

El ciclo reflexivo cooperativo: un modelo didáctico para la enseñanza de las ciencias

J. A. Gómez García¹ y M. J. Insausti Tuñón²

¹Colegio Nuestra Señora del Pilar, Valladolid, España. ²Departamento de Química Física, Facultad de Ciencias, Valladolid, España.

Resumen: El ciclo reflexivo-cooperativo es un modelo de trabajo en el aula, alternativo al estilo de enseñanza centrada en el profesor, que busca la implicación activa de los alumnos a través de la reflexión personal y el trabajo cooperativo. El presente artículo muestra las etapas del ciclo de trabajo así como algunas conclusiones obtenidas tras su puesta en práctica durante dos años. La experiencia se llevó a cabo en un primer curso de Enseñanza Secundaria Obligatoria (1º E.S.O.).

Palabras clave: ciclo reflexivo-cooperativo, trabajo en grupo, programa guía de actividades.

Title: The reflective-cooperative cycle: a didactic model for science teaching.

Abstract: The reflective-cooperative cycle is an alternative work model at classroom, that tries to overcome some problems linked to those traditional teacher-centred. It looks for the active implication of students through individual and group work. This report shows the reflective-cooperative cycle stages and some conclusions obtained after being used for two years at the First Year of Secondary Education (1º ESO).

Keywords: reflective-cooperative cycle, group work, activities program guide.

Introducción

Durante el siglo XX se ha presenciado un profundo desarrollo de la Ciencia y la técnica, que ha conducido a un importante cambio en las costumbres y mentalidad de los ciudadanos. Esta simultaneidad de cambios ha conducido a un estilo de aprendizaje caracterizado por una educación generalizada, una formación permanente y masiva, y por un conocimiento descentralizado y diversificado (Jarvis, 1998); (Pozo, 1998).

Esta nueva cultura del aprendizaje se inserta en la denominada sociedad de la información. Una sociedad en la que estamos sometidos a un flujo de información constante y diversa ligada al desarrollo de nuevas tecnologías en la conservación y la difusión de la información (Pozo, 1998). De esta forma es fácilmente comprensible que el acceso de los individuos a enormes cantidades de información escrita, auditiva o visual sea enormemente rápida. Esta realidad ha puesto en jaque la concepción tradicional del aprendizaje, que ha dominado durante siglos la cultura del aprendizaje, y ha destronado simultáneamente, al sistema de educación formal como institución principal de transmisión de la información.

Puesto que, de acuerdo con Jarvis (1998), los cambios en la educación deben reflejar las fuerzas que dan forma a la sociedad, este nuevo orden social debería invitarnos a repensar una educación científica más acorde con la nueva sociedad de la información, superando el estilo de enseñanza transmisionista. Sin embargo, gran parte de los docentes continúan anclados a una práctica educativa tradicional (Rodrigo y Arnay, 1997). Nos encontramos ante la denominada crisis científica (Pozo y Gómez, 1998) que ha producido un notable incremento de las críticas hacia los fines, métodos y formas que adopta la enseñanza y el aprendizaje escolar, en general, y el de la Ciencia en particular (Claxton, 1994).

Por otro lado, se han desarrollado distintas teorías del aprendizaje que han perfilado modelos de intervención didáctica en el aula (Pozo, 1994); (Pozo y Gómez, 1998); (Perales y Cañal, 2000) persiguiendo la optimización en el aprendizaje del alumno.

Por ello nuestra investigación (Gómez, 2003), está ligada a la búsqueda de un modelo de trabajo en Ciencia que favoreciera el cambio conceptual de los alumnos, a la vez que presentara algunas peculiaridades específicas del proceso de hacer Ciencia, para así favorecer la construcción de una imagen de Ciencia lo más coherente posible. Lo que en este artículo vamos a presentar son los elementos que se tuvieron en consideración para la construcción del modelo para posteriormente describir las etapas de las que consta dicho modelo.

Diseño de la experiencia

La investigación que dio lugar al modelo tuvo lugar en el primer curso de la ESO, y para llevarla a cabo se desarrollaron simultáneamente en dos aulas (de 28 alumnos cada una), dos temas incluidos en el temario oficial: la energía y la luz. La duración del periodo instructivo se fijó en 10 semanas, con tres clases semanales, lo que arrojó un total de 30 horas por grupo y de 60 horas de experimentación.

El año académico anterior a la puesta en marcha del modelo didáctico en el aula, se desarrolló una experiencia piloto en dos aulas, que tuvo como finalidad:

- Implementar el modelo de trabajo en el aula, obteniendo una primera valoración del mismo.
- Poner a prueba el diseño de recogida de datos de la investigación.

