



Las interacciones entre estudiantes en el trabajo en grupos y la construcción del modelo corpuscular de la materia y el principio de conservación de la masa

A. Iglesias, J.M. Oliva(*) y L. Rosado

RESUMEN

A lo largo del presente trabajo se investiga el papel que juegan las interacciones entre estudiantes, al trabajar en pequeños grupos, en el proceso de construcción del modelo corpuscular de la materia y el principio de conservación de la masa. Para ello, se emplea un diseño de dos grupos, experimental y de control, con pretest y postest mediados por tratamiento consistente en la interpretación y predicción de fenómenos físicos tales como cambios de estados, disolución, etc. En el grupo experimental las actividades de trabajo son resueltas por los estudiantes en pequeño grupo, mientras que en el grupo de control lo son de forma individual. Los resultados finales en el postest ponen de manifiesto la existencia de diferencias significativas a favor de los estudiantes del grupo experimental, lo cual evidencia la positiva repercusión que ejerce el trabajo en pequeño grupo en la enseñanza/aprendizaje de las temáticas que aquí nos ocupan.

Introducción

Bajo una perspectiva constructivista, el aprendizaje de conceptos científicos se concibe como un proceso personal y social que se verifica a través de la interacción entre las ideas de los estudiantes con su entorno físico, con las ideas del profesor y con las de otros

estudiantes (Millar y Driver, 1987; Solomon, 1987, 1988). Se reconoce así la importancia que tiene que quienes aprenden expresen sus propias ideas y traten de contrastarlas entre sí a través de actividades realizadas en el seno de pequeños grupos de alumnos (Driver, 1988). En este sentido, cabe indicar que algunos estudios (Perret-Clermont, 1984; For-

(*) C/ Gran Vía, nº 12
San Fernando (Cádiz)
(956) 889551



man y Cazden, 1984) han puesto ya de manifiesto las notables aportaciones que ofrecen las interacciones entre alumnos en el rendimiento en la resolución de tareas piagetianas. Sin embargo, a pesar de que el trabajo en pequeño grupo es considerado hoy día componente esencial del proceso de enseñanza/aprendizaje de las Ciencias (Driver, 1988; Gil, 1986; Chandran, Treagust y Tobin, 1987), y de que los primeros resultados obtenidos en trabajos de investigación realizados en este terreno (p.e. Lazarowitz et al. 1988) se han mostrado alentadores, aún se requiere evidencia empírica que contraste el papel que juegan dichas interacciones durante el proceso de construcción de conocimientos científicos de naturaleza no operatoria.

Objetivos de la investigación e hipótesis de trabajo

Al hilo de lo anterior, hemos llevado a cabo un estudio en nuestras aulas con la finalidad de comprobar en qué medida las interacciones entre las ideas de los estudiantes, cuando trabajan en pequeño grupo, pueden contribuir durante el proceso de construcción del modelo corpuscular de la materia y el principio de conservación de la masa. Como hipótesis de trabajo suponíamos que al ofrecer a los chicos la oportunidad de explicitar sus ideas y de contrastarlas en un marco interactivo, se propiciarían situaciones de reestructuración conceptual hacia ideas más aceptables desde un punto de vista científico. Dicha hipótesis se fundamenta en los resultados obtenidos en un gran número de investigaciones realizadas en el ámbito de las Ciencias de la Educación que han llegado a poner de manifiesto la importancia que tienen los procesos de tutorización, cooperación y discusión entre estudiantes, a la hora de propiciar situaciones de transferencia, interiorización, verbalización de ideas (Vygotski, 1979) y conflicto cognitivo (Piaget, 1979, Perret-Clermont, 1984), tan relevantes, según se entiende hoy día, durante la construcción de aprendizajes significativos.

No obstante, lejos de intentar ofrecer una

imagen lineal y homogénea del comportamiento de los estudiantes en la enseñanza/aprendizaje de las Ciencias, considerando que el peso de tales aportaciones pudiera resultar idéntico en todos sus ámbitos, mantenemos que el papel que juegan dichas interacciones está en función del área específica de contenidos al que se haga referencia, siendo posible encontrar temáticas en las que dicha actividad pudiera jugar un papel decisivo o al menos importante y áreas en las que dicha labor pudiera constituir una tarea estéril al menos no tan provechosa.

