero no sé. Porque éste, por ejemplo (indicando el aserrín), es como la madera, es un pedacito de madera.”

11) a2 – “Sí, pero no es igual. Éste es bien sólido (se refiere a un trozo de madera) y éste no (se refiere al aserrín). Además, la miel por ejemplo... Éstos son todos semisólidos” (reafirma mientras a1 asiente con la cabeza).

12) I – “¿Qué tienen en común para ser semisólidos?”

13) a1 – “Y, que vos los tocás y se mueven así. Cambian, se estiran, son más elásticos. La miel es... no sé como... como pegajosa. Porque tiene como esas sustancias, que tienen las moléculas agarradas de la mano.”

- 14) I – “¿Cómo es eso de las moléculas agarradas de la mano? ¿Tienen manos las moléculas?” (Ríen todos.)
 15) a1,2 – “No, pero es como si tuvieran manos. Se agarran y no se despegan. En los gases me parece que se sueltan”.
 16) I – “¿Y cómo es una molécula?”
 17) a2 – “No sé, como una bacteria.”

La descripción microscópica incluye una representación, antropomórfica primero y zoomórfica después, de las moléculas (Int. 13 a 17). La analogía entre molécula y bacteria sugiere la confusión existente en los alumnos respecto de ambos conceptos. A instancias de la investigadora se vuelve a la descripción macroscópica (Int. 18).

- 18) I – “¡Ah!... ¿y el papel aluminio? ¿También lo agarro y se flexiona?”
 19) a1 – “Sí, pero es metálico, ... ¡es sólido!”
 20) I – “¡Ah!... ¿Todo lo metálico es sólido?”
 21) a1 – “Sí.”
 22) I – “¿Y esto (señala las limaduras de bronce)?”
 23) a1 – “Sí ... éstas también pero están así, en polvo y... Si las mirás (al microscopio) serían iguales, pero así... no sé... (mira a los otros como buscando apoyo o alternativas). Puede ser un sólido (no muy convencido, lo cambia de lugar).”
 24) a2 – “No. ¡Es un semisólido porque es como el aserrín!”

Los alumnos asocian “sólido” con “metálico” (Int. 19 y 21). Surge la contradicción con la intervención (22) de la investigadora sobre las limaduras de bronce, lo cual lleva a reafirmar la necesidad de la nueva categoría de semisólidos (Int. 24). Las intervenciones que siguen se refieren a la categoría “bióticos”:

- 25) I – “¿Y la manzana?”
 26) a1 – “Es un biótico. No es ni un sólido ni un líquido, porque es biótico y para tener vida tiene que tener agua, pero no es un líquido.”
 27) I – “¿Y si yo la secura en el horno, por ejemplo?”
 28) a1 – “Entonces sería un sólido porque se hace carbón.”

La categoría “bióticos” es descripta en términos de lo que *no es* (Int. 26). En la intervención (28) se reafirma la relación líquido-agua: si no tiene agua, debe ser sólido. En las intervenciones que siguen, la investigadora busca continuar con la identificación de los “líquidos”:

- 29) I – “¿Y estos ... (señalando el grupo de los líquidos) son líquidos?”
 30) a1,2,3 – “Sí. Porque son como el agua. Se mezclan con el agua.”

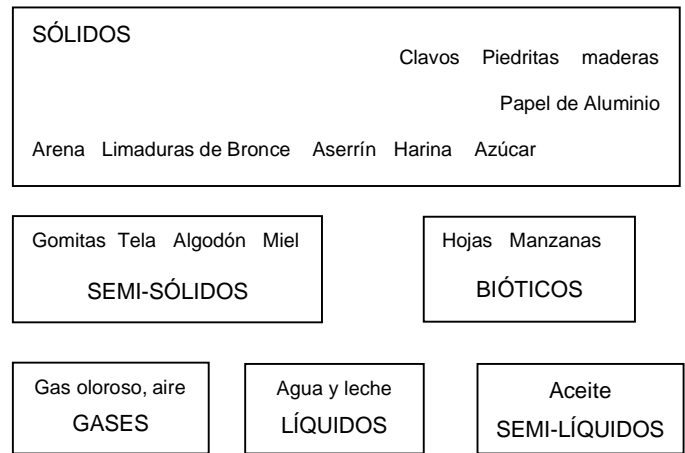


Figura 3.

