

LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS Y EL DESARROLLO DE DESTREZAS DE PENSAMIENTO: UN ESTUDIO METACOGNITIVO CON ALUMNOS DE 7º DE PRIMARIA

RIBEIRO, MARÍA FILOMENA¹ y NETO, ANTÓNIO JOSÉ²

¹ Escuela Secundaria de São Lourenço, 7300-070. Portalegre. Portugal

² Departamento de Pedagogía y Educación. Universidad de Évora. Portugal

mariafilomena.ribeiro@gmail.com

aneto@uevora.pt

Resumen. Este artículo describe una investigación que trata de valorar hasta qué punto es posible promover la mejora de destrezas de pensamiento de los alumnos, utilizando para ello actividades de aula y orientación metacognitiva. En la parte empírica se utilizó un diseño casi experimental, con dos grupos de tratamiento y uno de control. Se llevó a cabo en aulas de ciencias naturales de 7º de primaria durante alrededor de cuatro meses. Los resultados obtenidos muestran cambios positivos en los grupos experimentales respecto al de control, lo que parece señalar que se pueden mejorar las destrezas cognitivas y metacognitivas en las clases de ciencias.

Palabras clave. Enseñanza de las ciencias, destrezas de pensamiento, metacognición, actitudes, resolución de problemas.

Science Education and the Development of Thinking Skills: A Metacognitive Study with 7th Year Primary Students.

Summary. This paper refers to some research, the main objective of which was to develop and apply new technologies in real classroom practice aimed at promoting pupils' thinking skills. The empirical part of the research, based on a quasi-experimental design which involved two experimental groups and a control one, was carried out in the field of Natural Sciences in a 7th grade class, for about four months. The results appeared to support our claim that the development of pupils' cognitive and metacognitive skills by means of adequate science classroom approaches is a feasible goal.

Keywords. Science education, thinking skills, metacognition, attitudes, problem solving.

Enseñar a los alumnos a pensar, aprender y conocer sus propios mecanismos de conocimiento, pensamiento y aprendizaje, es ciertamente promover la cognición, desarrollar capacidades y estrategias de resolución de problemas de una forma flexible y creativa, es producir y construir conocimiento, desarrollar y construir su propia personalidad.

Tavares, 1992, p. 26

INTRODUCCIÓN

La educación siempre ha sido y continuará siendo un motivo importante de preocupación en nuestras sociedades. Respecto a la educación en ciencias en concreto, tal preocupación engloba la necesidad de servirse de la misma para promover actitudes y destrezas que permitan aprendizajes más duraderos. Las grandes transformaciones que están ocurriendo en la sociedad contemporánea

provocan cambios que enfrentan a la educación a nuevos desafíos, que se traducen en nuevas maneras de *ser*, de *enseñar* y de *aprender*.

El cuerpo de conocimientos y saberes no ha dejado de ser importante; sin embargo, en la medida en que nos encontramos en la «era de la información», se hace nece-

sario actualizarlo con rapidez. No ocurre lo mismo con las destrezas (Perrenoud, 1998), en particular con las destrezas de pensamiento, que permiten la adquisición de nuevos conocimientos, así como razonar con y acerca de los mismos, con independencia del tiempo y del lugar en que se utilizan. Es por ello que se incide cada vez más en la necesidad que tiene el alumno de «*aprender a aprender*» y de «*aprender a pensar*», de forma que tenga a su disposición los instrumentos necesarios para construirse a sí mismo como persona y para aprender a lo largo de la vida (Bransford, Brown y Cooking, 2000). No es tarea fácil desarrollar una actitud reflexiva acerca del propio proceso de aprendizaje. A pesar de ello vale la pena esforzarse en diseñar intervenciones en el aula que promuevan el desarrollo de destrezas cognitivas y metacognitivas (Doly, 1999; Neto, 1998).

Es una opinión generalizada entre muchos autores que la metacognición es una herramienta intelectual decisiva para el éxito en el aprendizaje. La metacognición, también llamada *cognición sobre la cognición* o *pensar acerca del pensamiento*, es un mecanismo cognitivo complejo y sistémico, que permite al sujeto reflexionar en cómo construye su propio conocimiento y controlar el proceso de construcción cognitiva (Brown, 1987; Flavell, 1987). Pensar acerca de lo que se sabe o no se sabe ayuda también al alumno a comprender sus fracasos y a regular su propio aprendizaje (Salema, 1997).

Conscientes de la necesidad de mejorar la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, desarrollamos esta investigación presuponiendo que una de las principales funciones de la escuela es precisamente ayudar a los alumnos en la construcción de su conocimiento y en la formación de su personalidad. Sin embargo esta función sólo se puede hacer efectiva si se ayuda a los alumnos a pensar, a conocer sus propios mecanismos de pensamiento, a «*aprender a aprender*» en definitiva.