De particular interés en este sentido pudiera resultar el concepto de "zona del desarrollo próximo", constructo que viene definido como el espacio comprendido entre el nivel real de desarrollo de una persona, condicionado por la capacidad para resolver una tarea o problema de una forma autónoma, y el nivel de desarrollo potencial, determinado por la capacidad para resolver la misma actividad en colaboración con alguien más experto en el tema (Vygotski, 1979). Teniendo en cuenta este concepto es de esperar que, en determinadas áreas, aquellas tareas que involucren conocimientos encuadrados dentro de la "zona del desarrollo próximo" de los estudiantes, sean resueltas de un modo más efectivo, obteniéndose con ello un mayor aprendizaje, al trabajar en grupos que al hacerlo de una forma individual. De esta forma, se revela como una línea nueva y prioritaria de investigación la búsqueda de áreas específicas de conocimientos científicos que pudieran enmarcarse dentro de dicha zona del desarrollo en escolares de distintas poblaciones y edades, ya que dicho conocimiento pudiera arrojar luz sobre cuáles habrían de ser las áreas curriculares en las que el trabajo en grupos pudiera ofrecer sus mejores servicios como técnica pedagógica.

En esta ocasión nos hemos centrado en las áreas temáticas correspondientes al modelo corpuscular de la materia y el principio de conservación de la masa, por considerar que constituyen aspectos básicos para el posterior desarrollo de la Química. A este respecto, hemos de indicar que existen ciertos indicios experimentales que apoyan la idea de que dichas

áreas temáticas pudieran quedar enmarcadas dentro de la citada zona en alumnos de 15-16 años. Así, por ejemplo, a pesar de que los estudiantes parecen mostrar un escaso nivel de apropiación del carácter discontinuo de la materia en cuestiones abiertas sobre interpretación y predicción de fenómenos físicos (Gentil, Iglesias y Oliva, 1989), se decantan por explicaciones corpusculares correctas, frente a otras macroscópicas, cuando las posibles respuestas son sugeridas a través de un test de múltiples opciones (Llorens, 1988). Por otro lado, a pesar de que los alumnos suelen tener dificultades en la interpretación correcta de la conservación de la masa en fenómenos físicos y químicos (Furió, Hernández y Harris, 1987; Gentil, Iglesias y Oliva, 1989), la superación de dichas ideas a lo largo del bachillerato, aunque susceptible de importantes mejoras, se presenta como algo factible sin que el cambio conceptual suponga auténticas barreras epistemológicas como ocurre en el caso de otros campos temáticos como la mecánica (Carbonell y Furió, 1987, Carrascosa y Gil, 1987).

A lo largo del presente trabajo mostraremos los resultados obtenidos en nuestro estudio, el cual ha estado concretamente encaminado a comprobar el efecto que, sobre las concepciones previas de los estudiantes en torno a las temáticas señaladas, producen unas breves sesiones de clase diseñadas para facilitar un ambiente de intercambio de ideas y opiniones en el seno de pequeños grupos de trabajo.

Nuestras hipótesis de trabajo eran las siguientes:

Hipótesis I: En una fase previa a la enseñanza formal, los alumnos de 2º de BUP ofrecerán espontáneamente un escaso número de interpretaciones y predicciones sobre fenómenos físicos fundamentándose en un modelo microscópico de la materia.

Hipótesis II: Es de esperar, no obstante, obtener una mejora significativa en este sentido cuando los alumnos son orientados hacia la utilización de dicho modelo a través de las opciones propuestas en un test de respuesta múltiple.

Hipótesis III: Tras el desarrollo de sesiones

de trabajo en las que los estudiantes hayan de reflexionar y explicitar sus ideas previas sobre la interpretación y predicción de fenómenos físicos cotidianos, tales como dilatación, cambios de estado, disolución, etc. debemos esperar encontrar una mejora significativa en el nivel de asimilación del carácter discontinuo de la materia y del principio de conservación de la masa.

Hipótesis IV: Así mismo, suponemos que estas diferencias serán más notorias cuando las actividades son realizadas por los estudiantes en régimen de grupos que cuando lo son de una forma individual.

Diseño experimental

Muestra estudiada

La muestra original estaba constituida por 160 alumnos/as de nivel socioeconómico medio/medio-alto pertenecientes a cuatro grupos de 2º de BUP de un instituto público de zona urbana, dos de los cuales se tomaron como grupos experimentales y otros dos de control.