- 31) I – “¿Y el aceite?”
 32) a1 – “¡Ah! ¡No! Entonces este es un semilíquido” (busca con la mirada y el gesto el consenso de los compañeros)
 33) a2, a3 – “Sí, sería un semilíquido.”
 a3) – “Sí, porque no se mezcla; mirá: (toma los dos tubos de ensayo, mezcla unas gotitas de aceite en el de agua y sacude). Ves, que se forman gotitas; con la leche tampoco se mezclaba. ¡Entonces no es un ... líquido!”
 a2 – “Sí, la leche con el agua sí se mezclan. Mirá... (hace la prueba). ¿Entonces cómo es? ¿Tenemos otro grupo más? ¿O lo ponemos ... con quién? (silencio). ¿Sería igual que la miel?”
 34) a1 – “Sí, puede ser...” (parece que comparte, en sus gestos, su duda con el compañero 2).
 35) a2 – “No porque la miel es más espesa...”
 36) a1 – “... ¡Sería un semilíquido!”

Los alumnos relacionan la categoría “líquidos” con el agua (Int. 30). La contradicción sugerida por la pregunta de la investigadora respecto del aceite (Int. 31), lleva a los alumnos a generar una nueva categoría, la de “semilíquidos”, apelando nuevamente a “pruebas” macroscópicas para apoyar su existencia (Int. 33). Aparece otra contradicción con la miel, que ya había sido incluida entre los semisólidos. Con muchas dudas (Int. 33 a 36) se la incluye, finalmente, entre los semilíquidos. En las siguientes intervenciones, la investigadora orienta sus preguntas hacia la categoría “gases”:

- 37) I – “¿Y el gas?”
 38) a1,2,3 – “Son estos dos. Uno es el aire y el otro ¡tenía un olor!”

Los gases quedaron relegados al final de la clasificación y se identificaron por propiedades macroscópicas (Int. 38) sin ninguna referencia a una estructura microscópica.

Figura 4. Cuestionario respondido en forma escrita por cada alumno.

EQUIPO:

Fecha:

Título que sugiere para el trabajo:

Muestras con que se trabajó: a) Identificarlas.
b) Número total de muestras

Grupos de muestras: a) Nombre de los grupos
b) Número total de grupos.

1. ¿Cómo hicieron para formar los grupos con las muestras?
¿Por qué eligieron esa denominación para cada grupo?
2. ¿Cómo te das cuenta de que una sustancia va en un grupo o en otro?
3. ¿Hay alguna sustancia que no pueda incluirse en alguno de los grupos?
¿Por qué?

Nombre:

Discusión sobre los resultados obtenidos y algunas conclusiones

La actividad desarrollada ha permitido detectar algunas características del proceso clasificatorio de materiales en alumnos de EGB. Se ha evidenciado que los criterios iniciales de clasificación expuestos por los equipos no coinciden con lo esperado desde el sistema educativo; es decir, la asociación no se realizó según los tres estados de agregación de la materia. Sólo a partir de la intervención de la docente (e investigadora, en este caso), los alumnos del equipo entrevistado agruparon los materiales considerados tomando en cuenta las categorías de sólidos, líquidos y gases. Sin embargo, no se distinguieron tres sino cinco categorías (sólidos, semisólidos, líquidos, gases y bióticos), que luego se transformaron en seis al agregarse la de “semilíquidos” durante el diálogo con la investigadora.

En el transcurso de dicho diálogo se pudieron identificar asociaciones, todas de carácter macroscópico, acompañando al proceso de clasificación. Por ejemplo, “sólido” se identificó con duro (Int. 9) y metálico (Int. 19 a 21), criterios mencionados por Fernández González *et al.*, (1996) y Stavy *et al.*, (1985). Sin embargo, aunque no se dudó en clasificar a los clavos como sólidos, no hubo ninguna asociación de metal con brillo (Fernández González *et al.*, 1996). Las limaduras de bronce, a pesar de haber sido reconocidas como metálicas y percibirse brillantes no se incorporaron, en primera instancia, al grupo de los sólidos, primando la consideración de su presentación en partículas al compararlas con el aserrín y ubicarlas en la categoría de semisólidos (Int. 22 a 24).