Puesto que se contaba con dos aulas de trabajo, en un primer momento, se planteó realizar una investigación en la que uno de los grupos jugara el papel de grupo control, de forma que se pudieran realizar inferencias a través de las diferencias encontradas en los grupos. Pero la composición de las aulas, así como la experiencia sugirieron un planteamiento de trabajo distinto. Además, se le plantearon al investigador problemas de tipo ético en el diseño de dos grupos, con uno de ellos ejerciendo el papel de grupo control. Si se tenía el convencimiento de que la nueva propuesta de trabajo era más adecuada para el aprendizaje de los alumnos, ambos grupos debían verse beneficiados por su implementación y no sólo uno de ellos. De esta forma, se planteó una metodología de investigación en la que en ambos grupos se trabajaría con el nuevo planteamiento de trabajo en el aula.

Se trabajó uno de los temas, utilizando una metodología tradicional centrada en el docente, repartiéndose al inicio del tema las hojas de teoría y de ejercicios para casa. Posteriormente el profesor explicó las preguntas correspondientes al tema, corrigió las actividades que los alumnos habían realizado. Así, en ambas aulas los alumnos no tuvieron la posibilidad de participar durante el desarrollo de las clases, salvo que solicitasen ayuda durante la explicación de las preguntas o en la corrección de actividades para casa. En el otro tema, se realizó un reparto de los alumnos en grupos, y para el desarrollo del trabajo en el aula se siguieron las etapas de trabajo que más adelante especificaremos.

En ambas aulas se utilizó el modelo de trabajo objeto de estudio, pero se hizo sobre temas distintos. En el Aula 1 se utilizó el modelo propuesto para el tema de la energía, mientras que en el tema de la luz se utilizó la metodología expositiva clásica. En el Aula 2 se utilizó el modelo propuesto en el tema de la luz, utilizando la metodología expositiva clásica para el tema de la energía.

Los datos recogidos en la investigación se extrajeron de dos fuentes distintas: las calificaciones obtenidas en las pruebas objetivas realizadas en ambas aulas, y las transcripciones obtenidas de las grabaciones, en la etapa de discusión de los grupos, durante las diez sesiones de trabajo.

Bases del modelo didáctico

A partir del análisis de distintos modelos didácticos de enseñanza en Ciencias (Gómez, 2003), se decidió dotar a la propuesta de una estructura para el cambio conceptual a través de una secuencia de cuatro etapas:

- *Toma de conciencia de las propias ideas:* En la que se pretende que los alumnos reflexionen, activando sus esquemas de ideas acerca de los temas a tratar.
- *Desafío de las ideas propias:* Las ideas de los alumnos, explicitadas en la etapa anterior son puestas en cuestión.
- *Introducción de los conceptos, principios o modelos:* En esta etapa, tras el desafío de las ideas, son formalizados por el profesor los nuevos conocimientos.
- *Aplicación de los nuevos conceptos, principios o modelos:* Se trata de que el alumno aplique los nuevos conceptos a otras actividades, para comprobar si ha interiorizado los conceptos, principios y modelos.

A través de esta estructura se vertebró el modelo de trabajo aunque, otros dos importantes elementos fueron utilizados en la configuración de la experiencia: el trabajo en grupo y los programas guía de actividades.

1. El trabajo en grupo: El trabajo en grupo ha sido una importante herramienta para el aprendizaje, utilizada en un amplio número de investigaciones en la enseñanza de las Ciencias durante la década de los 80 (Tobin, Tippins y Gallard, 1994) y 90, y cuya importancia es reconocida en el actual currículo oficial en el que se aconseja desarrollar esta estrategia de trabajo en el aula.

Numerosas investigaciones han señalado las ventajas de realizar trabajo en grupo (Kane, Nicol y Wainwright, 1990); (Muhsler y Wenning, 1996) sugiriendo que sus efectos son positivos y deseables (Tobin, Tippins y Gallard,

1994). En primera instancia, la socialización, el sentido de la cooperación y de valoración entre los propios alumnos se ve reforzada (Fabra, 1992), y así se aprende a convivir y a comunicarse (Cirigliano y Villaverde, 1997), produciéndose una mejora en la expresión de los alumnos, cuyas deficiencias acostumbran a ser señaladas por los profesores, aunque sólo en contadas ocasiones se toman medidas para solucionarlo (Hierrezuelo et al., 1995).

