

INTERACCIÓN ENTRE IGUALES Y APRENDIZAJE DE CONCEPTOS CIENTÍFICOS

RODRÍGUEZ BARREIRO, LUIS M.¹ y ESCUDERO ESCORZA, TOMÁS²

¹ Centro de Profesores y de Recursos Zaragoza I. Pº Reyes de Aragón, 20. 50012 Zaragoza.

E-mail: charluis@arrakis.es

² Departamento de Ciencias de la Educación. Universidad de Zaragoza.

E-mail: viemen@posta.unizar.es

SUMMARY

Throughout this article we try to present the first results of a wider research about the verbal intercourses which take place in small groups of students, and its relationship with the process of learning scientific concepts. The research has been done with secondary students, aged 15-16. They were working in real context on the solution of activities leading to the development of their alternative conceptions about energy. Here you have some of the conclusions obtained: 1) Their development towards more accurate concepts is wider when working in groups than working individually. 2) The actions of giving and receiving help and the following usage of that help have a clear and significative relationship with the fact of learning. 3) The pupils in homogeneous groups interact and learn more than those pupils in heterogeneous groups. Previous training in cooperative skills helps those students with less experience.

INTRODUCCIÓN

En las tres últimas décadas se ha producido un notable desarrollo de los estudios sobre el potencial educativo del aprendizaje entre iguales, cuyos resultados son bastante prometedores. El origen de esta nueva ola de la educación basada en los pequeños grupos se sitúa, en el ámbito anglosajón, en los trabajos sobre niños discapacitados realizados en 1971 (Gartner, Kohler y Riessman, 1971). A partir de entonces, el denominado movimiento en favor del aprendizaje cooperativo prendió con vigor en las *junior high schools* norteamericanas, como parte del proceso que pretendía eliminar la segregación étnica en las escuelas (Sharan et al., 1984). Con todo, fueron los profesores de educación primaria quienes enseguida se percataron de las enormes virtualidades de los métodos cooperativos, de manera que tales procedimientos fueron adoptados en los niveles elementales antes de que llegaran a ser, al menos en dicho ámbito geográfico,

práctica habitual en la enseñanza secundaria y superior (Lazarowitz et al., 1994).

Nos encontramos, pues, ante un destacado cambio en las concepciones acerca del aprendizaje, el cual apunta no sólo a la conveniencia del trabajo en grupo, sino a su reconocimiento como circunstancia indispensable para que el aprendizaje tenga lugar. Diversos autores se han referido a la transición desde el modelo de aprendizaje individual que opera como un «científico solitario» –noción de claro origen piagetiano– a la representación del sujeto que actúa como un ser social en un determinado contexto histórico y cultural –de influencia vygotskiana evidente–. Este último punto de vista subraya que dicho contexto es parte integral del proceso de aprendizaje, no un simple soporte accesorio, de modo que las decisiones relativas a la organización de la

enseñanza debieran centrarse esencialmente en *cómo* se va a considerar esa dimensión social, más que en *si* ha de tenerse en cuenta o no (Kutnick y Rogers, 1994).

A consecuencia de este rápido crecimiento, el cuadro resultante –el estado de la cuestión– muestra unos trazos poco nítidos, en el que se incluyen elementos de muy diversa índole. En pocas palabras, las tres razones primordiales a las que se puede achacar esta confusa situación son las siguientes: *a*) el gran número de aproximaciones y técnicas diferentes que se engloban bajo el término *cooperación en el aula*, desde la tutoría expertonovato hasta el aprendizaje cooperativo, pasando por la colaboración entre iguales (Damon y Phelps, 1989); *b*) la existencia de numerosos, y de muy distinta índole, esquemas teóricos de referencia (Slavin, 1995); y *c*) los diversos contextos y métodos de investigación empleados, entre los que se incluyen los trabajos de laboratorio, de elevado control pero de muy corta duración, y los realizados en ambientes naturales, más largos pero con escaso control experimental (Knight y Bohlmeyer, 1990; O'Donnell y Dansereau, 1992).

Pese a todo, la bibliografía producida dentro de la didáctica de las ciencias refleja la existencia de un campo de estudio muy vivo y en plena expansión, aunque todavía no alcanza el volumen y la profundidad característicos de otras áreas, como la psicología educativa o la psicología social. En la literatura que se ha revisado, pronto se aprecia que el *aprendizaje cooperativo* es, con mucho, la *aproximación* más empleada. La nómina de trabajos es relativamente extensa: Kempa y Ayob (1991, 1995), Howe y otros (1991), Schlenker y Yoshida (1991), Robblee (1991), Lonning (1993), Lazarowitz y otros (1994), Watson y Marshall (1995), Richmond y Striley (1996), Towns y Grant (1997), Banerjee y Vidyapati (1997) y Bianchini (1997). Le sigue, a cierta distancia, la *colaboración entre iguales*; dentro de este enfoque podemos destacar investigaciones como las siguientes: Gilbert y Pope (1986), Hamilton y Hansen (1992), Roth y Roychoudury (1993), Roth (1994), Thijs y Bosch (1995), Shepardson (1996), Kelly y Crawford (1996), Alexopoulou y Driver (1996), Sizmur y Osborne (1997). La *tutoría entre iguales* ha recibido menos atención; sirvan como ejemplo los artículos de Ronca (1985) y Thorley y Treagust (1987).

En cuanto a los *modelos teóricos* que suelen guiar las investigaciones citadas destaca, en primer lugar, la preeminencia de la perspectiva de cohesión social (Hertz-Lazarowitz y Miller, 1992), algo lógico a la vista del dominio de las técnicas de aprendizaje cooperativo; en segundo término, la cada vez mayor proporción de trabajos, que se basan, o que al menos lo citan como referencia más próxima, en el constructivismo social de raíz vyotskiana; y, por último, que, en algunos de estos trabajos, los modelos teóricos parecen jugar el papel de simples acompañantes, de justificaciones que se buscan *a posteriori* y no tanto el de verdaderas guías del proceso indagador.

Respecto a los *métodos de investigación*, se aprecia una elevada proporción de diseños experimentales puros, en

general de dos grupos, tratamiento y control, con pretest y postest. Aunque a primera vista pudiera dar la impresión de que la didáctica de las ciencias todavía no ha superado la fase dedicada a probar que se aprende mejor en situaciones cooperativas que en las clases tradicionales –con estructura competitiva o individual–, se debe tener presente que el número de estudios que adoptan un enfoque cercano al *análisis del discurso* no ha dejado de crecer. Este desplazamiento del foco de interés resulta fundamental, ya que, si lo que se pretende es averiguar las razones por las que la cooperación «funciona», así como en qué condiciones lo hace mejor, parece imprescindible superar la etapa de los experimentos de «caja negra» y abordar de lleno el estudio de los procesos grupales, de los intercambios verbales que conducen al aprendizaje. No obstante, las investigaciones que analizan las relaciones entre interacción y cambio cognitivo son por ahora escasas; en ellas se emplean con frecuencia diseños que combinan el experimento con otra parte observacional.

Ya para terminar esta breve introducción al tema, vamos a dar unas pinceladas sobre los principales hallazgos que se derivan de la revisión de la literatura. Conviene señalar, ante todo, que las variables dependientes evaluadas con más profusión son las de tipo cognitivo. En efecto, la medida que acostumbra a ofrecerse es el resultado de un postest preparado para el caso. Otro conjunto de trabajos incorpora, además, variables de tipo afectivo-social, tales como la autoestima, el clima de clase y las actitudes hacia la ciencia.

El panorama que nos ofrece este ámbito de estudio se parece mucho al existente en las disciplinas psicológicas a las que acabamos de aludir (Johnson y Johnson, 1989; Kulik y Kulik, 1991; Lou et al., 1996). En cuanto a la ganancia cognitiva se refiere, los trabajos que dan cuenta de diferencias significativas a favor de la cooperación casi duplican los que postulan la ausencia de distinciones en un sentido u otro. Hay algunos que obtienen resultados mixtos, es decir, que muestran que la ventaja de la cooperación se produce sólo en ciertas condiciones o para determinados estudiantes.

Se podría afirmar, por consiguiente, que hay una evidencia empírica importante, aunque no definitiva, en apoyo del uso de la cooperación en las aulas como una estrategia didáctica adecuada para el aprendizaje de los conceptos científicos básicos. El paso siguiente debe radicar, recordando lo ya dicho, en el estudio de las condiciones que hacen más eficaz su utilización, así como de los factores que median y moderan las relaciones entre cooperación y aprendizaje, aspecto este último sobre el que las publicaciones son muy escasas.

En lo que respecta a las variables afectivo-sociales, el consenso es prácticamente unánime, pese a la gran diversidad observada en el tipo de indicadores utilizados. Parece que el hecho de introducir estructuras colaborativas en el aula favorece, en general, el desarrollo de las variables de esta clase. Más específicamente, se han detectado progresos en la autoestima, el entorno de aprendizaje, la motivación, las relaciones intergrupales

y los comportamientos cooperativos. También los hay, aunque en menor grado, en un factor de gran interés para los profesores de ciencias, esto es, la actitud hacia las diferentes disciplinas.

Objetivos de la investigación

El problema básico que nos hemos planteado en nuestro trabajo es el de las relaciones entre los intercambios verbales –los procesos interactivos– que se generan en el seno de los pequeños grupos de estudiantes, durante la resolución *colaborativa* de las actividades escolares, y el aprendizaje que sus miembros experimentan colectiva e individualmente. En este artículo abordaremos sólo algunos de los resultados obtenidos dentro de una investigación más amplia sobre los procesos grupales (Rodríguez Barreiro, 1998).

En los pasos iniciales del estudio se ha adoptado el modelo de Noreen M. Webb (1982, 1984, 1989), psicóloga de la Universidad de California, la cual ha desarrollado en los últimos años un programa de investigación sobre las relaciones entre iguales y el aprendizaje de los estudiantes. El proyecto es para nosotros ejemplar, por cuanto se ha llevado a cabo con enorme rigor y de forma sistemática. A partir de un conjunto de hipótesis previas y resultados empíricos, la autora ha elaborado un modelo que recoge las posibles experiencias que un alumno puede tener en el seno de un pequeño grupo dedicado a la resolución de problemas. Webb sostiene que tales experiencias han de reflejarse con claridad en el rendimiento y los resultados escolares.

El modelo tiene tres puntos de partida, según que el estudiante muestre una dificultad sustancial, pida información específica o no formule pregunta alguna. La reacción que proporciona el grupo puede ser de distintas clases: dar una respuesta, ya sea de alto o bajo nivel de elaboración, no darla o proporcionarle una ayuda incorrecta. El estudiante también puede superar las dificultades sin ayuda de nadie o a través de una autorrespuesta. El modelo se cierra con otras tres salidas, en función del rendimiento que muestre el alumno: desde una buena comprensión (++ o +) hasta un entendimiento incompleto o nulo (-). Webb y sus colaboradores estudian las relaciones entre el nivel de elaboración de la ayuda recibida –y dada– y el nivel de logro alcanzado en la tarea.