Cuestionarios

Para determinar el nivel de apropiación del modelo corpuscular de la materia se elaboró una prueba (TRM: Test de Razonamiento Microscópico), constituida por 12 preguntas -6 de verdadero/falso con explicación de la opción elegida (TRM I), y 6 de opción múltiple, (TRM II)-, a través de la cual los alumnos debían de realizar interpretaciones y predicciones acerca de diversos fenómenos físicos (cambios de estado, difusión de gases, dilatación, etc.) (Anexo I). Dado que se trataba de discernir entre respuestas sustentadas o no sobre un modelo molecular y, dentro de las primeras, entre aquéllas que podrían ser consideradas como científicamente aceptables dentro del contexto escolar y aquéllas otras erróneas, se incluyeron como alternativas en cada uno de los items del TRM II las seis opciones siguientes: una interpretación correcta del fenómeno a nivel molecular, una

interpretación molecular inadecuada -por contener errores de proyección sobre las moléculas de propiedades y características del mundo macroscópico-, dos interpretaciones a nivel macroscópico, y las opciones "otra respuesta" y "no lo sé".

La puntuación total en el TRM se obtuvo contabilizando 2 puntos por cada respuesta atomista correcta, 1 punto por cada respuesta atomista errónea (se consideró en este caso que cabría hablar de una cierta tendencia hacia el empleo del modelo corpuscular, a pesar de la existencia de graves deficiencias en su uso) y 0 puntos para todas las demás.

El nivel de asimilación del principio de conservación de la materia se midió a través de una prueba constituida por 12 ítems de opción múltiple (TC: Test de Conservación). En dicha prueba los alumnos tenían que predecir la conservación o no de la masa en diversos fenómenos físicos y químicos. Seis de los ítems abordaban fenómenos de conservación, por verse en ellos involucrados sistemas cerrados, mientras otros seis incluían situaciones de no conservación de la masa en el sistema implicado por tratarse de sistemas abiertos (Anexo II). Estos últimos, si bien aparecían distribuidos al azar a lo largo del cuestionario, no fueron incluidos en el cómputo total del test, por tratarse únicamente de distractores encaminados a evitar la sistematicidad y aleatoriedad en las respuestas.

Algunas de las cuestiones propuestas han estado inspiradas, total o parcialmente, en otras ya aparecidas a lo largo de la bibliografía (p.e. Andersson, 1984; Carbonell y Furió, 1987; Furió y Hernández, 1983; Llorens, 1988; Novick y Nussbaum, 1978, 1981). Otras, en cambio, han sido diseñadas por los propios autores del trabajo tomando como base un estudio previo realizado (Gentil, Iglesias y Oliva, 1989).

Procedimiento

Dada la naturaleza de las hipótesis a contrastar, y con la idea de ejercer el máximo control posible sobre las variables implicadas, sin disminuir demasiado por ello la validez pragmática de las conclusiones finales, se optó por

un diseño natural-experimental desarrollado en el aula en situaciones normales de clase aunque sujeto a ciertas restricciones, como son la no intervención del profesor en la realización de las actividades propuestas o la no utilización de libros de texto.

A principios del segundo trimestre del curso 88/89, cuando sólo se habían estudiado algunos de los primeros temas relacionados con la metodología científica y la mecánica, los estudiantes fueron sometidos a un pretest constituido por las pruebas anteriormente señaladas, con la finalidad de valorar el grado de apropiación inicial del modelo corpuscular de la materia y el principio de conservación de la masa.

Al iniciar el tercer trimestre, antes del comienzo del estudio relativo a los temas de Química, los estudiantes del grupo experimental dedicaron tres sesiones, de una hora cada una aproximadamente, a la realización en pequeño grupo (4 ó 5 alumnos) de actividades consistentes en la discusión de cuestiones relacionadas con el área que se venía investigando (los alumnos estaban ya familiarizados con esta forma de trabajo). Las cuestiones propuestas durante el tratamiento diferían notablemente de las empleadas en el pretest y, aunque versaban sobre fenómenos similares, no mostraban situaciones ni presentaban formatos idénticos a los incluidos en los cuestionarios. Con objeto de no interferir en el desarrollo de las sesiones, el profesor se mantuvo al margen del trabajo llevado a cabo por los alumnos, limitándose únicamente a animar a los chicos a que realizaran las actividades de una forma conjunta. Los alumnos del grupo de control realizaron las mismas actividades pero de una forma individual, invirtiendo en ello únicamente dos sesiones de clase.