Además, de acuerdo con algunas propuestas, la interacción entre compañeros, puede considerarse una fuente de conocimiento y ayuda. Así, a través del conflicto sociocognitivo, alumnos de capacidad similar pueden acercarse al conocimiento de forma más objetiva que como lo harían individualmente, y a través del trabajo en zona de desarrollo próximo se pueden crear espacios en los que los alumnos de mayor capacidad ayuden a los compañeros con más necesidad. En esta línea Caballer y Marco (1998) señalan una doble dimensión del conocimiento: tomando el alumno conciencia de sus experiencias, así como compartiéndolas con otros alumnos (Azmitia, 1988); (Berndt, Perry y Miller, 1988); (Cohen, 1994); (Solomon, 1998); (Ryder, 1999) o con expertos (Coll y Marchesi, 1990); (Resnick, Levine y Teasley, 1991). Así entendido, el trabajo en grupo favorece la toma de conciencia y desafío de las propias ideas (Solomon, 1991), así como la asimilación de otros conceptos anteriores (Rosado, Gómez e Insausti, 2001), que son aspectos que deben ser considerados al perseguir el cambio conceptual.

Se planteó que un diseño que contemplara la posibilidad de trabajar en grupo, proporcionaba una representación más coherente de Ciencia (Matthews y Davies, 1999):

Presentando una imagen del trabajo científico que potencia la dimensión social frente a imágenes individualistas.

Subrayando el marcado carácter social de los modelos utilizados en Ciencia para la explicación de fenómenos naturales.

2. Los programas-guía de actividades: El análisis de otros programas de investigación cuyo objetivo era obtener el cambio conceptual, a través de la implementación de nuevos modelo de trabajo en el aula (Meneses, 1995); (Guisasola y Pérez, 2001), reveló la posibilidad de utilizar un programa guía de actividades como buena opción metodológica para el desarrollo de la experiencia.

El programa-guía de actividades es una metodología activa para el alumno, en la que éste juega un papel central tanto en su actividad individual, como en la interacción con sus compañeros. A través de él, se pretende una organización coherente del material, para promover el cambio conceptual, y facilitar la interacción entre alumnos.

Este programa consta de un conjunto de actividades con una estructura interna que facilita un aprendizaje secuenciado de los contenidos del tema. Estas actividades son propuestas a los alumnos, y a través de ellas se les pone en la situación de elaborar los conocimientos, y de explorar alternativas, superando la mera asimilación de conocimientos ya elaborados. Así concebido, este conjunto de actividades sirve, por un lado, como plataforma para facilitar el cambio conceptual, a la vez que sirve como medio para que los alumnos se familiaricen con algunos aspectos del quehacer científico (Gómez, 2003).

De acuerdo con la propuesta de Hierrezuelo et al. (1995) el programa guía constó de dos elementos: actividades e informaciones. Las actividades presentaron situaciones que reflejaron el mundo que rodeaba al alumno facilitando, simultáneamente, análisis cualitativos para favorecer la emisión de hipótesis (Gil y Valdés, 1995). Por lo que respecta a las informaciones, éstas incluyeron los conceptos, principios o modelos que los alumnos debían aprender tras la secuencia de instrucción.

El programa-guía desarrollado tomo como referencia la propuesta de Hierrezuelo et al. (1995). El grupo de actividades constituyó lo que se denominó HOJAS DE TRABAJO EN CLASE, y las informaciones se agruparon en las HOJAS DE TEORÍA. En el Apéndice 1 se presenta un ejemplo de ambas. Además se crearon las HOJAS DE TRABAJO EN CASA para la aplicación de los nuevos conceptos.

Al igual que en el caso del trabajo en grupo, y puesto que el modelo pretendía presentar una imagen coherente de Ciencia, se consideró que estos materiales podían servir a ese fin:

Reflejando el mundo que rodeaba al alumno y poniéndole al corriente de situaciones problemáticas y de algunos avances científicos.

Presentando una visión relativista de ciencia, con la presentación de divergencias en la explicación de distintos fenómenos, por parte de distintos científicos (distintos modelos en la interpretación del fenómeno energético o luminoso, etc.).

Potenciando análisis cualitativos, que condujeran al alumno al planteamiento de hipótesis, para explicar los procesos presentados en las actividades.

3. Las comunidades científicas: Puesto que la investigación perseguía presentar una imagen coherente de Ciencia, se ejecutaron una serie de actividades, paralelas al desarrollo de la actividad conceptual en el aula, de forma que el diseño de investigación diera cuenta, también, de esta dimensión.