La psicóloga norteamericana también ha analizado los factores que predicen las diferentes clases de interacción en los pequeños grupos. Hay abundante evidencia sobre la inteligencia, la composición del grupo y las complejas interacciones entre ellas. El número de trabajos que analizan la influencia de los rasgos de personalidad y el género es, sin embargo, mucho menor. Webb sugiere que se han de estudiar con más detenimiento otros dos factores: la estructura de la tarea y la de recompensa. Sus estudios más recientes se centran, por un lado, en la promoción, mediante el entrenamiento adecuado, de los comportamientos de ayuda (Webb y Farivar, 1994) y, por otro, en la influencia que sobre el aprendizaje tiene

la realización de lo que denomina *actividad constructiva*, es decir, resolver –o explicar cómo hacerlo– problemas usando conceptos implicados en las explicaciones recibidas (Webb, Troper y Fall, 1995; Webb y Palincsar, 1996).

La mayor parte de los trabajos de Webb se han realizado en condiciones de laboratorio, con estudiantes de primaria y con tareas aritméticas sencillas. Nuestro proyecto trata de replicar y, en la medida de lo posible, ampliar su modelo. Para ello, el trabajo de campo se ha llevado a cabo en contextos naturales, con alumnos de educación secundaria y con tareas complejas de desarrollo conceptual en el ámbito científico. Algunas de las *hipótesis* que, en forma de *cuestiones-guía*, han orientado esta primera etapa de la investigación son las siguientes:

- 1) ¿Cuál es la proporción del habla que, en los pequeños grupos, se focaliza en la tarea respecto al que no tiene que ver con ella? ¿Qué tipos de discurso se pueden identificar en ambos casos?
- 2) ¿Qué asociaciones se observan entre las distintas categorías del habla y el aprendizaje?
- 3) ¿Existe una correlación positiva entre el hecho de dar ayuda, ya sea de alta o baja elaboración, a otros miembros del grupo y el aprendizaje conseguido?
- 4) ¿Qué clase de correlación hay entre el acto de recibir una respuesta, adecuada o no al nivel solicitado, y el aprendizaje?
- 5) ¿De qué modo influye la composición del grupo en el número y calidad de las interacciones que tienen lugar dentro del mismo?
- 6) ¿Mejora la calidad y el número de las interacciones por el hecho de que sus miembros hayan recibido entrenamiento en las destrezas básicas del aprendizaje cooperativo?
- 7) ¿Qué incidencia tienen en el aprendizaje estas dos últimas variables, composición del grupo y entrenamiento?
- 8) ¿De qué manera influye en la interacción el nivel cognitivo de los miembros del grupo?
- 9) ¿Hay alguna clase de efecto debido al sexo en la variable «interacción»? ¿Y en el aprendizaje?
- 10) ¿Permiten las actividades propuestas que los estudiantes desarrollen sus concepciones alternativas sobre la energía y construyan, mediante el trabajo en pequeños grupos, una noción de mayor poder explicativo?

MÉTODO

Sujetos

La muestra total de este estudio consta de 122 estudiantes de 15-16 años distribuidos en 4 aulas de secundaria.

En tres de ellas, una de 2º de bachillerato unificado y polivalente, otra de 2º de formación profesional I, rama mecánica, y una tercera de 4º de educación secundaria obligatoria, el trabajo se ha desarrollado en 25 pequeños grupos; la mayoría, 22, formados por 4 alumnos y el resto por 3. Su disposición, de acuerdo con las dos variables independientes incluidas en el diseño experimental, es como sigue: 13 grupos de *composición* homogénea, de los cuales 8 han recibido *entrenamiento* en las destrezas propias del aprendizaje cooperativo; 12 heterogéneos, 5 de ellos también entrenados. Para fijar la composición de los equipos se ha tomado como base la variable «inteligencia». En la cuarta clase, empleada como grupo de control, 25 estudiantes de 2º de BUP han completado el material curricular de modo individual. Los centros de BUP y FP están enclavados en zona urbana y el de ESO pertenece al ámbito rural.

Variables y su medida

Acto seguido se presenta la definición operativa de las variables que se han contemplado en el trabajo, agrupadas de acuerdo con un criterio metodológico, es decir, según el papel que juegan en el diseño de investigación. También se describen las principales características de los instrumentos empleados en su medida.

Variables de control

- *Conocimiento previo.* Se ha determinado por medio de la realización de un pretest, elaborado con la finalidad principal de averiguar las concepciones alternativas de los alumnos de la muestra sobre la noción de *energía*. Este cuestionario consta de cuatro preguntas. En la primera, se les pide que asocien el concepto *energía* con las tres primeras palabras que se les ocurran. Se obtiene así una primera aproximación a los significados que los estudiantes atribuyen a dicha noción. Para intentar averiguar el porqué de tales asociaciones se les invita a que unan cada pareja de términos mediante una frase. La segunda cuestión trata de comprobar si los estudiantes son capaces de aplicar el principio de conservación a un proceso mecánico sencillo o si, por el contrario, prefieren emplear las concepciones procedentes de su interacción con el mundo cotidiano.

En la tercera se intenta desentrañar en qué medida los estudiantes saben que las diferentes formas de energía no valen lo mismo; o sea, si conocen la idea de *degradación* y su relación con la tan traída y llevada crisis energética. Por último, en la cuarta pregunta, se les presenta una serie de situaciones para que justifiquen si existe o no energía en cada una de ellas. Con este ítem se persiguen dos objetivos. De un lado, determinar los criterios que los estudiantes utilizan, siquiera de forma implícita, para asignar la presencia de energía en ejemplos tomados de la vida cotidiana; de otro, verificar cuáles de los esquemas conceptuales propuestos por Watts (1983) se emplean en las argumentaciones aportadas, así como si hay alguna posible relación entre la situación y el esquema empleado.

A modo de indicador de la fiabilidad se ha calculado el *porcentaje de acuerdo entre dos correctores*. El proceso seguido ha sido el siguiente: un miembro del equipo de investigación revisó exhaustivamente las respuestas a los distintos ítems; de este análisis, y de su comparación con los resultados obtenidos en otros estudios, se derivó un conjunto de categorías para cada cuestión en las que incluir las respuestas de los alumnos. Una vez que tales categorías fueron discutidas con otros dos componentes del equipo, y tras una sesión de entrenamiento en la que se examinó el 10% de la muestra, ambos colegas procedieron a corregir independientemente todos los cuestionarios. Los porcentajes correspondientes a cada pregunta son éstos: 96'1, 98'3, 97'4 y 95'1. En los casos de desacuerdo, la cuantificación definitiva se ha establecido mediante discusión y consenso entre los tres componentes citados. En cuanto al nivel de medida, se asume que la escala es de intervalo.

- *Inteligencia.* Se ha establecido mediante la *Batería de Aptitudes Diferenciales y Generales Superior* (BADYG-S), de Carlos Yuste Herranz, editada por CEPE. De las 8 pruebas que contiene se han aplicado 5. De un lado, las de habilidad mental no verbal, razonamiento lógico y aptitud numérica, con lo que se obtiene un índice de la denominada *inteligencia general no verbal*, relacionada, según el autor, con el potencial natural del sujeto. De otro, las de habilidad mental verbal y comprensión verbal, que dan lugar, de forma aproximada, a una medida de la inteligencia general verbal, reflejo, a su vez, de la inteligencia educativa o cristalizada.

Los datos técnicos de esta prueba –fiabilidad y validez–, así como el hecho de que haya sido elaborada y baremada recientemente en nuestro país, la hacen muy aconsejable en estudios de esta índole. En cuanto a su fiabilidad, la correlación test-retest oscila entre 0,51 y 0,85 según la prueba; la consistencia interna varía de 0,72 a 0,966. Respecto a la validez, las correlaciones con otros tests ya aceptados –DAT, D48, THE– y con las calificaciones escolares son, en casi todos los casos, significativas. Ambos cálculos se han realizado, precisamente, con alumnos de 2º de BUP.

- *Nivel de desarrollo cognitivo.* Se ha obtenido por medio de la aplicación de una de las *Tareas razonadas en ciencias*. Estas pruebas, 7 en total, han sido elaboradas dentro del programa CSM –Concepts in Secondary Mathematics and Science (Shayer y Adey, 1984)–, e intentan traducir el método clínico de Piaget a un instrumento de utilización colectiva. La prueba que se ha aplicado en este trabajo es la número 3: el *péndulo*. Se usa para calcular la capacidad del alumno en el control de variables y para deducir los efectos del peso, la longitud y la amplitud en el período de oscilación, a partir de una serie de demostraciones pertinentes. Se trata de una tarea que permite evaluar la capacidad de los alumnos desde el subestadio de las operaciones concretas hasta el avanzado de las operaciones formales. Los autores de la prueba aportan datos satisfactorios sobre su fiabilidad (0,83 como consistencia interna y 0,79 mediante test-retest) y validez (la correlación entre sus resultados y los de las entrevistas clínicas es de 0,71).

Variables independientes

- *Composición del grupo.* Se han formado dos clases de grupos: homogéneos y heterogéneos, según los resultados obtenidos por sus miembros en la batería de aptitudes antes descrita (BADYG-S). Para su constitución, los estudiantes de cada grupo-clase se ordenaron de acuerdo con dicho factor. A continuación, se establecieron tres subgrupos: el cuarto superior, el cuarto inferior y la mitad intermedia. Los grupos heterogéneos se constituyeron, de modo aleatorio, con un alumno del primer subgrupo, otro del segundo y dos del tercero. Los homogéneos, por su parte, se formaron extrayendo, también al azar, tres o cuatro estudiantes de cada uno de los subgrupos (en porcentaje superior, claro está, del tercero).
- *Entrenamiento en las estrategias propias del aprendizaje cooperativo.* La mitad de los pequeños grupos, seleccionada por sorteo, ha recibido dos sesiones de entrenamiento, de una hora de duración cada una, en las estrategias que diferentes autores consideran más apropiadas para que el aprendizaje cooperativo se desarrolle positivamente. A tal fin se elaboró un material de trabajo que incluye: *a)* un resumen explicativo de seis reglas básicas para trabajar en equipo, en las que se abordan los siguientes aspectos: participación, coordinación, peticiones y aportaciones de ayuda, integración de las diversas habilidades de los miembros del grupo, uso del cuaderno; *b)* una hoja de autoevaluación, a fin de que los propios alumnos estimen en qué medida van incorporando tales reglas a su trabajo colaborativo; y *c)* una serie de

tareas –tomadas de la investigación en didáctica y que abordan cuestiones todavía no estudiadas por los alumnos– en torno a las cuales se llevaron a cabo, mediante simulación, las sesiones de entrenamiento.

Las sesiones comenzaron en las tres clases por la lectura, explicación y debate de las reglas. Una vez despejadas las dudas, uno de los grupos, situado a la vista de los demás, procede a resolver la tarea correspondiente, a la vez que procura aplicar las estrategias anteriormente revisadas. El resto de los estudiantes desempeña mientras tanto el papel de observador y, una vez concluida la tarea, rellena la hoja de evaluación. Sobre esta base, el trabajo finaliza con una puesta en común en la que se analiza cómo se ha desarrollado el trabajo cooperativo y qué aspectos se pueden mejorar. El proceso continúa con otro pequeño grupo hasta que todos ellos hayan resuelto, al menos, una de las tareas previstas. Las sesiones se filmaron en vídeo para su análisis posterior (y también para que los estudiantes se fueran acostumbrando a la presencia de los medios técnicos).