El problema a estudiar

El problema de esta investigación es consecuencia de la reflexión que hemos estado haciendo acerca del fracaso escolar, su dimensión y sus causas, especialmente en el área de ciencias. Como observadores de lo que ocurre a nuestro alrededor, lo que incluye nuestras propias clases, hace mucho que notamos que la escuela no está respondiendo a los nuevos desafíos de la sociedad. Esto nos ha llevado a considerar algunos problemas pedagógicos que han sido asumidos como limitaciones importantes que afectan a la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Destacamos dos de ellos:

- *Los alumnos evidencian dificultades en muchas tareas fundamentales del aprendizaje de las ciencias, como es el caso de la lectura y la resolución de problemas (interpretación de la información, comprensión, relación con otras materias, realización de inferencias, organización del conocimiento).*
- *Los alumnos muestran en general falta de interés y motivación para el aprendizaje de las ciencias.*

En general se asume que el alumno es el único responsable de estas limitaciones, sin que se consideren educables, o como objeto de enseñanza y práctica en el aula, como por ejemplo la capacidad de estudio y de aprendizaje. Por otro lado, los profesores abordan muchas veces el aprendizaje de una forma lineal y determinista, en la que el profesor enseña y el alumno se supone que aprende. Los profesores descuidan también muchas veces el componente motivacional, ya que tienden a responsabilizar a los alumnos por su falta de perseverancia en la realización de las tareas y por su frecuente desinterés respecto a las actividades escolares.

Si bien es cierto que no se deben reducir las causas del fracaso escolar a las que hemos mencionado, por razones metodológicas hemos optado por limitar a ellas nuestra investigación. Nuestro trabajo se puede considerar como investigación-acción, se ha procurado poner en práctica una perspectiva centrada en la utilización de situaciones-problema, tratando de practicar de forma explícita las estrategias metacognitivas en el contexto de las clases de ciencias naturales.

Con esta intención hemos propuesto en concreto los siguientes objetivos para nuestro estudio:

- *Promover en las clases de ciencias la enseñanza explícita de estrategias metacognitivas de resolución de problemas.*
- *Comprobar el efecto de este tipo de perspectiva respecto al refuerzo de las destrezas de los alumnos en tareas como la lectura, la organización del conocimiento, la estructuración del pensamiento y la resolución de problemas.*
- *Contribuir a un positivo cambio de actitud de los alumnos respecto a las ciencias naturales.*
- *Favorecer el desarrollo de la capacidad de pensar y utilizar conocimientos y destrezas en nuevas situaciones.*

MARCO CONCEPTUAL

Enseñar y aprender a pensar se ha vuelto una necesidad imperiosa en el mundo actual, de tal manera que no se puede cuestionar la influencia que sobre esto ha tenido la perspectiva constructivista (actualmente dominante en la enseñanza de las ciencias) (Neto, 1998).

Las deficiencias detectadas en las destrezas de pensamiento de los alumnos han sido motivo de preocupación para muchos educadores de todas las procedencias. Como respuesta a este problema han aparecido diversas contribuciones, particularizadas en programas específicos para desarrollar la «capacidad de pensar», es decir para realizar la «mejora cognitiva» (Almeida y Morais, 2002; Costa, 2001; Valente et al., 2000). Los primeros programas aparecieron durante los años sesenta en los Estados Unidos, vinculados al movimiento de «educación compensatoria».

Se llevaron a cabo con niños de entornos socioculturales desfavorecidos y procuraban ejercitar destrezas que se consideraban básicas para los aprendizajes en la escuela primaria. El movimiento de «enseñar a pensar» (Costa, 2001; Valente et al., 1991) se extendió a otros países, a otros tipos de programas y a otras edades. Según Hamers y Overtom (1998), estos programas se diferencian en la orientación teórica y además el abanico de temas es muy amplio: se pusieron en práctica programas de pensamiento crítico, resolución de problemas, adiestramiento de destrezas generales de razonamiento, memoria, redacción, lectura comprensiva, y se han incluido distintas áreas de la enseñanza secundaria, como por ejemplo las ciencias. Muchos de estos programas se fundamentan en teorías sobre la *modificabilidad de la inteligencia*, propuestas por autores como Feuerstein, Sternberg y Perkins (citados por Salema, 1997).

En Portugal este movimiento se ha manifestado de forma relativamente reciente. Son de destacar, sin embargo, dos proyectos que tienen como objetivo el entrenamiento cognitivo de adolescentes. Son el programa DIANOIA, que se orienta al adiestramiento de los alumnos en estrategias cognitivas y metacognitivas de resolución de problemas, integrados en las actividades docentes del profesor en el aula (Valente, 1989; Valente et al., 2000), y el Programa de «Promoción Cognitiva» que se desarrolla fuera del aula, con la ayuda de psicólogos escolares, aunque con objetivos similares a los del programa anterior (Almeida y Morais, 2002).

No es sorprendente que los sistemas educativos de las sociedades contemporáneas hayan asumido como gran finalidad para la enseñanza de las ciencias el desarrollo de *conocimientos, capacidades y actitudes científicas* por parte de los alumnos; subordinado todo ello al lema «*aprender a aprender*», requisito fundamental en una sociedad en continuo cambio.