En la primera sesión de trabajo (y posteriormente a la asignación de los alumnos a los grupos de trabajo), se pidió a los grupos que se reunieran por primera vez para poner el nombre a su grupo (pidiéndoles que antepusieran las palabras "*comunidad científica*" al nombre de su grupo de trabajo), y explicaran las razones que les habían inclinado a elegir un nombre frente a otro.

Paralelamente a la búsqueda de su nombre, las comunidades científicas elaboraron unos compromisos de trabajo que el investigador convertiría en documentos exclusivos para cada comunidad científica. Posteriormente, los documentos serían firmados por los alumnos pertenecientes a cada comunidad científica concreta, mostrando con su firma el respeto y conformidad con las reglas de juego creadas en cada comunidad científica, y de velar porque el resto de sus compañeros las cumplieran.

Después de elegir el nombre y compromisos de cada comunidad científica, cada una de ellas se dio a conocer ante las restantes, indicando su nombre, así como los acuerdos comunes que se habían comprometido a respetar. En el anexo se presenta una comunidad científica creada por los alumnos, junto con sus compromisos de trabajo.

Por último, se consideró importante que las comunidades científicas estuvieran vinculadas con el mundo, y por eso se les pidió que buscaran información acerca de la luz y la energía, así como noticias en torno a los grupos de investigación, a través de distintos medios (periódicos, revistas, enciclopedias, internet), y que comunicaran esa información a las restantes comunidades.

Con el propósito de dotar a los alumnos de un medio a través del cual pudieran expresarse, se dividió el corcho del aula en seis partes, una para cada comunidad científica, y se fijaron ciertos momentos en los que los grupos podían comunicar sus hallazgos a las otras comunidades científicas.

El modelo didáctico en el aula

El modelo de trabajo en el aula resaltó la naturaleza dual, individual y colectiva, del proceso de aprendizaje. Así el modelo subrayó la importancia de que el alumno reflexionara sobre sus estructuras cognitivas, a través de un estilo de trabajo que respetara momentos personales de trabajo independiente y, a la vez, se crearon espacios durante el periodo de instrucción que favorecieron situaciones de interacción cooperativa entre alumnos.

El modelo de trabajo está dividido en siete etapas: 0) entrega de trabajo, 1) reflexión personal I, 2) discusión intragrupos, 3) puesta en común, 4) discusión intergrupos, 5) entrega de teoría/resolución de cuestiones, 6) reflexión personal II.

Etapa 0: Entrega de las hojas de trabajo

Comienza con la entrega de la correspondiente hoja de trabajo al alumno. En esta hoja de trabajo aparecen una serie de cuestiones sobre las que el alumno debe reflexionar.

El profesor realiza los comentarios oportunos antes de la entrega de las hojas de trabajo. Realiza indicaciones generales, si se comienza una nueva pregunta o unidad didáctica, y siempre realizará un pequeño recordatorio de lo analizado en clases anteriores. Posteriormente realiza una lectura de las actividades y responde a las dudas que puedan tener los alumnos respecto a éstas. Si debe realizar alguna indicación adicional (poner ejemplos, resolución de actividades análogas) lo realizará en este momento.

Los alumnos son guiados por el profesor para el trabajo con las actividades propuestas, explicitando las indicaciones que permitan el adecuado desarrollo de éstas.

Etapa 1: Reflexión personal (I)

Corresponde a una fase de elicitación de ideas previas del alumno. Tiene como objetivo que el alumno comience a implicarse de manera activa e individual en el proceso de aprendizaje, haciendo conscientes sus estructuras cognitivas, y activando sus conocimientos sobre el tema. Desde el punto de vista científico se espera que el alumno sea capaz de emitir hipótesis sencillas (a través de las soluciones a las actividades) de forma que el alumno observe que ésta es una etapa central en la producción científica. El alumno deberá escribir sus respuestas en el espacio que aparece en la propia hoja de trabajo.

Etapa 2: Discusión intragrupos

Se divide en dos momentos: en el primero, los alumnos deben poner en común las respuestas a las cuestiones planteadas. Está dirigido por un alumno, que tiene como misión el que todos los alumnos compartan las anotaciones realizadas en las hojas de trabajo. Además, ese mismo alumno, recoge en el cuaderno de grupo las conclusiones encontradas en el grupo.

Posteriormente se desarrolla un proceso de discusión en el que los alumnos buscan el consenso, si es posible, en las cuestiones planteadas en las hojas de trabajo.