Variables dependientes

- *Interacción dentro de los pequeños grupos.* Para analizar los intercambios verbales generados en el seno de los pequeños grupos, se ha reelaborado, tras la repetida lectura de las transcripciones, el *sistema jerárquico de categorías* que se resume en la tabla I. Como puede verse, la primera división se refiere a la habitual distinción entre el habla relacionada con la tarea y aquél que

Tabla I
Sistema de categorías para el análisis del habla¹.

Relacionadas con la tarea			No relacionadas con la tarea	
De carácter cognitivo		De carácter organizativo		
Emisiones →	Recepciones →	Práctica posterior		
<ul style="list-style-type: none"> • Cometer errores (CE) • Pedir ayuda (PAy) • Dar ayuda de tipo parcial (DP) • Dar ayuda de tipo generalizado (DG) 	<ul style="list-style-type: none"> • Recibir ayuda de baja elaboración: <ul style="list-style-type: none"> a) con (RBPP) b) sin petición previa (RBSPP) • Recibir ayuda de alta elaboración: <ul style="list-style-type: none"> a) con (RAPP) b) sin petición previa (RASPP) • Contestarse a sí mismo (SMPP) • No recibir ayuda (NRPP) 	<ul style="list-style-type: none"> • Formular argumentos de tipo parcial (FPDR) • Formular argumentos de tipo generalizado (FGDR) • Expresar aprobación (EADR) • No poner en práctica la ayuda recibida (NPDR) 	Integradoras: <ul style="list-style-type: none"> • Invitar a participar (IP) • Buscar aprobación (BA) • Pedir orientaciones (PO) • Expresar aprobación (EA) Directivas: <ul style="list-style-type: none"> • Dar instrucciones (DI) • Buscar conclusiones (BC) 	<ul style="list-style-type: none"> • Conciliadora (C) • Disruptiva (D)

no se corresponde con ella. El primer discurso se diferencia, después, en otras dos subcategorías: cognitivo, o centrado en la solución de las actividades propuestas, e interpersonal u organizativo, más preocupado por la organización del trabajo y la dinámica del grupo que por las cuestiones de fondo. En el habla no relacionada con la tarea se han identificado dos subtipos, según que su expresión contribuya a crear un buen clima dentro del grupo –conciliadora– o a obstaculizar la comunicación –disruptiva–.

En el dominio que se ha analizado con mayor detalle, el cognitivo, se han reconocido 14 subcategorías, las cuales se han agrupado en 3 bloques con el fin de reflejar, en la senda marcada por el modelo de Webb (1989), las secuencias de interacción en las que un estudiante puede verse implicado durante la discusión. De este modo, cabe distinguir entre las verbalizaciones que con frecuencia constituyen el punto de arranque de la colaboración –petición de ayuda, comisión de errores y aporte de ayuda–, las recepciones de apoyo y, por fin, la puesta en práctica –o no– de la ayuda recibida. En cuanto al habla de carácter organizativo, se han apreciado 6 subcategorías, agrupadas esta vez en dos bloques, de acuerdo con la función que desempeñan en la dinámica del grupo: integradora o directiva.

El procedimiento de codificación requiere cierta práctica previa. Como lo que determina la codificación de un episodio es, en general, su contenido y no el número de verbalizaciones implicadas, los diferentes sucesos que componen una discusión varían en longitud. A continuación se incluye, a modo de ejemplo, un fragmento de la resolución colaborativa de una de las actividades por parte del grupo número 10 (Cuadro I).

El índice de fiabilidad que se ha calculado en esta ocasión es la *kappa* de Cohen (Carrera y Fernández Dols, 1992). El procedimiento seguido es similar al ya citado en el pretest. Primero, los dos jueces se entrenaron mediante la codificación del 10% de las transcripciones de los registros en audio de los debates grupales. Después, cada uno de ellos codificó por separado el total de la muestra. Entonces se procedió a la evaluación del índice *kappa*, obteniéndose un valor –más que satisfactorio– de 0,938. Por último, se discutieron los desacuerdos con el tercer miembro del equipo al objeto de establecer las codificaciones definitivas.

A la hora de recoger los datos de la interacción se han utilizado dos técnicas diferentes. De una parte, se grabaron, gracias a minicassetes situados en el centro de las mesas, las discusiones de todos los pequeños grupos. Esta estrategia de muestreo, *ad libitum*, nos ha permitido registrar toda el habla generada; así se han obtenido, y sólo para la parte de la unidad didáctica destinada a lograr una aproximación cualitativa al concepto de *energía*, un total de 119 horas de grabación.

Por otro lado, también se grabaron en vídeo algunas de las discusiones, para lo que se siguió una estrategia de muestreo mixta *focal-scan* (Gil Burmann y Peláez, 1992). En cada clase se empezaba a grabar, por sorteo, a uno de

los grupos. Cuando la discusión terminaba, se registraba la puesta en común desde una perspectiva lo más amplia posible de la clase. Finalizada ésta, se procedía a grabar al siguiente grupo, elegido de modo aleatorio, y así sucesivamente. Este proceso se repitió un número de veces tal que cada uno de los pequeños grupos ha sido filmado, al menos, durante la resolución de dos actividades. Las cintas de vídeo proporcionan, en consecuencia, un registro continuo de los fragmentos de la dinámica del aula seleccionada.

Tanto las cintas de audio como las de vídeo se transcribieron sobre papel, con la intención de facilitar la posterior codificación de los segmentos de habla. Esto no impide que los vídeos puedan ser revisados más adelante para apreciar otras formas de mediación no verbal.

- El *aprendizaje* de las nociones básicas relacionadas con la energía se ha determinado de dos formas. Primero, en el plano individual, mediante la realización de un postest al término de la unidad didáctica. Después, en el plano grupal, a través de la revisión de las transcripciones en las que se han vertido las discusiones de los miembros de los distintos equipos.

De las cinco preguntas del postest sólo se han revisado las cuatro que permiten la comparación con el cuestionario inicial. En la primera, que es paralela a la cuarta del pretest, se pretende averiguar si las concepciones alternativas –los esquemas de Watts (1983) y de Trumper (1990, 1991, 1993)– de los estudiantes han evolucionado en el sentido buscado en la unidad. Las seis situaciones de esta cuestión tienen su correlato en otras tantas figuras de la mencionada pregunta del cuestionario inicial. El segundo ítem trata de comprobar si los alumnos han adoptado el «lenguaje energético» propio del contenido estudiado, sobre todo, el relativo a las transformaciones de la energía. La tercera pregunta, denominada *cambio imposible*, es una ampliación de la utilizada dentro del proyecto CLIS. Su objetivo principal radica en comprobar si los estudiantes son capaces de aplicar el principio de conservación de la energía junto con la idea de degradación. Nuestra versión incluye la realización de dos diagramas de flechas y el cálculo del rendimiento en los procesos implicados. Por último, la cuarta cuestión vuelve a plantear, como se hizo en el pretest, el problema de la «crisis energética» y su relación con la conservación y degradación de la energía.

Como índice de fiabilidad se ha determinado, al igual que en el cuestionario previo, el porcentaje de acuerdo entre dos correctores. A través de un proceso idéntico al ya citado se han obtenido los siguientes resultados: 97'6, 93'2, 98'1 y 96'5, respectivamente. Hay que destacar que en ambos casos –pretest y postest– los niveles de fiabilidad presentan valores bastante altos.

Respecto al nivel de medida, se asume que los datos del postest y los provenientes del sistema de categorías (Tabla I) corresponden a una escala de intervalo, condición necesaria para el uso de la estadística paramétrica (Bisquerra, 1989, pp. 122-123; Arnau, 1990, pp. 20-21; Lehman, 1991, pp. 53-55 y 290-292).

Cuadro I
Ejemplo de codificación de un fragmento de habla.

G10A7

...

05 V: ¿De qué característica del concepto de *energía* se trata?

06 I: Que la energía es producida, es producto.

07 V: ¿De qué característica? Que es producto.

08 I: No, la energía es producida... la gimnasta produce energía, al alimentarse produce energía, el agua del embalse produce energía...

09 S: ¿El movimiento produce energía?

10 I: ...al calentar el vaso produce energía...

11 S: ¿El movimiento produce energía? ¡Eh!

12 I: Yo creo que no es el movimiento.

13 V: Pues que los procesos y las transformaciones producen energía, a su vez también.

14 S: Al revés de lo que hemos dicho aquí [Se refiere a la actividad anterior.] que la energía es la causa de los procesos y las transformaciones. Pues ahora que los procesos y las transformaciones producen, a su vez, también energía... Pienso yo, ¿no?

[Pausa]

15 S: ¡Bueno, decidme qué pensáis vosotros! Yo eso lo veo bien [...] ¿Tú qué piensas, J.?

16 J: Yo estoy de acuerdo con eso.

...

El fragmento se inicia con una petición de ayuda de V, a la que I responde con un argumento todavía de carácter parcial. V, de momento, asiente. I sigue (en 08 y 10) dentro de una línea de razonamiento limitada, mientras que S, casi simultáneamente, solicita ayuda en (09 y 11). Tras una respuesta negativa de I, V acierta a formular (en 13) la característica de la energía que veníamos buscando. Después, S es capaz de relacionar esta propiedad con la vista en la actividad precedente. Por último, ella misma invita a participar a sus colegas, en especial a J, el cual muestra su aprobación. La hoja de codificación correspondiente a estas intervenciones podría ser así:

Verbalización nº	S	V	I	J
05		PAy		
06	RBSPP	RBPP	DP	RBSPP
07		EAPP		
08	RBSPP	RBPP	DP	RBSPP
09	PAy			
10				
11				
12	RBPP	RBSPP	DP	RBSPP
13	RAPP	DG	RASPP	RASPP
14	FGDR	RASPP	RASPP	RASPP
15	IP			
16				EA

Procedimiento

Material curricular

Las actividades que los estudiantes han tenido que resolver en grupo proceden de la revisión de una unidad

didáctica (UD) ya publicada (Rodríguez Barreiro, 1993). De las tres partes que ésta contiene, aquí sólo se ha empleado la primera, titulada *Aproximación cualitativa al concepto de energía*. En las 6 tareas iniciales se pretende que los estudiantes tomen conciencia de sus propias concepciones sobre la energía, fundamental-

mente, de las que suelen caracterizarse como «causa», «producto» y «actividad» (Watts, 1989; Trumper, 1990, 1991). El objetivo primordial radica en que se den cuenta de que se trata de visiones parciales, antes que erróneas, del concepto científico. Esto permite que acto seguido, y con la ayuda adecuada, puedan completar una primera generalización hasta llegar a la idea de *energía como causa y producto* de ciertos procesos, en los que, además, tiene lugar su transformación. Hecho esto se procura, en las ocho actividades siguientes, que los estudiantes alcancen –2a. generalización– una noción cualitativa y potente de la energía, al caracterizar paso a paso el resto de sus principales propiedades: conversión, conservación y degradación.

Desarrollo de la investigación

Los cuatro grupos-clase realizaron las actividades durante el segundo trimestre del curso académico, de forma casi simultánea y como un bloque de contenido más de los incluidos en sus respectivas programaciones. El material requirió dos semanas –8 sesiones de una hora– para ser cubierto. El día anterior se aprovechó para que todos los estudiantes completaran el cuestionario inicial; una semana después de terminar las tareas respondieron al postest.