Tres días después, con objeto de evaluar cómo habían influido las sesiones de trabajo sobre las concepciones de los estudiantes, y sin que mediase ningún tipo de instrucción, se volvió a pasar a todos los alumnos las pruebas iniciales a modo de postest.

Para aumentar al máximo la validez interna del diseño, evitando así al máximo contabilizar los momentos aparentes que se produ-

cen en los resultados finales como consecuencia de los abandonos a lo largo del curso de los alumnos menos "aventajados" (Arzi, 1988), se descartaron todos aquellos sujetos que no participaron en alguna de las pruebas del pretest o del postest, o en al menos 2/3 de las sesiones de trabajo. Al final, por todo ello, la muestra quedó reducida a un total de 124 alumnos en el estudio sobre construcción del modelo corpuscular (58 del grupo experimental y 66 del grupo control) y 132 alumnos en el estudio sobre la construcción de la idea de conservación (63 del grupo experimental y 69

del grupo control).

Resultados y discusión

En la tabla I se muestran los porcentajes de respuestas ofrecidas por los estudiantes a lo largo del pretest tomando como base un modelo de partículas -respuestas atomistas (RA)-. Así mismo, se recogen los porcentajes de respuestas corpusculares científicamente aceptables dentro de un contexto escolar -respuestas atomistas correctas (RAC)-.

TABLA I

N=124 %	TRM I		TRM II		TRM	
	RA	RAC	RA	RAC	RA	RAC
	16	12	71	55	43	33

RA= Respuestas atomistas RAC= Respuestas atomistas correctas

Como se puede apreciar a través de los resultados obtenidos en el TRM I, los estudiantes suelen ofrecer un escaso número de explicaciones espontáneas sustentadas sobre un modelo microscópico, resultados que parecen reforzar los ya obtenidos en otros estudios anteriores (Gentil, Iglesias y Oliva, 1989), a través de los cuales se ha podido constatar que los estudiantes que comienzan el bachillerato tienen aún escasamente asumida la naturaleza discontinua de la materia, realizando espontáneamente, por sí solos, un escaso número de interpretaciones y/o predicciones de los fenómenos físicos que se les presenta basándose sobre un modelo molecular. No obstante, a tenor de lo observado en el TRM II, los alumnos se decantan por un modelo microscópico frente a otro macroscópico, tal como predecíamos en nuestra hipótesis, cuando la respuesta es sugerida a través de un test de múltiples opciones. Hemos de hacer mención aquí que tanto en el cuestionario de explicación abierta (TRM I) como en

el de múltiples opciones (TRM II), una de cada cuatro explicaciones atomistas ofrecidas resultaban ser erróneas. Este hecho refuerza aún más la idea de la existencia, sólomente a un nivel superficial, de un esquema conceptual de la materia basado en interpretaciones de tipo microscópico. Tampoco parece ser elevada la proporción de alumnos que son capaces de predecir correctamente la conservación de la masa en un fenómeno físico, ya que en más de la mitad de los casos (51%), los alumnos se mantienen partidarios de la "no conservación" a lo largo del proceso presentado. Consideramos, por todo ello, que los resultados experimentales apoyan nuestras hipótesis de trabajo I y II.

En la Tabla II se muestran de forma comparativa los puntajes medios obtenidos por los grupos experimentales y de control en la prueba del pretest y del postest. En ella se recogen, además, los promedios de respuestas atomistas y atomistas correctas correspondientes a cada caso.

TABLA II

	Nº Respuestas atomistas/alumno (sobre 12)	Nº Respuestas atomistas correctas/alumno (sobre 12)	PUNTAJE TOTAL TRM (sobre 24)
Pretest			
G. EXP.	5.16	3.92	9.08
G. CON.	5.32	4.06	9.38
Postest			
G. EXP.	6.92	5.81	12.73
G. CON.	6.05	4.85	10.90