Esta etapa tiene características, por un lado, de elicitación y en algunos casos de reestructuración. El sentido de elicitación es en el primer momento, puesto que el alumno debe explicar a sus otros compañeros de grupo, cuales son sus respuestas a las actividades. En el segundo momento, y sólo en algunos casos, se produce la reestructuración de las ideas, con la aparición de procesos de conflicto sociocognitivo, o de zona de desarrollo próximo.

Se pretende mostrar al alumno el sentido colectivo del trabajo científico, convirtiendo el diálogo en herramienta indispensable para el desarrollo de la actividad, mostrando al alumno que la producción científica es el resultado del trabajo del grupo, y no de individuos aislados.

Etapa 3: Puesta en común

Tras la discusión, los alumnos, por grupos, muestran a sus compañeros los hallazgos encontrados, a partir de las actividades propuestas en las hojas de trabajo. Para ello, un alumno de cada grupo de trabajo (elegido por el profesor) saldrá al encerado, y expondrá las conclusiones encontradas en su grupo de origen a los restantes grupos. Mientras, los miembros de los otros grupos anotan alguna idea o frase con la que no estén de acuerdo, o que simplemente les llame la atención. En un segundo momento, el profesor deja unos minutos para que los alumnos decidan, de entre todas las anotaciones, una que deseen dirigir a uno de los otros grupos de trabajo.

Simultáneamente a las puestas en común de los distintos grupos, el profesor toma nota de sus hallazgos. Su misión será la de identificar los errores que han cometido los alumnos en el momento de la exposición, así como las respuestas que pueden ser consideradas acertadas, desde el punto de vista científico, para proceder a dar la realimentación adecuada.

Esta fase tiene características de elicitación de los hallazgos de los grupos. Desde el punto de vista de buscar un modelo que presente una imagen de Ciencia coherente, esta etapa buscó reproducir la etapa de exposición de los hallazgos del grupo de investigación al resto de la comunidad científica. De esta forma, la comunidad científica que presenta su hallazgo vendría a estar representada por el alumno que sale al encerado, y el resto de las comunidades científicas estarían representadas por los otros grupos de investigación y el profesor.

Etapa 4: Discusión intergrupos

Después de la puesta en común, se da la oportunidad de que se establezcan conflictos entre los grupos de alumnos.

Puesto que en la anterior etapa se indicó a los alumnos que indicaran una idea que desearan dirigir a un grupo de trabajo, en este momento el profesor pide a cada grupo que indique a qué otro grupo les gustaría realizar una indicación, y cual en concreto. La experiencia piloto mostró que obedecer a todas las peticiones de todos los grupos para iniciar cuestionamientos, conducía a un considerable aumento del tiempo de la experiencia, por lo que se decidió que el docente eligiera una de entre todas las propuestas hechas por los grupos y comenzar, así, la discusión. Es misión del profesor valorar cual de las preguntas implica a más grupos de trabajo, o cual puede tener connotaciones más adecuadas para la reestructuración de ideas. Para ello el profesor cuenta, además, con la información recogida en la etapa anterior. Finalmente, se recoge una conclusión que pueda inferirse de la discusión realizada.

Esta fase pretende generar conflicto entre los distintos grupos de trabajo, y exige que los alumnos eliciten nuevos esquemas o ejemplos para mantener su propuesta, si ésta es cuestionada por otros grupos.

En este momento del ciclo de trabajo no se pretende suscitar nuevos conflictos de ideas, sino ofrecer una imagen coherente del proceso de hacer Ciencia. Así, se persigue que los alumnos descubran la activa red de relaciones existente entre las distintas comunidades científicas, a la vez que éstos puedan observar lo relativo del proceso de hacer Ciencia. Un proceso, en el que no se puede hablar de hallazgos o verdades absolutas, y que, por lo tanto, exige a las comunidades científicas un posicionamiento de apertura a las críticas, y a los posibles ajustes que puedan derivarse de las propuestas de los otros grupos.

Etapa 5: Entrega de teoría/resolución de cuestiones

Aquí, el profesor interactúa con las comunidades científicas. Hasta este momento, se había convertido en un simple gestor de tiempo, y el peso del trabajo había recaído sobre los alumnos.

Ésta situación no debe engañar al observador, puesto que en ningún caso se plantea un aprendizaje por descubrimiento por parte del alumno, y en todo momento, el proceso se encuentra dirigido por el docente que ha realizado una propuesta de trabajo con unos contenidos a aprender, superando el inductivismo ingenuo presente en otros modelos de instrucción.