En la semana precedente al desarrollo de las actividades, la mitad de los grupos –en realidad, 13– recibió, en las horas de tutoría, un par de sesiones de entrenamiento en algunas de las destrezas básicas para el trabajo en equipo. Ambos ensayos fueron dirigidos por el primer firmante de este artículo, en presencia del profesor correspondiente. Con anterioridad se había empleado otra reunión de tutoría para que los sujetos de la muestra

cumplimentaran la batería de aptitudes, a cargo de los orientadores de cada uno de los tres institutos. En la clase de física, los propios profesores pasaron la prueba de nivel cognitivo. Ya cerca del final del curso, los estudiantes completaron un cuestionario destinado al análisis de sus percepciones sobre el trabajo en grupo.

Los tres profesores que aplicaron el material curricular poseen la formación y la experiencia imprescindibles para organizar sus clases por medio de dinámicas cooperativas, lo que garantiza, en nuestra opinión, el normal desenvolvimiento de esta parte de la investigación. Con el fin de asegurar cierta homogeneidad en el desarrollo de las sesiones, se llevaron a cabo, no obstante, diversas reuniones previas en las que se estudiaron detalladamente las tareas propuestas, en especial, los objetivos de cada actividad, las posibles respuestas de los alumnos, nuevos ejemplos y analogías, etc. También se comentaron las normas básicas que se iban a trabajar en las sesiones de entrenamiento.

RESULTADOS

Distribución del discurso en las distintas categorías identificadas

El cuadro II muestra el reparto del habla según las distintas categorías a las que se ha hecho referencia anteriormente –cuestión 1–. Veamos algunas de las notas que se desprenden de su observación. El hecho más relevante reside en que la mayor parte del discurso se ha dirigido al intercambio de información de carácter cognitivo, el 50,8 % del total; dentro de éste, las aportaciones de ayuda superan a las peticiones –la relación entre ambas es de 1,6–. En segundo lugar, figura el habla orientada al desarrollo de la dinámica grupal, con un peso del 32,6%; aquí las interacciones integradoras superan las directivas –la razón ahora es de 1,8–. Por último, conviene destacar que el porcentaje de discurso no relacionado con la tarea es bastante bajo: se queda en el 16,7.

Parece, pues, que los estudiantes no sólo se han centrado en la resolución de las actividades propuestas, sino que la mayor parte de sus intercambios verbales han girado en torno a las cuestiones de fondo –la lógica interna de la secuencia de actividades–, por encima incluso de los destinados a configurar o estructurar el propio grupo.

Las relaciones entre las distintas clases de interacción y el aprendizaje

Antes de entrar de lleno en el estudio de las relaciones del habla cognitiva con el aprendizaje, tal vez convenga detenerse un poco en el análisis de las relaciones que presentan las categorías más molares en que se ha dividido el discurso de los grupos. La tabla II resume las correlaciones parciales –con pretest como variable de control– entre esas categorías y las puntuaciones del postest –cuestión 2–.

Cuadro II
Distribución en tanto por ciento del habla en las categorías molares (totales, en negrita; relativos, entre paréntesis).

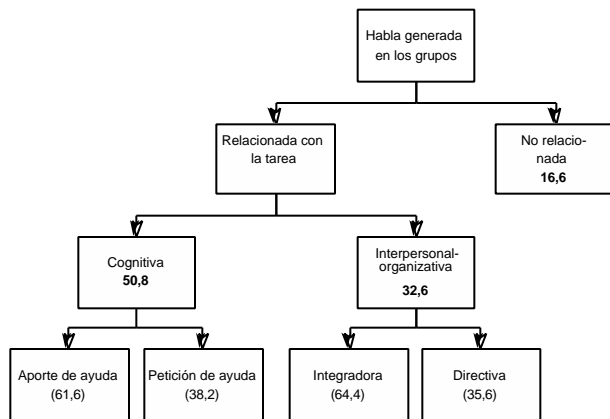


Tabla II
Correlaciones parciales entre tipos de habla y posttest.

Nivel educativo	Habla			
	Cognitiva	Organizativa	No relacionada con la tarea	
	Aporte de ayuda	Integradora	Directiva	
BUP	0,2771*	0,2407	0,2693	0,2300
FP y ESO	0,3638**	0,3101*	0,1977	-0,0783

*p < 0,05 **p < 0,01

Tabla III
Descriptivos de las variables de interacción.

Categorías	Todos (N = 97)		BUP (N = 40)		FP y ESO (N = 57)	
	M	S	M	S	M	S
Dar ayuda de tipo generalizado	0,69	0,74	1,10	0,87	0,40	0,46
Dar ayuda de tipo parcial	5,16	2,99	7,02	2,91	3,85	2,30
Recibir alta sin petición previa	1,87	1,59	2,27	1,41	0,77	0,70
Recibir baja sin petición previa	14,34	6,69	14,74	4,18	7,96	3,56
Pedir ayuda:	3,65	2,05	4,86	2,13	2,80	1,50
Recibir alta previa petición	0,49	0,61	0,84	0,73	0,23	0,29
Recibir baja previa petición	3,59	2,62	5,15	2,79	2,48	1,69
Contestarse a sí mismo	0,40	0,37	0,43	0,43	0,37	0,31
No recibir ayuda	0,79	0,62	0,90	0,70	0,77	0,60
Practicar la ayuda:						
Formular arg. tipo parcial	0,09	0,17	0,14	0,23	0,05	0,10
Formular arg. generalizados	0,72	0,68	1,08	0,79	0,47	0,41
Expresar aprobación	0,58	0,53	0,88	0,65	0,37	0,25
No practicar la ayuda	1,03	0,79	1,36	0,85	0,79	0,62

Como era de esperar, son las interacciones relacionadas con la tarea, y en especial las de tipo cognitivo, las que presentan una asociación positiva y significativa con el aprendizaje. Por el contrario, las verbalizaciones aleja-

das de la actividad correlacionan de modo no significativo e incluso, en las aulas de FP y ESO, negativo. La relevancia estadística, también en FP y ESO, de la asociación relativa al habla de carácter integrador es una

llamada de atención sobre el alcance que un buen clima de trabajo podría tener en los grupos formados por alumnos de bajo rendimiento.

Relación entre dar ayuda y aprendizaje

Con el fin de responder a las *cuestiones 3 y 4*, se han calculado las correlaciones parciales entre las frecuencias de las distintas categorías de interacción y el rendimiento en el postest, tomando el pretest como variable de control². En la tabla III se recogen las medias y desviaciones típicas para cada una de las verbalizaciones que se han tenido en cuenta en posteriores análisis, tanto para el conjunto de la muestra como para los dos subgrupos que se considerarán más adelante: BUP, de una parte, y FP y ESO, de otra. Las frecuencias absolutas de interacción se han transformado en sus correspondientes promedios por sesión de trabajo, con el fin de poder comparar los resultados obtenidos por los estudiantes de los diferentes niveles educativos, sin renunciar a incluir en el estudio el máximo número de sujetos posible.

Como puede apreciarse en la tabla IV, el hecho de dar explicaciones está positiva y significativamente asociado con el aprendizaje –*cuestión 3*–, lo cual es consistente con las investigaciones previas. Destaca también que la aportación de ayuda menos elaborada correlaciona del mismo modo con las puntuaciones del postest. Este resultado contradice las conclusiones de las primeras investigaciones de Webb, en las que salvo en unos pocos casos no se obtenían correlaciones significativas. Sigue la senda, sin embargo, de los hallazgos de los últimos trabajos de la psicóloga californiana y, sobre todo, viene a apoyar los argumentos de Cohen (1994) en favor de una relación positiva entre medidas simples de la frecuencia de interacción y las ganancias en el aprendizaje de conceptos (Cohen y Lotan, 1997). Detengámonos un momento en esta discrepancia.

Tabla IV
Coeficientes de correlación parcial entre dar ayuda y rendimiento en postest.

Categorías	V. control: pretest		
	Todos	BUP	FP y ESO
Dar ayuda de tipo generalizado (DG)	0,4170**	0,1857	0,4459**
Dar ayuda de tipo parcial (DP)	0,4577**	0,2789*	0,3144*

*p < 0,05 **p < 0,001

La disparidad en los resultados obtenidos por Webb puede deberse, con bastante probabilidad, a la diferencia en los criterios de codificación empleados en los distin-

tos estudios. En los más recientes se asigna la categoría DP a los estudiantes sólo cuando dan claras muestras de haber resuelto el problema por sí mismos o de estar co-construyendo la solución completa con otros estudiantes. En los de la primera hornada, sin embargo, la codificación se producía aunque no hubieran participado completamente en la resolución.

En nuestro trabajo se ha adoptado un tercer criterio algo diferente, debido en parte a las características del tipo de tarea –y este sería el punto clave– en la que los alumnos se ven implicados. Lejos de la resolución de problemas aritméticos sencillos, propios de la mayor parte de las investigaciones citadas, en esta ocasión lo que se les pide es de índole más compleja y abstracta: desarrollar sus concepciones alternativas sobre un concepto físico hacia la elaboración de una idea más potente y próxima a la aceptada por la comunidad científica. La mayoría de las expresiones que hemos codificado como DP pueden considerarse pasos parciales, pero no incorrectos, en dirección a esa meta –por ejemplo, cuando los estudiantes, al resolver la tercera actividad, emplean en sus argumentos la noción de *energía como causa*, sin incluir a la vez la idea de *energía como producto*³–. No se trata, pues, de simples respuestas del tipo sí o no; al contrario, su formulación supone un esfuerzo por clarificar y reorganizar el material de un modo nuevo, que lo haga comprensible para sí mismos y para sus compañeros. De ahí, quizá, su relación positiva y significativa con el aprendizaje.

Lo sucedido se puede interpretar, por tanto, teniendo en cuenta que los estudiantes han debido enfrentarse aquí con *verdaderas tareas de grupo*, en el sentido al que alude Cohen (1994); esto es, las que exigen el intercambio de ideas, hipótesis, estrategias y especulaciones por parte de los componentes de cada equipo, de manera que un alumno en solitario difícilmente podría alcanzar una respuesta completa. En estas condiciones, el intercambio de explicaciones, ya sean de carácter parcial o generalizado, parece jugar un papel clave en la elaboración conjunta del conocimiento y en su posterior apropiación individual.

Relación entre recibir ayuda y aprendizaje

Por lo que a la *cuestión 4* se refiere, hemos encontrado una asociación positiva y significativa entre recibir ayuda de alta elaboración –de tipo generalizado– y cambio cognitivo (Tabla V), que es relativamente coherente con los estudios previos, en los que se habían detectado efectos mixtos (en un 25% de ellos se hallaron las mismas relaciones). El resultado obtenido para la recepción de ayuda de bajo nivel –de tipo parcial– contradice, por el contrario, las conclusiones de los estudios de laboratorio (en un 59% de los cuales la asociación no era significativa; en un 33% era negativa). Hay, no obstante, una excepción destacable por tratarse de una publicación muy reciente (Webb, Troper y Fall, 1995), que refleja un trabajo realizado también –y por primera vez– en contextos naturales, y en el que se ha obtenido una

relación global positiva entre el nivel de la ayuda recibida y el rendimiento en el postest en una de las dos unidades con que trabajaron los estudiantes. Hay relación, por tanto, aunque ésta no sea consistente. Es probable que nuestros resultados se deban, una vez más, a que los enunciados incluidos en esta categoría son, en gran parte, de una exigencia cognitiva muy superior a las simples respuestas específicas consideradas por Webb y sus colaboradores en la mayoría de sus trabajos. Dilucidar esta cuestión requerirá, sin duda, desglosar las dos grandes categorías –RASPP y RBSPP– en otras más específicas en función del contenido científico que traten de reflejar.