“Semisólido” se vinculó a espeso y elástico (Int. 10); a “como polvo” y “no son duros” (Int. 9), mientras que “líquido” se asoció a ser “como el agua” o “mezclarse con el agua”

(Int. 30) en coincidencia con Stavy *et al.*, (1985). A diferencia de lo registrado por dichos investigadores, el escurrimiento no fue considerado por nuestros alumnos como criterio para identificar líquidos. Stavy *et al.*, reportan asimismo la dificultad para clasificar cierto tipo de materiales (esponjosos, elásticos o como algodón) que también se ha manifestado en nuestro caso derivando en la creación de categorías intermedias (semisólidos, semilíquidos), poniendo en evidencia conflictos y su resolución.

Los “gases” fueron, en general, ignorados en la mayoría de los grupos en coincidencia con lo registrado en otros trabajos (Fernández González *et al.*, 1996; Stavy *et al.*, 1985). En el equipo entrevistado se identificaron sólo dos y por sus características perceptibles (olor).

En el trabajo realizado por el equipo entrevistado predominó una descripción macroscópica basada principalmente en conocimientos surgidos de la percepción (Int. 9, 10, 11, 19, 23, 24, 30, 33, 35, y 38) en coincidencia con lo indicado por Fernández González *et al.*, (1996) y Stavy *et al.*, (1985). Surgen además algunas descripciones microscópicas que señalan la influencia de la enseñanza escolar (Int. 13, 15 y 17) y que están acompañadas de indicadores, muy aislados, de procesos de abstracción (Int. 15). Asimismo, se evidenciaron procedimientos fundados en la comparación, propuestos como estrategias para resolver contradicciones en la clasificación existente, guiados más por las diferencias que por las semejanzas (Int. 9, 11, 26, 33 y 35).

Se puede concluir que, para los alumnos participantes, los criterios de clasificación no son fijos. Las dudas fueron valoradas durante el proceso pudiendo generar pruebas que tanto cambiaran las categorías como reafirmaran las ya adoptadas (Int. 10 y 11, 23 y 24 y 32 a 36). Las modificaciones en el proceso clasificatorio surgieron a partir de la intervención de la investigadora. Es interesante señalar que los recursos que los alumnos emplearon estuvieron mayoritariamente ligados a percepciones, experiencias y procedimientos cotidianos. La terminología científica apareció con gran precariedad de significados (Int. 13 a 17) y no se sugirieron criterios basados en estrategias de medición o control de factores y de efectos. La interacción con los materiales se desplegó principalmente fundada en la observación, la percepción táctil y la comparación de observaciones.

Resulta importante destacar que, en las actividades desarrolladas, se asignó un rol preponderante a la interacción social, expresada mediante la discusión libre entre alumnos. Esta práctica de discusión de ideas entre pares, introduce en la vivencia de una situación típica del desarrollo de la investigación científica, como es la colaboración en pequeños grupos para alcanzar objetivos comunes, apuntando a lograr un “ambiente de aprendizaje que sea auténtico” (Roth, 1997; Roth y McGinn, 1998; Dumrauf, 2001). En este senti-

do, nuestra experiencia se aparta de las realizadas por otros investigadores (Stavy, 1988 y 1995; Stavy *et al.*, 1985 y Fernández González *et al.*, 1996; Prieto *et al.*, 1989) quienes proponen tareas a resolver en forma individual.