G. EXP. = Grupo experimental (N=58)
G. CON. = Grupo control (N=66)

Como puede apreciarse, en ningún caso parecen diferir significativamente ($t=0.5$, $p>0.6$ para RA; $t=0.39$, $p>0.6$ para RAC; y $t=0.47$, $p>0.6$ para la puntuación total) los resultados iniciales obtenidos por ambos grupos, por lo que puede considerarse válida la hipótesis de que ambas muestras forman parte inicialmente de la misma población estudiantil. Tras el desarrollo de las sesiones de trabajo aparece un aumento significativo en el rendimiento de los alumnos en este tipo de tareas, tanto en el grupo experimental ($t=5.48$, $p=0.000$ para RA; $t=6.63$, $p=0.000$ para RAC; y $t=6.68$, $p=0.000$ para el total) como en el grupo control ($t=2.61$, $p<0.02$ pa-

ra RA, $t=3.01$, $p<0.01$ para RAC; y $t=2.98$, $p<0.01$ para el total). Este aumento se manifiesta, no obstante, de una forma más acusada en el grupo experimental al obtener, finalmente, resultados significativamente superiores a los del grupo control ($t=0.57$, $p=0.02$ para RA; $t=2.55$, $p<0.02$ para RAC; y $t=2.68$, $p<0.01$ para el total).

En la Tabla III se muestran los resultados correspondientes obtenidos en la prueba de conservación. Al igual que en el caso anterior, ambos grupos no parecen diferir en la población inicial de la que forman parte, ya que las diferencias observadas no llegan a ser estadísticamente significativas ($t=1.27$, $p>0.2$).

TABLA III

	PUNTAJE GLOBAL TC (sobre 6)
Pretest	
G. EXP.	2.94
G. CON.	2.44
Postest	
G. EXP.	3.41
G. CON.	2.46

G. EXP. = Grupo experimental (N=63)
G. CON. = Grupo control (N=69)

No obstante, tras el desarrollo de las sesiones de trabajo, el promedio obtenido en el postest por el grupo experimental resultó sig-

nificativamente superior al correspondiente al grupo control ($t=3.12$, $p<0.01$). Este último, ni siquiera logró obtener en este caso

avances en relación a la prueba inicial.

Por otro lado, en las Tablas IV y V se recogen los índices de producción y productividad (Cañal y Porlán, 1988) que nos servirán para comparar los rendimientos obtenidos por ambos grupos teniendo en cuenta el tiempo de trabajo invertido (una sesión y media por materia para el grupo experimental fren-

te a una sesión para el grupo control). Dichos conceptos vienen definidos, respectivamente, por "el incremento de aprendizajes significativos por unidad de tiempo" y por "el cociente entre la producción y el valor de partida para los aprendizajes significativos (Cañal y Porlán, 1988).

TABLA IV

TRM	Índice de producción		Índice de productividad	
	G. EXP.	G. CON.	G. EXP.	G. CON.
RA	1.17	0.73	0.23	0.14
RAC	1.26	0.79	0.32	0.19
TOTAL	2.43	1.52	0.27	0.16

RA= Respuestas atomistas
RAC= Respuestas atomistas correctas

TABLA V

TC	Índice de producción		Índice de productividad	
	G. EXP.	G. CON.	G. EXP.	G. CON.
	0.32	0.02	0.10	0.00

Como se puede apreciar, aún cuando los avances conseguidos se hacen relativos al tiempo empleado en el desarrollo de las sesiones, aparecen en todos los casos diferencias a favor del grupo experimental. Los pequeños índices de productividad obtenidos sugieren, no obstante, que los avances que deben ser esperados a corto plazo, tras el desarrollo de unas breves sesiones de trabajo, han de ser poco espectaculares. Sin embargo, es de suponer lógicamente que tratamientos más prolongados, como los que podrían tener lugar en el contexto habitual de una clase a lo largo de una unidad didáctica completa, conducirían a resultados más llamativos. Con estos resul-

tados, por tanto, parecen verse contrastadas nuestras hipótesis III y IV, aunque, no obstante, a través de los mismos se manifiesten serias limitaciones para el aprendizaje por descubrimiento autónomo en materias tales como la conservación de la masa.

Conclusiones y consideraciones finales

A través del presente trabajo hemos tratado de mostrar el efecto positivo que ejercen, al menos en un ambiente natural-experimental y en las materias aquí tratadas, las interacciones entre las ideas previas de los estudian-

tes durante la realización de actividades en el seno de pequeños grupos.

Como se habrá podido comprobar, los alumnos que trabajaron en régimen de grupos consiguieron avances que, a pesar de resultar modestos, debido fundamentalmente al escaso periodo de tratamiento a que fueron sometidos, fueron superiores a los obtenidos por los alumnos que trabajaron de una forma individual. En este último caso, ni siquiera se pudo apreciar una mejora en las ideas previas de los estudiantes sobre la conservación de la materia tras el desarrollo de las sesiones de trabajo.