Tabla V
Correlaciones entre recibir ayuda –sin y con petición previa– y aprendizaje.

Categorías	V. control: pretest
RASPP	0,2219*
RBSPP	0,3620***
PAyuda	0,2362*
RAPP	0,2703**
RBPP	0,2896**
SMPP	0,0582
NRPP	-0,0250

*p < 0,05 **p < 0,01 ***p < 0,001

La diferencia entre los valores de los coeficientes de correlación que se obtienen según que la ayuda haya sido recibida sin o con petición previa es muy pequeña. Si bien RAPP está más asociado con el aprendizaje en el último caso, RBSPP da lugar a una cifra mayor en el primero. Lo que parece deducirse de este hecho es que las discusiones en los pequeños grupos unas veces siguen la secuencia pregunta-respuesta, mientras que otras, de frecuencia quizá similar, proceden de forma más tumultuosa, con sus componentes aportando las ideas que consideran oportunas sin esperar a que nadie se las solicite. Sin ir más lejos, ésta era la primera regla que se enseñó en las sesiones de entrenamiento. La petición de aclaraciones se incluía en la tercera norma. No ha de extrañarnos, pues, que la recepción de ambos tipos de ayuda, demandada o no, tenga una relación equivalente con el logro de los estudiantes.

Otros dos resultados de interés que pueden observarse en la tabla anterior son los siguientes. Por un lado, que el hecho de contestarse a sí mismo no supone una mejora en la comprensión de los conceptos (aunque esta conclusión debe tomarse con cuidado, ya que la frecuencia de esta subcategoría es muy baja). El otro hallazgo, crucial para la validación del modelo teórico, radica en que los

alumnos que no obtienen la ayuda requerida tampoco logran el cambio cognitivo deseado: la correlación obtenida no es, en efecto, significativa, algo plenamente coherente con las previsiones derivadas de aquél.

Relación entre aplicar la ayuda recibida y el aprendizaje

En sus últimos artículos, Webb ha insistido en que la falta de relación que a veces se encuentra entre ayuda recibida y logro puede deberse a que los estudiantes no apliquen dicha información una vez que les ha sido proporcionada. Para poner a prueba esta hipótesis hemos contabilizado todas las secuencias del tipo: *petición de ayuda* ⇒ *recepción* ⇒ *práctica adecuada*.

Como índice de la práctica se ha tomado el acto de verbalizar –bien mediante una expresión de alto nivel (FGDR⁴), bajo nivel (FPDR) u organizativa (EADR)–, o no (NPDR), la ayuda recibida. La tabla VI muestra los resultados obtenidos. Las correlaciones con las puntuaciones del postest son plenamente coherentes con las predicciones del modelo: tanto FPDR como EADR, y en menor medida DGDR⁵, correlacionan positiva y significativamente con el rendimiento en el postest. Como era de esperar, y aquí nos hallamos ante otro resultado esencial para el modelo, la ausencia de práctica (NPDR) no presenta una correlación reseñable.

Estos datos abundan en la hipótesis formulada por Vedder (1985), según la cual para que las explicaciones recibidas sean eficaces hay que dar a los estudiantes la oportunidad de que las usen en la resolución, por sí mismos, de las actividades que se llevan entre manos. Por otra parte, Webb (1989) ha encontrado correlaciones negativas entre la ausencia de respuesta a una cuestión y las puntuaciones del postest. La correlación positiva, aunque baja, que se muestra en la tabla VI, para la categoría NPDR, puede revelar la posibilidad de que algunos alumnos se beneficien –dado el tipo de tarea, que implica sobre todo el desarrollo conceptual– de las aportaciones de sus compañeros sin el requerimiento de la práctica: la reestructuración cognitiva se produciría así sin la correspondiente verbalización explícita.

Tabla VI
Correlación entre verbalizaciones posteriores a la recepción de ayuda y logro.

Categorías	V. control: pretest
FGDR	0,2099*
FPDR	0,3394***
EADR	0,2458**
NPDR	0,1435

*p < 0,05 **p < 0,01 ***p < 0,001

¿Qué sucede cuando se toma el grupo como unidad de análisis?

A continuación vamos a repetir algunos de los cálculos anteriores, pero ahora con el grupo como unidad de análisis en lugar de los sujetos individuales. La meta que se persigue con este cambio es doble: de un lado, mantener el control sobre el contexto grupal que vertebraba todo el estudio, esto es, los estudiantes trabajando juntos y en colaboración para resolver una serie de actividades; de otro, comprobar si las relaciones halladas en el plano individual se sostienen a nivel de grupo. La tabla VII resume las nuevas medias y desviaciones típicas de las variables de interacción, determinadas después de calcular, en cada caso, los valores medios para los 25 pequeños grupos que componen la muestra.

Tabla VII
Estadísticas grupales de las categorías de interacción verbal.

Categorías de interacción	Media	Desviación típica
RASPP	1,36	1,06
RBSPP	10,62	4,76
DG	0,68	0,50
DP	5,12	2,28
PAyuda	3,62	1,48
RAPP	0,47	0,42
RBPP	3,54	1,94
SMPP	0,39	0,17
NRPP	0,90	0,43
Práctica:		
FGDR	0,08	0,13
FPDR	0,71	0,44
EADR	0,57	0,37
NPDR	1,02	0,46

El principal matiz que estos datos añaden respecto al nivel individual radica en que las desviaciones típicas son más pequeñas, lo cual significa que las diferencias interindividuales dentro de los grupos son inferiores a las que se dan en el total de la muestra. Aun así, las diferencias entre los grupos ponen de manifiesto que no todos ellos se han podido beneficiar del mismo modo de los comportamientos de dar y recibir ayuda.

Por otra parte, en la tabla VIII se muestran los valores de los coeficientes parciales de correlación, con el pretest como variable de control, entre dichas categorías de interacción y el aprendizaje⁶. Los resultados son también similares a los que ya se han comentado en el análisis individual. Si acaso, tal vez convenga recalcar que sus grados de significación son todavía mayores.

Tabla VIII
Coeficientes de correlación parcial interacción-aprendizaje para los grupos (N = 25).

Categorías de interacción	Correlación
RASPP	0,4948**
RBSPP	0,5207**
DG	0,6206***
DP	0,6071***
PAyuda	0,3910*
RAPP	0,5396**
RBPP	0,5413**
SMPP	0,0274
NRPP	-0,0572
Práctica:	
FGDR	0,2699
FPDR	0,5772**
EADR	0,4959**
NPDR	0,3097

*p < 0,05 **p < 0,01 ***p < 0,001

Como puede observarse, *los patrones de relación se mantienen*: a) dar ayuda y recibir ayuda correlacionan positiva y significativamente con el logro; b) también lo hacen las recepciones de apoyo, previa petición; c) contestarse a sí mismo y no recibir ayuda una vez solicitada no presenta relación con el aprendizaje; d) por fin, el hecho de no practicar la ayuda recibida lo está de forma moderada. Es probable que algunos estudiantes la aprovechen a pesar de no demostrarlo explícitamente. Queda pendiente, pues, un análisis individualizado de los estudiantes cuyo comportamiento se incluya en esta clase de experiencias.

Influencia de las condiciones instruccionales (entrenamiento y composición) en la interacción verbal

Para responder a las *cuestiones 5 y 6* se ha llevado a cabo un diseño experimental factorial 2 x 2, resuelto con una serie de análisis de covarianza de dos factores o variables independientes, entrenamiento y composición, con las distintas categorías de interacción como variables dependientes –RASPP, RBSPP, DG, DP, CE y PAy, RAPP, RBPP–. Las puntuaciones del pretest se han tomado, de nuevo, como variable de control. Este procedimiento tiene, entre otras, las siguientes ventajas. De entrada, permite la inferencia causal. Después, hace posible el estudio de dos tipos de influencias sobre la variable dependiente: primero, la de cada factor por separado; segundo, la de la interacción entre ambos. Por último, facilita el control del conocido efecto del rendimiento previo sobre la frecuencia de verbalizaciones.

Tabla IX
Análisis de covarianza de dos factores, entrenamiento y composición, con pretest como v. de control.
VD: subcategorías del habla*

Sub-categorías	Muestra en su conjunto (N = 97)				BUP (N = 40)				FP y ESO (N=57)			
	Composición		Entrenamiento		Composición		Entrenamiento		Composición		Entrenamiento	
	F	Medias	F	Medias	F	Medias	F	Medias	F	Medias	F	Medias
RASPP	0,139		0,021		0,756		0,170		0,841		3,625*	Sí 0,80 No 0,69
RBSPP	1,796		0,125		Interacción: 5.801*				3,584*	He 8,67 Ho 6,96	0,323	
			categorias		He	No	Sí					
					Ho	16,43	13,35					
					Ho	12,34	15,88					
DG	1,371		0,433		2,566		0,207		0,000		2,836	
DP	Interacción: 3.804*				Interacción: 3,552 ⁽¹⁾				0,297		1,087	
			No	Sí		No	Sí					
			He	5,54	4,67	He	7,48	5,53				
			Ho	3,95	5,86	Ho	6,11	8,39				
CE	0,839		3,575*	Sí 1,11 No 1,41	0,842		0,139		0,200		7,439*	Sí 0,88 No 1,50
PAY	0,107		0,598		0,064		2,366		Interacción: 5.252*			
										No	Sí	
										He	1,82	1,45
										Ho	0,95	1,71
RAPP	1,254		0,024		4,252*	He 0,63 Ho 1,07	0,223		1,159		0,045	
RBPP	Interacción: 6.099*				Interacción: 6.335*				Interacción: 3.836*			
			No	Sí		No	Sí			No	Sí	
			He	4,13	2,89	He	5,40	3,59		He	3,12	2,17
			Ho	2,51	4,16	He	3,96	6,80		Ho	1,55	2,45

* Cuando se da un efecto principal significativo ($p < 0,05$) se incluyen las medias de los dos casos posibles: entrenados (Sí) o no (No) y homogéneos (Ho) o heterogéneos (He), respectivamente. Si se da un efecto de interacción significativo, se ofrecen las medias de las cuatro opciones disponibles: homogéneo-entrenado (Ho-Sí); homogéneo-no entrenado (Ho-No); heterogéneo-entrenado (He-Sí); heterogéneo-no entrenado (He-No).

⁽¹⁾ $p = 0,07$

Los análisis se han realizado tanto para la muestra en su conjunto como para los subgrupos formados, de un lado, por los alumnos de BUP y, de otro, por los de FP y ESO.

De la revisión de los valores de *F* y de su nivel de significación (Tabla IX), se desprende que hay un número de efectos⁷ mayor en esos dos subgrupos. El reparto de efectos principales y de interacción en los tres casos es el siguiente: conjunto de la muestra, uno principal y dos de interacción; BUP, uno y dos; FP y ESO, tres y dos, respectivamente. Veamos primero el contenido de los efectos principales de la composición y el entrenamiento y, a continuación, los efectos de la interacción entre ambas.