Agradecimientos

Los autores expresan su reconocimiento tanto al grupo de alumnos de séptimo año sexta división del Colegio Nacional "Rafael Hernández", dependiente de la Universidad Nacional de La Plata, que participaron entusiastamente en esta experiencia, como a las autoridades del establecimiento. ■

Referencias

- Cobern, W., Contextual constructivism: The impact of culture on the learning and teaching of science, en: *The Practice of Constructivism in Science Education*, K. Tobin (ed.), Cap. 4, American Association for the Advancement of Science Press, Washington DC, 1993.
- De Pro Bueno, A., ¿Se pueden enseñar contenidos procedimentales en las clases de ciencias?, *Ens. de las Ciencias*, 16[1], 3-20, 1998.
- Driver R., Squires, A., Rushworth, P. y Wood-Robinson V., *Dando sentido a la ciencia en secundaria. Investigaciones sobre las ideas de los niños*. Edit. Visor, 1999.
- Dumrauf, A. G., Esas otras cosas que se enseñan que no son Física: imágenes de ciencia y prácticas docentes en una experiencia universitaria de enseñanza de Física; *Investigações em Ensino de Ciências*, 6, 1-20, 2001.
- Fernández González, M. y Jiménez Gómez, E., Actas del XI Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales, p. 147-152, Burgos, España, 1996.
- Geelan, D., Epistemological anarchy and the many forms of constructivism., *Sci. & Educ.*, 6[1,2] 15-28, 1997.
- Gergen, K. J., From construction in context to reconstruction in education, en: *Constructivism in Education*, L. P. Steffe y J. Gale (ed.), Lawrence Erlbaum, Hillside, New Jersey, 1995.
- Gil Pérez, D., ¿Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de Ciencias? *Ens. de las Ciencias* 9[1] 69-77, 1991.
- Glaserfeld, E., Cognition, construction of knowledge and teaching, *Synthese* 80, 121-140, 1989.
- Glaserfeld, E., Questions and answers about radical constructivism, en: *The Practice of Constructivism in Science Educatio*, K. Tobin (Ed.), Cap. 2, American Association for the Advancement of Science Press, Washington DC, 1993.
- Guichard, J., *La escuela y las representaciones de futuro de los adolescentes*. Editorial Laertes, Barcelona, 1995.
- Jodelet, D., La representación social: fenómenos, concepto y teoría, en: *Psicología Social II*, capítulo 13, S. Moscovici (ed.), Ediciones Paidós, Barcelona, 1986.
- Mortimer, E. F., Conceptual change or conceptual profile change?. *Sci. & Educ.* 4, 267-285, 1995.
- Mortimer, E. F., Multivoicedness and univocality in classroom discourse: an example from theory of matter., *Int. J. Sci. Educ.*, 20[1], 67-82, 1998.
- Piaget, J. e Inhelder, B., *De la lógica del niño a la lógica del adolescente*. Ed. Paidós, Buenos Aires, 1972.
- Pozo, J. I., *La Psicología Cognitiva y la Educación Científica*. <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/n2/pozo.htm>, 1997.
- Prieto A.; Blanco, A. y Rodríguez, A., The ideas of 11 to 14-year-old students about the nature of solutions, *Int. J. of Science Educ.*, 11, 451-463, 1989.
- Roth, W. M., From everyday science to science education: How Science and Technology Studies inspired curriculum design and classroom research, *Sci. & Educ.*, 6[4], 373-396, 1997.
- Roth, W. M. y McGinn, M. K., Knowing, researching and reporting Science education: Lessons from Science and Technology Studies, *J. of Res. In Sc. Teaching*, 35[2], 213-235, 1998.
- Solomon, J., Social influences on the construction of pupils' understanding of science, *Studies in Science Education*, 14, 63-82, 1987.
- Solomon, J., The rise and fall of constructivism, *Studies in Science Education*, 23, 1-19, 1994.
- Stavy, R. y Stachel, D., Children's ideas about "solid" and "liquid", *Eur. J. Sci. Educ.*, 7[4], 407-421, 1985.
- Stavy, R., Children's conceptions of gas. *Int. J. Sci. Educ.* 10[5], 553-560, 1988.
- Stavy, R., Children's conceptions of the states of matter. Proceedings de la *International Conference on Teaching the Science of Condensed Matter and New Materials*, Univ. de Udine, Italia, 81-93, 1995.
- Taylor, P. C. S., Mythmaking and mythbreaking in the mathematics classroom. National Key Centre for School Science and Mathematics, Curtin University, Perth, Washington, 1994.
- Vygotsky L., *Pensamiento y lenguaje*. Edit. Paidós, Barcelona, España, 1995.