Las diferencias observadas se hicieron incluso palpables cuando los avances resultantes fueron normalizados a la unidad de tiempo empleado en la realización de las actividades propuestas. Todo ello parece contrastar la idea de que, al menos en las áreas curriculares aquí tratadas, el trabajo realizado por los alumnos durante el desarrollo de actividades en pequeño grupo, a pesar de ser más lento y de propiciar ritmos de trabajo más pausados, resulta ser más efectivo. Con todo, pensamos que el trabajo individual puede llegar a resul-

tar a veces insustituible, ofreciendo decisivas aportaciones durante el proceso de construcción de conocimientos en la escuela. Consideramos incluso, que, en muchos momentos, pudiera resultar imprescindible la aportación de ideas por parte del profesor, dado que, desde un punto de vista constructivista, no podríamos olvidar también la función que juegan las interacciones entre las ideas de los alumnos y las de los docentes si no queremos caer en una enseñanza basada en el redescubrimiento autónomo de los alumnos.

De cualquier forma, los resultados vienen a corroborar la idea de que en una enseñanza activa concebida como cambio conceptual y metodológico (Gil y Carrascosa, 1985) a través de la realización de actividades en grupos, debería contemplarse una brusca reducción de los programas escolares de ciencias; reducción que a pesar de estar prevista para el futuro en los proyectos de reforma, pudiera llegar a ser insuficiente a tenor de la importante disminución de que viene acompañada en el número de horas lectivas semanales en Ciencias Experimentales (Barandiaran, 1988).

ANEXO 1

5º) Tenemos un poco de agua llenando por completo una olla herméticamente cerrada. ¿Podríamos hacer pasar el agua a estado gaseoso (vapor) calentando el recipiente por encima de los 100º centígrados?



Explicación:

1º) Tenemos dos recipientes iguales, uno lleno de agua líquida y otro de vapor de agua. Mediante una balanza observamos que el recipiente que contiene agua líquida es más pesado que el que contiene vapor. ¿Cómo es posible que dos volúmenes iguales de la misma sustancia tengan distinto peso?



a) Las partículas que forman el agua líquida son más pesadas mientras que las del vapor son más ligeras.



b) La materia que forma el agua líquida está más apretada, como en un acordeón.



c) El agua líquida contiene mayor número de partículas que el mismo volumen de vapor de agua.



d) El vapor de agua es un gas y los gases no pesan. Los gases tienden a subir.



e) otra respuesta:

f) No lo sé.

ANEXO 2

2º) Disponemos de un recipiente herméticamente cerrado lleno de aire a temperatura ambiente (unos 20º). El recipiente junto a su contenido suman un total de 100 gramos.



Si elevamos la temperatura hasta los 200°C, el recipiente junto a su contenido sumarán ahora:

- a) Más de 100 gramos.
- b) 100 gramos.
- c) Menos de 100 gramos.
- d) ¿?

7º) Si quemamos un poco de papel sobre uno de los platillos de una balanza equilibrada hasta que se convierta por completo en cenizas, observamos que, finalmente la balanza:



- a) Continuará equilibrada tal como estaba al principio.
- b) Se desequilibrará hacia la izquierda.
- c) Se desequilibrará hacia la derecha
- d) ¿?