Respecto a la *composición* cabe decir: *a)* que los estudiantes de BUP reciben más ayuda de alta elaboración, una vez solicitada, en grupos homogéneos; y *b)* que los de FP y ESO, por el contrario, reciben con mayor frecuencia ayuda de carácter descriptivo en grupos heterogéneos.

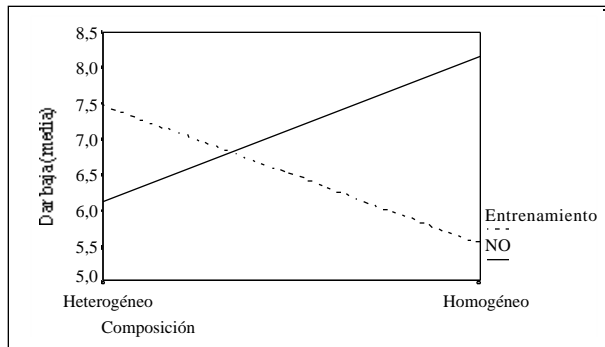
En relación con el *entrenamiento* puede concluirse: *a)* que los alumnos, tomados globalmente, cometen más errores cuando no han recibido entrenamiento, patrón que se repite en el caso de los de FP y ESO; *b)* que estos últimos tienden a recibir, y en menor grado dar, más explicaciones en los grupos que practicaron previamente las destrezas básicas de la cooperación. La falta de fruto directo que el entrenamiento parece tener en los estudiantes de BUP se intentará explicar en el próximo epígrafe.

La *interacción* entre composición y entrenamiento es significativa en siete casos. En el *conjunto de la muestra* se constatan los dos primeros. Los alumnos de grupos homogéneos: dan (1) y reciben (2) más explicaciones de carácter parcial cuando han pasado por las sesiones de entrenamiento, aunque las diferencias respecto de los grupos heterogéneos, sobre todo en la segunda variable, son pequeñas. En BUP se observan otras tres interacciones; en efecto, los estudiantes de este nivel: dan baja elaboración preferentemente en equipos homogéneos y entrenados (3); reciben también más ayuda de nivel descriptivo en estos grupos una vez que la han solicitado (4); y, sin embargo, reciben con mayor frecuencia verbalizaciones de baja elaboración en combinados heterogéneos y sin preparación específica (5); aun así, el promedio mayor corresponde a los estudiantes que sí la tienen. Por fin, en FP y ESO se aprecian las dos últimas interacciones, las cuales ofrecen una situación distinta de la precedente, ya que, en promedio, los alumnos de dichas aulas: hacen más preguntas si pertenecen a un grupo entrenado (6); y reciben más respuestas poco elaboradas previa petición en la misma clase de equipos (7). El máximo, sin embargo, se alcanza en ambos casos en grupos heterogéneos y sin preparación.

A modo de ejemplo, el cuadro III ilustra la primera de las interacciones citadas. En ella se aprecia cómo el efecto del entrenamiento se ve matizado por la composición de los grupos. Si bien los miembros de equipos que han recibido instrucción puntúan más alto en la varia-

ble DP cuando éstos son homogéneos, las tornas se vuelven en los heterogéneos: aquí la frecuencia mayor la obtienen los componentes de los grupos que no han sido entrenados.

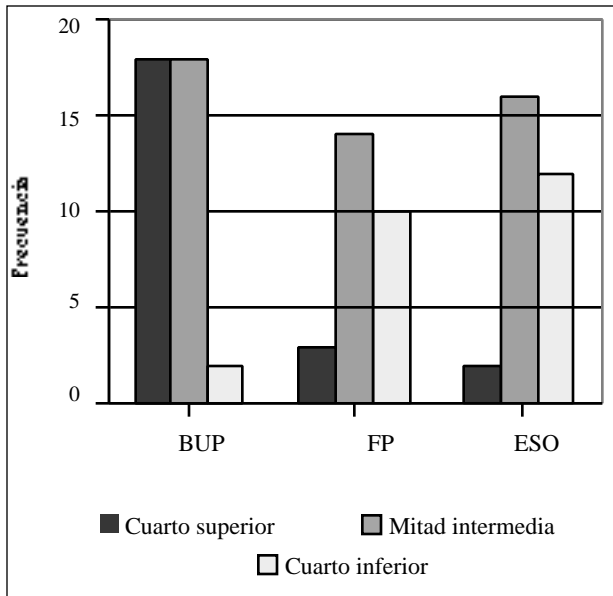
Cuadro III
Interacción composición-entrenamiento para DP.



Los resultados anteriores parecen destilar una tendencia consistente, aunque salpicada de alguna que otra pequeña contradicción: los estudiantes de BUP interaccionan más en grupos homogéneos, mientras que los de FP y ESO lo hacen en equipos heterogéneos. Para evitar que los árboles nos impidan ver el bosque, hemos definido una nueva variable que recoge la suma de las emisiones verbales relacionadas con el contenido de la tarea, esto es, CE, Pay, DG y DP. Si se toma este conglomerado como variable dependiente –a la que daremos el nombre de *verbalizaciones*– y se repite el análisis de covarianza, se obtienen tres interacciones significativas –una para el total y dos para cada subgrupo– entre composición y tratamiento que vienen a corroborar la afirmación con la que abrimos este párrafo. En efecto, los miembros de grupos homogéneos y entrenados presentan, cuando provienen de BUP, una frecuencia mayor de interacciones; si son de FP y ESO, por el contrario, obtienen ese pico en grupos no entrenados pero heterogéneos. Para el conjunto de la muestra se aprecia que los sujetos que han recibido entrenamiento y pertenecen a grupos homogéneos presentan una frecuencia mayor de verbalizaciones.

Estos resultados tal vez puedan interpretarse a la luz de las puntuaciones obtenidas en la batería de aptitudes. Éstas nos vienen a decir que los alumnos de BUP son de capacidad alta-media, y los de FP-ESO de media-baja (Cuadro IV). Es posible, por tanto, que los estudiantes del primer grupo, la mitad superior según el BADyG, generen más intercambios verbales en los grupos homogéneos, mientras que los del segundo, la mitad inferior, lo hagan en los grupos heterogéneos.

Más evidencia a favor de una parte de esta hipótesis se obtiene al dividir la muestra en dos mitades, de acuerdo con las puntuaciones obtenidas en dicha batería. Si se realiza un nuevo análisis de covarianza de dos factores,



ahora con la composición y la pertenencia a la mitad superior o inferior como variables independientes, se observa un efecto principal significativo para la segunda de ellas: los estudiantes del primer subgrupo efectúan un número mayor de verbalizaciones cuando forman parte de equipos homogéneos –la diferencia de las medias es significativa–, mientras que los del segundo subgrupo muestran un número sólo ligeramente mayor –no significativo– de comportamientos interactivos en equipos heterogéneos. La tabla X resume las medias para las cuatro combinaciones posibles.

Tabla X
Número medio de verbalizaciones según condición.

Composición	Pertenencia a	
	Mitad superior	Mitad inferior
Heterogénea	10,83	7,76
Homogénea	13,34	7,23

Influencia de las condiciones de instrucción (composición y entrenamiento) en el aprendizaje

Para abordar la *cuestión 7*, y de modo similar al señalado en el apartado anterior, se ha realizado un análisis de covarianza de dos factores, con la única diferencia de que ahora se han tomado las puntuaciones en el postest como variable dependiente. Los resultados indican la presencia, para la muestra en su conjunto, de un efecto principal significativo: el de la composición (Tabla X). El análisis de clasificación múltiple nos dice que son los grupos homogéneos los que obtienen un mayor rendimiento en el postest.

Pero, ¿qué sucede con el entrenamiento? ¿Cómo es posible que esta variable no incida de forma relevante en la mejoría del aprendizaje? Su aparente falta de influencia –también constatada en otras investigaciones (Lou et al., 1996)– se desvanece en parte si se tienen en cuenta los siguientes hechos. Los estudiantes de 2º de BUP de la muestra habían trabajado, cuando se inició la investigación en el 2º trimestre, con bastante frecuencia en pequeños grupos. Su aprendizaje de las reglas básicas de la cooperación se había producido, por tanto, de forma experiencial, viviéndolas en la propia acción. Los alumnos de FP y ESO provenían, por el contrario, de una trayectoria bien distinta: sólo habían trabajado en grupos en un contexto diferente, el laboratorio, una vez cada quince días. Parece probable, pues, que, si las sesiones de entrenamiento hubieran de tener alguna incidencia en el cambio cognitivo, ésta habría de notarse especialmente en nuestros estudiantes de formación profesional y educación secundaria obligatoria, cuya práctica hasta entonces había sido escasa.

Poner a prueba esta hipótesis es sencillo: basta con repetir, como se hizo en el apartado anterior, el análisis de covarianza con los dos subgrupos de estudiantes: BUP, por una parte, y FP y ESO, por otra. El resultado del mismo se muestra en la tabla XI. Se aprecia que ahora sí que hay, para este segundo conjunto de alumnos, un efecto suficientemente significativo del entrenamiento en el postest. El análisis de clasificación múltiple confirma que han sido los alumnos entrenados los que han alcanzado las puntuaciones más altas.

Tabla XI
Influencia de la composición y el entrenamiento en el aprendizaje. Efectos principales. Valores de F y grado de significación.

Fuente de variación	Todos	BUP	FP y ESO
Composición	4,684*	5,641*	2,240
Entrenamiento	0,392	0,213	3,705 ⁽¹⁾

* p < 0,05 ⁽¹⁾p = 00,06

Análisis exploratorios

El diseño de investigación todavía permite explorar, como paso previo de ulteriores verificaciones, la influencia de otras combinaciones de variables –composición, ya con nivel cognitivo ya con sexo– en el grado de interacción y en el aprendizaje. Respecto al nivel cognitivo (*cuestión 8*), sólo se han observado efectos principales: son los alumnos que se encuentran en el estadio cognitivo formal quienes más ayuda dan y más aprenden –los valores de F obtenidos son 3,68 (p = 0,01) y 3,17 (p = 0,05), respectivamente.

Por lo que se refiere a la variable sexo (*cuestión 9*), los resultados de los pertinentes análisis de covarianza vienen a corroborar algunas de las ideas mayoritarias en la

investigación previa. Si se utilizan como factores el sexo y la composición por sexo, de nuevo se aprecian únicamente efectos principales. Lo que éstos nos vienen a decir se resume así: *a)* Sobre el *comportamiento interactivo*: los grupos que mayor número de emisiones verbales producen son los mixtos, primero los que están constituidos por una mayoría de chicas (3:1); después los que poseen la misma proporción -F = 4,42 (p = 0,001). *b)* Con relación al *postest*: los resultados son similares, aunque ahora los grupos equilibrados son los que obtienen un rendimiento más elevado -F = 9,49 (p = 0,001). *c)* En ambos casos los grupos «de un solo sexo» quedan bastante lejos. Por otra parte, las interacciones parecen indicar que no hay diferencias entre chicas y chicos a la hora de dar y recibir ayuda en los grupos mixtos y tampoco en las puntuaciones del cuestionario final.