Ayudado por las indicaciones recogidas en momentos anteriores, el profesor pasa a dar la realimentación adecuada a cada comunidad científica. Así, el docente indica que hallazgos pueden considerarse válidos o adecuados, de acuerdo con los objetivos que se pretendían alcanzar, y aquellos que deberán mejorarse para la próxima vez. Generalmente, en este momento, se hace entrega de una hoja de teoría, aunque en ocasiones, la hoja de trabajo utilizada para la reflexión, forma parte de un grupo de actividades más amplio, procediendo a su entrega en un momento posterior. En las hojas de teoría se encuentran recogidos los conceptos y resultados que los alumnos deben conocer tras su trabajo con las actividades propuestas.

Se lee y explica la hoja entregada (u hojas entregadas si fuera el caso), y desde ésta, se reflexiona acerca de las cuestiones propuestas en las hojas de trabajo.

Esta etapa está relacionada con otras con las que debería contar un modelo que facilitara el cambio conceptual: etapa de reestructuración de ideas y de invención o introducción de los nuevos conceptos. Así, el profesor trata de reestructurar las ideas de los alumnos con la realimentación brindada a los grupos, a través de la resolución de las actividades de las hojas de trabajo, y de la reflexión de las conclusiones encontradas en la etapa anterior. Además, con la hoja de teoría, el profesor introduce los nuevos conceptos al alumno.

Etapa 6: Reflexión personal (II)

Por último, y para terminar el proceso, se pide al alumno un nuevo trabajo de reflexión personal. En este caso, al alumno se le entregará una hoja en blanco, en la que se pedirá que ponga su nombre para que reflexione, nuevamente, sobre las cuestiones planteadas en la hoja de trabajo. El profesor irá leyendo una a una las preguntas de la hoja de trabajo, y el alumno escribirá las respuestas correspondientes.

El objetivo de esta etapa, es que el alumno aplique los resultados encontrados a las actividades de la hoja de trabajo. Una etapa, que también se contempla entre las que deben poseer un planteamiento que pretenda alcanzar el cambio conceptual.

Conclusiones

Uno de los hallazgos más importantes de la experiencia es la dificultad para introducir la innovación didáctica en el aula. Ésta, no sólo se manifiesta por parte de algún sector del profesorado que observa con sorpresa e incredulidad las nuevas propuestas, sino también se ha percibido el no menos importante, posicionamiento de los alumnos hacia la innovación (Gómez, 2003). Al principio, éstos perciben este modelo, como una propuesta que puede conducir a conflictos con otros profesores y con la dirección de la escuela, y, que implica una evaluación extraña. Es puesta en tela de juicio por los propios alumnos que indican que, la evaluación de todo el grupo, o traer información al aula, no sólo no deberían ser considerados como aspectos a valorar, sino que hacerlo resulta injusto.

Estas creencias se encuentran más arraigadas en los alumnos que obtienen mejores calificaciones académicas, por lo que los alumnos más capacitados prefieren un estilo de evaluación que valore exclusivamente los resultados individuales, de tipo conceptual, y que no amenace su habitual estatus de competencia. Esta percepción de los alumnos, es el resultado de un estilo de trabajo escolar, en el que han estado inmersos durante años, y que ha promovido el desarrollo conceptual de individuos aislados. Investigación sobre las actitudes de los alumnos tras el tratamiento (Gómez e Insausti, 2001); (Rosado, Gómez e Insausti, 2001); (Gómez, 2003) sugieren que, a pesar del posicionamiento inicial, los alumnos acaban percibiendo el modelo como una propuesta agradable y más divertida que la habitual, a la vez que más fácil y clara, en la línea de los resultados de otras investigaciones (Kim-Eng, Tock-Keng, y Ng, 1997).

El análisis conceptual desarrollado en la investigación pone de manifiesto la existencia de alumnos altamente competentes que consiguen asimilar los conceptos independientemente del estilo de instrucción. Sin embargo el resultado más interesante de la investigación, en el aspecto conceptual, está

vinculado a los alumnos con menor rendimiento anterior. La investigación muestra la existencia de mejoras significativas en este grupo de alumnos.

Por lo que se refiere a los estilos de interacción en las comunidades científicas analizadas, cabe destacar que éstos fueron distintos, aunque alejados de los indicados por Tobin, Tippins y Gallard (1994) en su descripción de la enseñanza tradicional en Ciencias. Así, un grupo de trabajo asumió un estilo de trabajo cercano a una zona de desarrollo próximo, y en el otro surgieron interacciones de conflicto sociocognitivo. En todos los casos la calidad de la interacción aumentó con el paso del tiempo de experiencia.