REFERENCIAS

- ANDERSSON, B. (1984). *Chemical reactions*. EKNA-Report n° 12. Department of Educational and Educational Research: University of Göteborg.
- ARZI, H. J. (1988). From short-to long-term: studying science education longitudinally. *Studies in Science Education*, Vol. 15, pp. 17-53.
- BARANDIARAN, J. (1988). El modelo de enseñanza/aprendizaje de las ciencias en la reforma de las enseñanzas medias. *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 6, n° 2, pp. 167-178.
- CAÑAL, P. y PORLAN, R. (1988). Bases de un programa de investigación en torno a un modelo didáctico de tipo sistémico e investigativo. *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 6, n° 1, pp. 54-60.
- CARBONELL, F. y FURIO, C. J. (1987). Opiniones de los adolescentes respecto al cambio sustancial en las reacciones químicas. *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 5, n° 1, pp. 3-9.
- CARRASCOSA, J. y GIL, D. (1987). Diferencia en la evolución de preconcepciones de mecánica de química. II Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias y de las Matemáticas. Valencia.
- CHANDRAN, S.; TREAGUST, D. F. y TOBIN, K. (1987). The role of cognitive factors in chemistry achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 24, n° 4, pp. 145-160.
- DRIVER, R. (1988). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 6, n° 2, pp. 109-120.
- FORMAN, E. y CAZDEN, E. (1984). Perspectivas vigotskianas en la educación. *Infancia y aprendizaje*, n° 27/28, pp. 134-158.
- FURIO, C. y HERNANDEZ J. (1983). Ideas de los adolescentes de 11- 15 años acerca de los gases. *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 1, n° 1, pp. 83-91.
- GENTIL, C.; IGLESIAS A. y OLIVA J. M. (1989). Nivel de apropiación de la idea de discontinuidad de la materia en alumnos de bachillerato. Implicaciones didácticas. *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 7, n° 2, pp. 126-131.
- GIL, D. y CARRASCOSA, J. (1985). Science learning as a conceptual and methodological change. *European Journal of Science Education*, 7 (3), 231-236.
- GIL, D. (1986). La metodología científica y la enseñanza de las ciencias: unas relaciones controvertidas. *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 4, n° 2, pp. 111-121.
- LAZAROWITZ, R.; HERTZ, R. L.; BAIRD, J. H. y BOWLDEN, V. (1988). Academic achievement and ontask behavior of high school biology students instructed in a cooperative small investigative group. *Science Education*, Vol. 72, n° 4, pp. 475-487.
- LLORENS, J. A. (1988). La concepción corpuscular de la materia. Obstáculos epistemológicos y problemas de aprendizaje. *Investigación en la Escuela*, n° 4, pp. 33-48.
- MILLAR, R. y DRIVER, R. (1987). Beyond processes. *Studies in Science Education*, Vol. 14, pp. 33-62.
- NOVICK, S. y NUSSBAUM J. (1978). Junior high school pupil's understanding of the particulate nature of matter: An interview study. *Science Education*, Vol. 62, n° 3, pp. 273-282.
- NOVICK, S. y NUSSBAUM J. (1981). Pupil's understanding of the particulate nature of matter: A cross-age study. *Science Education*, Vol. 65, n° 2, pp. 187-196.
- PERRET-CLERMONT, A. N. (1984). *La construcción de la inteligencia en la interacción social*. Visor. Madrid.
- PIAGET, J. (1979). *La equilibración de las estructuras operativas*. Siglo XXI. Madrid.
- SOLOMON, J. (1987). Social influences in the construction of pupil's understanding of Science. *Studies in Science Education*, Vol. 14, pp. 63-82.
- SOLOMON, J. (1988). Una perspectiva social de los esquemas conceptuales. *Investigación en la Escuela*, n° 5, pp. 17-20.
- VYGOTSKI, L. S. (1979). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Crítica. Barcelona.

SUMMARY

The role of the students interactions when they form small groups in the process of construction of the stuff corpuscle model and of the mass conservation principle, was investigated in the study that is exposed here. A two-groups design was employed, one was the experimental and the other the control one, each had two test, a pretest, and a posttest. Between the tests children had to interpret and predict physical phenomena as changes in the state, solutions, etc. Children of the experimental group solved the problems all together in small groups, while children of the control group did it an individual way. The findings of the posttests showed the existence of significative differences favouring the experimental group subjects, and this points out that the small group of students has good results in the teaching-learning process with content as the exposed here.

RÉSUMÉ

Tout au long de ce travail on étudie le rôle qui jouent les interactions entre les étudiants, quand ils travaillent en petits groupes, dans le processus de construction du modèle corpusculaire de la matière et le principe de la conservation de la masse. Pour ceci, on emploie un desin de deux groupes, l'experimental et celui de contrôle, avec un pretest et un postest, avec un traitement qui consiste à l'interprétation et prediction de certains phénomènes physiques (changement d'état, dissolutions, etc.) Dans le groupe expérimental les élèves doivent résoudre les activités de travail en petits groupes, pendant que dans le groupe contrôle ils doivent les résoudre individuellement. Les résultats dans le postest manifestent l'existence de différences significatives, à faveur des étudiants du groupe experimental, ce qui montre la positive influence que le travail en groupe exerce dans l'enseignement-apprentissage des thèmes qui nous occupent.