Desarrollo de la comprensión del concepto de energía: colaboración entre iguales versus aprendizaje individual

Nuestro objetivo prioritario no radica en la comparación de los dos métodos de enseñanza, la colaboración en pequeños grupos frente a la instrucción de corte más tradicional. Sin embargo, no se puede negar que las conclusiones que se deriven del análisis de los procesos de grupo serán más valiosas si se demuestra no ya que las situaciones cooperativas permiten el aprendizaje de los conceptos científicos, sino, y sobre todo, que dicho aprendizaje es superior al que tiene lugar cuando los alumnos se exponen individualmente a la transmisión del conocimiento por parte del profesor (*cuestión 10*). Esta comparación resulta además necesaria si se pretende, en posteriores análisis, confirmar el posible papel moderador de algunas de las variables interactivas, esto es, las de tipo cognitivo.

La primera comprobación se ha hecho mediante el contraste de las medias pretest-postest para cada una de las preguntas paralelas, así como para el total. La prueba aplicada, la *t* de student, nos indica que en todos los casos se ha producido un progreso estadísticamente significativo. Respecto a la segunda comparación, la tabla XII recoge los resultados del análisis de covarianza realizado con los dos grupos de 2º de BUP: el experimental, con los alumnos dispuestos en pequeños grupos, y el de control, de disposición individual. Las puntuaciones en el pretest se han empleado como covariable. Se han incluido cinco medidas de rendimiento: la media global en el postest y las puntuaciones parciales en cada una de las cuatro características del concepto de *energía* que se han estudiado: concepciones, transformación, conservación y degradación.

Las diferencias observadas en el postest son significativamente favorables a los estudiantes del grupo experimental, los que han trabajado en pequeños grupos, en todos los casos, excepto en lo que atañe al uso de concepciones de mayor poder explicativo, en que la ventaja no supera el criterio estadístico.

CONCLUSIONES

Las conclusiones de esta investigación se unen a las de aquellas otras –hasta el momento mayoritarias– que defienden el enorme potencial de la cooperación en las aulas. En efecto, la resolución colaborativa de las actividades propuestas ha hecho posible que las ideas previas de los alumnos se desarrollaran hasta alcanzar una visión de mayor poder explicativo, y ello en un grado significativamente más amplio que en el grupo de control. Dicha evolución se ha constatado en todos los rasgos considerados del concepto de *energía*: reconocimiento median-

Tabla XII
Medias, desviaciones típicas y valores de F.

Medidas de aprendizaje	Grupos				F
	Experimental (N = 40)		Control (N = 25)		
	M	S	M	S	
Global					
Pretest	5,48	0,97	5,36	0,96	
Postest	6,95	1,29	5,54	1,63	17,876**
Concepciones	4,98	1,40	4,31	1,56	1,911
Transformación	7,64	2,47	6,22	3,24	3,438 ⁽¹⁾
Conservación	6,95	2,53	4,76	1,46	16,804**
Degradación	8,48	1,53	7,04	2,29	9,566*

*p < 0,01 **p < 0,001 ⁽¹⁾p = 0,07

te concepciones adecuadas, transformación, conservación y degradación.

El núcleo principal del artículo tiene que ver, no obstante, con el estudio de los procesos grupales y su relación con el aprendizaje. Aquí las conclusiones se pueden agrupar en tres bloques. El *primero* trata de las relaciones entre interacción verbal y cambio cognitivo. Se ha comprobado que tanto el hecho de dar ayuda a los compañeros, ya sea de carácter parcial o generalizado, como el de recibir apoyo están asociados, positiva y significativamente, con la evolución de las concepciones alternativas de los estudiantes en el sentido planteado en el material curricular. Por el contrario, tal correlación no se ha observado –como era de esperar– en las siguientes situaciones: pedir ayuda, cometer errores, no recibir el apoyo solicitado y contestarse a sí mismo. Otro resultado que avala el modelo teórico de partida descansa en la correlación relevante que se ha encontrado entre la puesta en práctica de la ayuda recibida –su verbalización posterior– y el aprendizaje, así como en la falta de asociación cuando los argumentos brillan por su ausencia. Todas estas pautas de relación se mantienen, incluso se acentúan, si se toma el pequeño grupo como unidad de análisis.

Si, como dice Lemke (1990), aprender ciencia significa hablar de ciencia, la interacción entre iguales se convierte en una herramienta poderosa. El pequeño grupo podría constituir una primera instancia para validar o invalidar una proposición científica. El acto de verbalizar argumentos a un compañero y el de recibir explicaciones proporcionan a los estudiantes la oportunidad de ensayar a expresarse en términos científicos, libres de las presiones –reales o imaginarias– debidas a la presencia del profesor.

El *segundo* bloque versa acerca de la influencia de la composición de los grupos y el entrenamiento en los intercambios verbales. En este punto enseguida llama la atención la complejidad de las relaciones entre las diversas variables analizadas. En síntesis, se puede afirmar que: 1) en el conjunto de la muestra, los alumnos de los grupos homogéneos que han recibido entrenamiento dan y reciben más explicaciones de carácter parcial, si bien las diferencias respecto a los estudiantes de grupos heterogéneos no entrenados son pequeñas. 2) Los estudiantes de BUP intercambian un número mayor de verbalizaciones –en especial, reciben y, en menor medida, dan más explicaciones– cuando forman parte de grupos homogéneos. La aportación de ayuda aumenta si han pasado, además, por las sesiones destinadas a la preparación en las destrezas básicas del aprendizaje cooperativo. 3) Los alumnos de FP y ESO participantes en el estudio, por el contrario, reciben más ayuda de tipo parcial en los grupos heterogéneos. Curiosamente, la solicitan y la toman en mayor grado si pertenecen a grupos no entrenados, aunque la distancia respecto de los grupos homogéneos entrenados es pequeña. También dan un número mayor –casi significativo– de explicaciones de alto nivel y cometen menos errores cuando forman parte de equipos preparados con anterioridad.

Si hubiera que formular una implicación única de los diversos análisis realizados, quizá se podría decir que, en general, los procesos interactivos son mayores en los grupos homogéneos. Esta conclusión es idéntica a la sostenida por Lou y otros (1996) en su metaanálisis, con el matiz de que nuestro estudio proporciona un refrendo completo en BUP, con los alumnos que obtienen puntuaciones más altas en la batería de aptitudes, pero algo menos claro en FP y ESO, con los estudiantes que alcanzan valores inferiores.

El *tercer* bloque aborda los efectos de la composición y el entrenamiento sobre el aprendizaje. Ahora los resultados muestran unos rasgos más precisos que antes. En efecto, los grupos homogéneos son, para el total de la muestra, los que obtienen mejores puntuaciones en el postest.

Aunque la mayoría de las técnicas de aprendizaje cooperativo recomiendan las agrupaciones heterogéneas, la verificación empírica de si éstas potencian o no el aprendizaje de los estudiantes apenas se ha llevado a cabo. De la escasa investigación existente (Lou et al., 1996; Webb y Palincsar, 1996) se podría deducir que no hay una composición óptima para todos los tipos de alumnos. Parece que los de bajo rendimiento se beneficiarían más de su inclusión en grupos heterogéneos, mientras que los de capacidad media alcanzarían mejores cotas en los homogéneos. ¿Y qué pasa, entonces, con los que habitualmente llamamos buenos estudiantes? Pues que no se han encontrado diferencias en lo que atañe al aprendizaje según su pertenencia a unos grupos u otros. Puesto que las reuniones heterogéneas no les perjudican, y dado que éstas presentan ventajas de índole social, no es extraño que se haya terminado por aconsejar su uso.

Veamos ahora de qué modo nuestra investigación puede contribuir, siquiera modestamente, a clarificar un poco las cosas. Primero, no hay, en efecto, una sola y adecuada composición que sugerir para todo el espectro de alumnos. Segundo, sí que existe evidencia, no obstante, cuando nos referimos al *aprendizaje* de conceptos científicos, de que los grupos homogéneos son superiores para el conjunto de estudiantes. Tercero, si nos centramos en la *interacción verbal*, los grupos homogéneos son también preferibles para los alumnos de nivel medio-alto; los alumnos de capacidad media-baja se benefician casi por igual de ambas agrupaciones, si acaso, es posible que lo hagan algo más en los heterogéneos.

Por otra parte, y en este mismo apartado, se puede afirmar que los alumnos con escasa experiencia en el trabajo colaborativo –en nuestro caso, los de FP y ESO– son los que se benefician del entrenamiento de una forma significativa: los que han practicado en las sesiones de preparación alcanzan puntuaciones más altas en el postest.

Parece que la práctica que se ha diseñado es un buen punto de partida para quienes no están familiarizados con el trabajo en pequeños grupos. Sin embargo, los estudiantes con cierta experiencia en esta clase de estrategia metodológica tal vez precisen de un material más específico, dirigido sobre todo a la potenciación de los modos de interacción verbal significativamente ligados

al cambio cognitivo; son los que mejoran la apropiación de los conceptos científicos que se trata de enseñar.

No queremos terminar este artículo sin señalar cuáles son las cuestiones que ocupan nuestro esfuerzo en la actualidad, las vías por las que el trabajo aquí presentado puede encontrar la necesaria continuidad. En síntesis, se resumen en dos. En primer lugar, la elaboración y validación de un modelo causal mediante el enfoque LISREL. Los primeros resultados parecen atribuir a la aportación y la recepción de ayuda el papel de variables mediadoras entre ciertas características de los sujetos –inteligencia, nivel cognitivo...– y el aprendizaje grupal e individual. De ser esto cierto, la colaboración entre iguales, evaluada por medio de los intercambios verbales de tipo cognitivo, podría compensar la desigualdad inicial de los alumnos en lo que a sus capacidades se refiere. Ahora bien, el análisis introduce además un elemento modulador por parte de la composición de los grupos: en efecto, el intercambio de argumentos de índole científica se erige como factor mediador en los grupos homogéneos. Dicho de otro modo, las virtualidades de la colaboración, en particular las relacionadas con la mejoría del aprendizaje de conceptos científicos, se harían realidad sobre todo en esa clase de grupos. Pero el comentario en profundidad de estos hallazgos, así como el análisis detallado y cualitativo del discurso –el segundo de nuestros objetivos–, de la manera, por ejemplo, en que se establecen los acuerdos en el seno de los pequeños grupos, va a requerir sin duda la elaboración de nuevas páginas, de otros textos que ya empiezan a perfilarse en las pantallas de nuestros ordenadores.

NOTAS

¹ Las locuciones *explicación y ayuda de alto nivel* o de *alta elaboración* se van a emplear, en lo que sigue, como sinónimos de *ayuda de tipo generalizado*; de igual modo, *descripción y ayuda de bajo nivel* o de *baja elaboración* equivalen a *ayuda de tipo parcial*.

² Las asociaciones parciales significativas sirven, como dice Webb (1984), para asegurarnos de que las relaciones entre

interacción y logro se deben a los efectos de la interacción y no a la capacidad del estudiante

³ El uso de la concepción *energía como causa y product* hubiera dado lugar, claro está, a una codificación DG.

⁴ Con las siglas DR al final de estas categorías se quiere significar que la verbalización se ha efectuado «después de recibir» la ayuda solicitada. Así, FGDR quiere decir «formular argumentos de tipo generalizado *después de recibir*» la ayuda demandada.

⁵ Hecho que podría achacarse de nuevo al bajo valor de la frecuencia de esta categoría.