Podemos concluir que, la propuesta de modelo de enseñanza en Física para el primer curso de Enseñanza Secundaria Obligatoria (1º E.S.O.), plantea una alternativa a la práctica transmisionista-recepcionista habitual, viable, que facilita el cambio conceptual, y cuyos resultados más positivos se observan en los alumnos con menor rendimiento anterior. Además, el modelo presenta a los alumnos una representación más coherente de Ciencia, reproduciendo distintos aspectos del quehacer científico (Gómez, 2003).

Referencias bibliográficas

Azmitia, M. (1988). Peer interaction and problem solving: when are two heads better than one?. *Child Development*, 59, 87-96.

Berndt, T.J.; Perry, T.B. y K.E. Miller (1988). Friends' and classmates' interactions on academic tasks. *Journal of Educational Psychology*, 80, 506-513.

Caballer, M.J. y D. Marco (1998). El valor del trabajo cooperativo, la gestión del aula en pequeños grupos. *Alambique*, 17, 93-104.

Cirigliano, G. y A. Villaverde (1997). *Dinámica de grupos y educación. Fundamentos y técnicas*. Buenos Aires. Lumen-Humanitas.

Claxton, G. (1994). *Educación mentes curiosas: el reto de la ciencia en la escuela*. Madrid. Visor.

Cohen E.G. (1994). Restructuring the classroom: conditions for productive small groups. *Review of educational research*, 64, 1-36.

Coll, C. y A. Marchesi (1990). *Desarrollo psicológico y evaluación II. Psicología y educación*. Madrid. Alianza Editorial.

Fabra, M.L. (1992). *Técnicas de grupo para la educación*. Barcelona. CEAC

Gil, D. y P. Valdés (1995). Contra la distinción clásica entre "teoría", "prácticas experimentales" y "resolución de problemas": el estudio de las fuerzas elásticas como ejemplo ilustrativo. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 9, 0-25.

Gómez, J.A. (2003). *Un Modelo Didáctico para la Enseñanza de la Física en la E.S.O.*. Tesis Doctoral. Universidad de Valladolid.

Gómez, J.A. y M.J. Insausti (2001). El ciclo reflexivo-cooperativo: actitudes hacia el ciclo. *Enseñanza de las Ciencias. Número extra*. VI Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias. Tomo 1: Comunicaciones, 317-318.

Guisasola, J. y L. Pérez (2001). *Investigaciones en didáctica de las ciencias*

experimentales basadas en el modelo de enseñanza-aprendizaje como investigación orientada. Guipúzcoa. Servicio Editorial Universidad del País Vasco.

Hierrezuelo, J.; Bullejos, J.; Carmona, A.; Molina, E.; Montero, A.; Mozas, T.; Ruiz, G.; Sampedro, C. y V. Valle (1990). *Ciencias de la naturaleza. Primer curso de educación secundaria obligatoria*. Madrid. MEC y Edelvives.

Jarvis, P. (1998). *The theory and practice of learning*. London. Kogan Page.

Kane, K.A.; Nicol, D.J. y C.L. Wainwright (1990). Case study. Laboratory learning through group working and structured reflection and discussion. *ETI, 31(4)*, 302-310.

Kim-Eng, L.; Tock-Keng, L. y M. Ng (1997). Affective outcomes of cooperative learning in social studies. *Asia Pacific Journal of Education, 17(1)*, 67-75.

Matthews, B. y D. Davies (1999). Changing children's images of scientists: can teachers make a difference?. *School Science Review, 80(293)*, 79-85.

Meneses, J.A. (1995). *Diseño, puesta en práctica y evaluación de un modelo didáctico con enfoque constructivista para la enseñanza de la física en el nivel universitario*. Tesis Doctoral. Burgos.

Muhsler, H. y C. Wenning (1996). Nondirect research projects in physics coursework. *The Physics Teacher, 34*, 158-160.

Perales, F. J. y P. Cañal (2000). *Didáctica de las ciencias experimentales*. Alcoy. Marfil

Pozo, J.I. (1994). *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Madrid. Morata.

Pozo, J.I. (1998). *Aprendices y maestros*. Madrid. Psicología Minor.

Pozo, J.I. y M.A. Gómez (1998). *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid. Ediciones Morata S.A.

Resnick, L.B.; Levine, J.M. y S.D. Teasley (1999). *Perspectives on socially shared cognition*. Washington, DC. American psychological association.

Rodrigo, M.J. y J. Arnay (1997). *La construcción del conocimiento escolar*. Barcelona. PIADOS.