⁶ Los valores de pretest y postest son también las medias de cada grupo.

⁷ Como se sabe, en todo diseño factorial se dan varias clases de efectos. En el resto del artículo se van a citar con frecuencia dos de ellos: los *efectos principales* y los *efectos de interacción*. Su introducción en el análisis de varianza bifactorial viene dada por el hecho de que, cuando las dos variables independientes (en nuestro caso, composición y entrenamiento) interactúan entre sí, el efecto de una de ellas sobre la variable dependiente (ahora las diferentes subcategorías del habla; en el próximo epígrafe, el aprendizaje) cambia según los diferentes niveles (aquí dos) de la otra, y viceversa. De ahí que, además del efecto que cada factor ejerce por sí mismo –efecto principal–, haya que calcular los efectos debidos a la interacción entre las variables independientes. Se advierte al lector para que no se confundan estos últimos con el término *interacción*, el cual se ha venido empleando a modo de sinónimo, siempre aproximado, de los intercambios verbales.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación no hubiera llegado a puerto sin el apoyo y la colaboración de nuestros colegas y amigos; entre ellos hay que citar a Rosa Algar, Inmaculada García, Félix Gutiérrez, M. Luz Jiménez, Jesús Molledo, Blanca Palazón y Fernando Sabirón.

Parte del trabajo se ha financiado mediante una de las ayudas a la investigación del Centro de Investigación y Documentación Educativa (CIDE). Expresamos desde aquí nuestro agradecimiento a dicho organismo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXOPOULOU, E. y DRIVER, R. (1996). Small group discussion in physics: peer interaction modes in pairs and fours. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(10), pp. 1099-1114.

ARNAU, J. (1990). *Diseños experimentales en psicología y educación*. Vol. 1. México: Trillas.

BISQUERRA, R. (1989). *Introducción conceptual al análisis multivariable. Un enfoque informático con los paquetes SPSS-X, BMDP, LISREL y SPAD*. Vol. 1. Barcelona: PPU.

BANERJEE, A.C. y VIDYAPATI, T.J. (1997). Effect of lecture and cooperative learning strategies on achievement in chemistry in undergraduate classes. *International Journal of Science Education*, 19(8), pp. 903-910.

- BIANCHINI, J.A. (1997). Where knowledge construction, equity, and context intersect: student learning of science in small groups. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(10), pp. 1039-1065.
- CARRERA, P. y FERNÁNDEZ DOLS, J.M. (1992). La observación: cuestiones previas, en Clemente, M. (coord.). *Psicología social. Métodos y técnicas de investigación*. Madrid: Eudema.
- COHEN, E.G. (1994). Restructuring the classroom: conditions for productive small groups. *Review of Educational Research*, 64(1), pp. 1-35.
- COHEN, E.G. y LOTAN, R.A. (eds.) (1997). *Working for equity in heterogeneous classrooms. Sociological theory in practice*. Nueva York: Teachers College Press.
- DAMON, D. y PHELPS, E. (1989). Critical distinctions among three approaches to peer education. *International Journal of Educational Research*, 13, pp. 9-19.
- GARTNER, A., KOHLER, M.C. y RIESSMAN, F. (1971). *Children teach children*. Nueva York: Harper Row.
- GIL BURMANN, C. y PELÁEZ, F. (1992). La observación: selección de datos, en Clemente, M., *op. cit.*
- GILBERT, J.K. y POPE, M. (1982). School children discussing energy. Report of the Institute of Educational Development. University of Surrey. Guilford.
- HAMILTON, S.J. y HANSEN, E.J. (eds.) (1992). *Collaborative learning: Sourcebook for collaborative learning in the arts and sciences at Indiana University*. Bloomington: I.Univ.
- HERTZ-LAZAROWITZ, R. y MILLER, N. (eds.) (1992). *Interaction in cooperative groups. The theoretical anatomy of group learning*. Nueva York: Cambridge University Press.
- HOWE, C.J., TOLMIE, A. y ANDERSON, A. (1991). Information technology and group work in Physics. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7(2), pp. 133-143.
- JOHNSON, D.W. y JOHNSON, R.T. (1989). *Cooperation and Competition. Theory and Research*. Minnesota: Interaction Book Co.
- KELLY, G.J. y CRAWFORD, T. (1996). Students' interaction with computer representations: analysis of discourse in laboratory groups. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(7), pp. 693-707.
- KEMPA, R.F. y AYOB, A. (1991). Learning interactions in group work in science. *International Journal of Science Education*, 13 (3), pp. 41-54.
- KEMPA, R.F. y AYOB, A. (1995). Learning from group work in science. *International Journal of Science Education*, 17(6), pp. 743-754.
- KNIGHT, G.P. y BOHLMAYER, E.M. (1990). Cooperative learning and achievement: Methods for assessing causal mechanisms, en Sharan, S. (ed.), *Cooperative learning. Theory and research*. Nueva York: Praeger.
- KULIK, J.A. y KULIK C.L.C. (1991). *Research on ability grouping: Historical and contemporary perspectives*. ERIC ED350777.
- KUTNICK, P. y ROGERS, C. (eds.) (1994). *Groups in schools*. Londres: Cassell.
- LAZAROWITZ, R., HERTZ-LAZAROWITZ, R. y BAIRD, J.H. (1994). Learning science in a cooperative setting: academic achievement and affective outcomes. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(10), pp. 1121-1132.
- LEMKE, J.L. (1990). *Talking science: Language, learning and values*. Norwood, Nueva Jersey: Ablex Publishing.
- LONNING, R.A. (1993). Effect of cooperative learning strategies on student verbal interactions and achievement during conceptual change instruction in 10th grade general science. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(9), pp. 1087-1102.
- LOU, Y., ABRAMI, PH.C., SPENCE, J.C., POULSEN, C., CHAMBERS, B. y D'APOLLONIA, S. (1996). Whitin-class grouping: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 66(4), pp. 423-458.
- O'DONNELL, A.M. y DANSEREAU, D.F. (1992). Scripted cooperation in student dyads: a method for analyzing and enhancing academic learning and performance, en Hertz-Lazarowitz, R. y Miller, N. (eds.). *Interaction in cooperative groups. The theoretical anatomy of group learning*. Nueva York: Cambridge University Press.
- RICHMOND, G. y STRILEY, J. (1996). Making meaning in classrooms: social processes in small-group discourse and scientific knowledge building. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(8), pp. 839-858.
- ROBBLEE, K.M. (1991). Cooperative Chemistry. Make a bid for student involvement. *Science Teacher*, 58(1), pp. 20-23.
- RONCA, C. (1985). *Science Lab: A Peer Approach*. ERIC ED319598.
- RODRÍGUEZ BARREIRO, L.M. (coord.) (1993). *Materiales didácticos. Ciencias de la naturaleza. 4º curso. Secundaria obligatoria*. Madrid: MEC.
- RODRÍGUEZ BARREIRO, L.M. (1998). «Del discurso entre compañeros al aprendizaje de la física. Un estudio sobre los pequeños grupos en las aulas de secundaria.» Tesis doctoral. Universidad de Zaragoza.
- ROTH, W.M. (1994). Students views of collaborative concept mapping: An emancipatory research project. *Science Education*, 78(1), pp. 1-34.
- ROTH, W.M. y ROYCHOUDHURY, A. (1993). The concept map as a tool for the collaborative construction of knowledge: A microanalysis of high school physics students. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(5), pp. 503-534.
- SCHLENKER, R.M. y YOSHIDA, S.J. (1991). A clever lever endeavor. *Science Teacher*, 58(2), pp. 36-39.
- SHARAN, S. et al. (1984). *Cooperative learning in the classroom: Research in disgregated schools*. Londres: Lawrence Erlbaum Associates.
- SHEPARDSON, D.P. (1996). Social interactions and the mediation of science learning in two small groups of first-graders. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(2), pp. 159-178.
- SIZMUR, S. y OSBORNE, J. (1997). Learning processes and collaborative concept mapping. *International Journal of Science Education*, 19(19), pp. 1117-1135.
- SLAVIN, R.E. (1995). *Cooperative learning. Theory, research and practice*. Massachusetts: Allyn & Bacon.
- THIJS, G.D. y BOSCH, G.M. (1995). Cognitive effects of science experiments focusing on students' preconceptions of force: a comparison of demonstrations and small-group practicals. *International Journal of Science Education*, 17(3), pp. 311-323.
- THORLEY, N.R. y TREAGUST, D.F. (1987). Conflict within dyadic interactions as a stimulant for conceptual change in

- physics. *International Journal of Science Education*, 9(2), pp. 203-216.
- TOWNS, M.H. y GRANT, E.R. (1997). I believe I will go out of this class actually knowing something: cooperative learning activities in physical chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(8), pp. 819-835.
- TRUMPER, R. (1990). Being constructive: an alternative approach to the teaching of energy concept - part one. *International Journal of Science Education*, 12 (4), pp. 343-354.
- TRUMPER, R. (1991). Being constructive: an alternative approach to the teaching of the energy concept - part two. *International Journal of Science Education*, 13(1), pp. 1-10.
- TRUMPER, R. (1993). Childrens' energy concepts: a cross-age study. *International Journal of Science Education*, 15(2), pp. 139-148.
- VEDDER, P. (1985). *Cooperative learning: a study on processes and effects of cooperation between primary school children*. Rijkuniversiteit Groningen: Westerhaven Groningen, The Netherlands.
- WATSON, S.B. y MARSHALL, J.E. (1995). Effects of cooperative incentives and heterogeneous arrangement on achievement and interaction of cooperative learning groups in a college life science course. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(3), pp. 291-299.
- WATTS, M. (1983). Some alternative views of energy. *Physics Education*, 18, pp. 213-217.
- WEBB, N.M. (1982). Peer interaction and learning in cooperative small groups. *Journal of Educational Psychology*, 74(5), pp. 642-655.
- WEBB, N.M. (1982). Interacción entre estudiantes y aprendizaje en grupos pequeños. *Infancia y Aprendizaje*, 27-28, pp. 159-183.
- WEBB, N.M. (1989). Peer Interaction and learning in small groups. *International Journal of Educational Research*, 13, pp. 21-39.
- WEBB, N.M. (1992). Testing a theoretical model of student interaction in small groups, en Hertz-Lazarowitz, R. y Miller, N. *Interaction in cooperative groups. The theoretical anatomy of group learning*. Nueva York: Cambridge University Press.
- WEBB, N.M. y KENDERSKI, C.M. (1984). Student interaction and learning in small-group and whole-class settings, en Peterson, P., Wilkinson, L.C. y Hallinan, M. (eds.). *The social context of instruction: Group organization and group processes*. San Francisco: Jossey Bass.
- WEBB, N.M. y FARIVAR, S. (1994). Promoting helping behavior in cooperative small groups in middle schools mathematics. *American Educational Research Journal*, 31(2), pp. 369-395.
- WEBB, N.M., TROPER, J.D. y FALL, R. (1995). Constructive activity and learning in collaborative small groups. *Journal of Educational Psychology*, 87(3), pp. 406-423.
- WEBB, N.M. y PALINCSAR, A.S. (1996). Group processes in the classroom, en Berliner, D.C. y Calfee, R.C. (eds.). *Handbook of educational psychology*. Nueva York: Macmillan.

[Artículo recibido en enero de 1999 y aceptado en junio de 1999.]