Rosado, L.; Gómez, J.A. e M.J. Insausti (2001). Una epistemología centrada en el alumno frente a la concepción habitual del ciclo enseñanza/aprendizaje en ciencias: el ciclo reflexivo/cooperativo. En L. Rosado (Ed.), *Didáctica de la física y sus nuevas tendencias* (pp 516-561). Madrid. UNED.

Ryder, J. (1999). Undergraduate science students' images of science. *Journal of Research in Science Teaching, 36(29)*, 201-219.

Solomon, J. (1991). Group Discussions in the classroom. *School Science Review, 72(261)*, 29-34.

Solomon, J. (1998). About argument and discussion. *School Science Review, 80(291)*, 57-62.

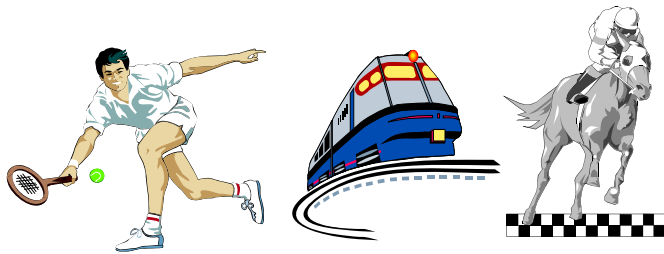
Tobin, K.; Tippins, D. y A. Gallard (1994). Research on Instructional Strategies for Teaching Science. En D.L. Gabel (Ed.), *Handbook of research on science teaching* (pp.45-131). New York. MacMillan Library Reference.

Anexo

Se presenta, a modo de ejemplo, una de las hojas de actividades de los alumnos, la hoja de teoría correspondiente y de las actividades en casa.

HOJA DE TRABAJO 2

E2.- ¿Tienen energía?, ¿porqué ?.



La pelota de tenis Un tren a 200 Km/h El caballo

E3.- ¿qué tienen en común los tres casos considerados?.

E4.- ¿Cuándo tiene mayor energía la esquiadora, cuando va andando sobre la nieve con sus esquís, o cuando va pendiente abajo?, ¿por qué?.



E5.- ¿Cuándo tiene mayor energía el coche, cuando va circulando a 50 Km/h, o cuando lo hace a 100 Km/h en una autopista?. ¿En cual de los dos el coche sufriría más daños de producirse un accidente?.

HOJA DE TEORÍA 3

FORMAS DE ENERGÍA

La energía puede presentarse asociada con diferentes características observables de los sistemas. Admitiremos en este curso las siguientes formas de energía: **cinética, potencial gravitatoria, interna, eléctrica, luminosa, sonora y nuclear o atómica.**

Energía cinética

Denominamos energía cinética, a la **energía que poseen los cuerpos en movimiento.**

La energía cinética depende de la **velocidad** y de la **masa** del cuerpo. **Cuanto mayor** es la velocidad y la masa de un cuerpo, **mayor** es su energía cinética. La expresión matemática que permite el cálculo de la energía cinética aparece a continuación:

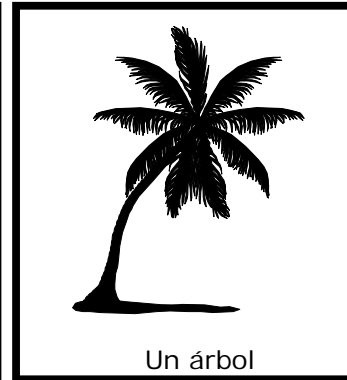
$$E_C = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

Donde **m**, es la masa del cuerpo, y **v** su velocidad. Para que la energía cinética esté expresada en julios, la masa del cuerpo debe estar expresada en **KILOGRAMOS (Kg.)**, y la velocidad en **METROS POR SEGUNDO (m/s)**. Es decir, ambas magnitudes deben estar expresadas en el **Sistema Internacional.**

HOJAS DE TRABAJO EN CASA – ENERGÍA

ACTIVIDAD 1: Escribe una lista de quince objetos que, según la definición de la pregunta, tengan energía

ACTIVIDAD 2: Indica si los siguientes objetos tienen energía, e indica el porqué.



ACTIVIDAD 3: Rellena las zonas punteadas de forma que se verifique la igualdad:

$$1 \text{ c} = \dots\dots \text{ J} \quad 0,2 \text{ c} = \dots\dots \text{ J} \quad 90 \text{ c} = \dots\dots \text{ J} \quad 2 \text{ J} = \dots\dots \text{ c} \quad 0,32 \text{ J} = \dots\dots \text{ c}$$

ACTIVIDAD 4: Indica, razonando, cuales de los siguientes objetos tienen energía cinética. Podrías indicar cuál de todos tiene mayor energía cinética.