En el contexto de este paradigma, el estudio que nos ocupa ha tenido como grandes líneas de orientación teórica los postulados que a continuación se exponen:

- El desarrollo de destrezas de pensamiento precisa necesariamente de la implicación total del sujeto en las tareas propuestas, poniendo en práctica de forma sistémica factores individuales estructurantes como la motivación, el lenguaje, el desarrollo cognitivo y los recursos metacognitivos.

- Generalmente se han atribuido a las características estructurales y funcionales de naturaleza cognitiva del alumno las dificultades de los mismos en el aprendizaje de las ciencias. Hoy se prefiere considerar la «falta de motivación» de los alumnos como el primer obstáculo para que ocurra efectivamente el aprendizaje en la escuela. Así se comprende que la motivación en la escuela constituya actualmente un área de investigación que, en opinión de Gutiérrez (1986), permite cada vez más explicar, prever y orientar la conducta del alumno. Para que los esfuerzos hechos por los alumnos se transformen en resultados positivos, se deberá tener en cuenta la interacción entre las dimensiones cognitiva, afectiva, relativa

a las motivaciones y a las actitudes (Osborne, Simon y Collins, 2003).

- En opinión de muchos autores (Cruz y Novais, 1989; Georghiades, 2004; Neto, 1998; Salema, 1997; Valente, 1989), la *metacognición* se revela como un concepto fundamental para comprender el proceso de aprendizaje y para discutir acerca de las posibilidades reales de los programas de promoción cognitiva. Ya Piaget (1977) había introducido conceptos como la *autorregulación* y la *abstracción reflexiva* para explicar el proceso de toma de conciencia. Sin embargo, el control o regulación de la cognición es algo que, para gran parte de los autores contemporáneos, se comunica al niño desde el exterior, mediante el diálogo y la cooperación con otros de mayor destreza, perspectiva ésta que por otro lado es parte fundamental de la teoría de la internalización de Vygotsky (1998), actualmente tan influyente.

Brown (1987) concibe la metacognición como un conjunto de destrezas generales que se pueden aplicar en las más variadas ramas del conocimiento. Esta autora distingue entre «conocimiento estático» o declarativo («saber qué») y «conocimiento dinámico» o de procedimiento («saber cómo»). Considera además que el conocimiento metacognitivo (declarativo o de procedimiento) se puede activar en la memoria para orientar y regular la actividad cognitiva (Neto, 1998).

En la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, las destrezas metacognitivas asumen por tanto un papel decisivo, en particular en la comprensión de textos científicos, en la resolución de problemas y en la actividad de estudio (Bransford, Brown y Cooking, 2000; Georghiades, 2004; Maturano, Soliveres y Macías, 2002; Neto, 1998).

METODOLOGÍA

Teniendo como referentes los problemas objeto de estudio, los objetivos diseñados para el mismo y el marco conceptual de apoyo, adoptamos en este trabajo una postura de *complementariedad* investigadora, tratando de encontrar concordancias metodológicas fructíferas. Utilizamos por tanto *procedimientos de tipo cuantitativo* pero también *cualitativo*. Respecto a los procedimientos cuantitativos, se ha seguido un diseño *casi-experimental con grupo de control no equivalente*, comparando las intervenciones *tradicional* y *experimental*. Se han utilizado métodos de análisis estadístico, que se complementan con análisis del contenido de entrevistas y de los materiales escritos por los alumnos. Sin embargo, por razones de espacio, en este artículo se exponen sobre todo los procedimientos de tipo cuantitativo.

Como modelo estadístico utilizado para el tratamiento de los datos cuantitativos se ha utilizado el análisis de varianza (ANOVA) y el de covarianza (ANCOVA). La ANOVA es una técnica basada en estudiar la varianza asociada a la idea de *estado*, permite el análisis comparativo de los datos en un momento determinado. A la ANCOVA le corresponden un modelo estadístico que

combina el análisis de varianza con la regresión lineal, al introducir una variable independiente de naturaleza cuantitativa (pre-test), denominada covariable (Pestana y Gageiro, 2003). Se recurre a este modelo estadístico cuando se pretende analizar la diferencia entre pre-test y post-test, es decir cuando se tratan de caracterizar las transformaciones entre estados.

El diseño experimental

Como ya se ha dicho, la parte experimental del estudio adoptó el formato de un diseño *casi-experimental*, o según algunos autores, un *diseño de compromiso*, dado que, como ocurre casi siempre en cualquier investigación educativa en el aula, no nos ha sido posible realizar una selección aleatoria para formar los grupos que intervinieron en el estudio. La naturaleza de estos grupos (intactos, de tipo accidental) imposibilita su equivalencia estadística inicial.

Uno de los diseños casi-experimentales más utilizados en la investigación educativa es el *Diseño con Grupo de Control no Equivalente* (Cohen, Manion y Morrison, 2000). Debido a que los grupos de control y experimental no son equivalentes desde el punto de vista estadístico, no es necesario incluir pre-test en el diseño (Neto, 1998). Este diseño se puede representar, para nuestro caso particular, como hemos hecho en la tabla 1, en la que se utiliza la codificación habitual.

Tabla 1
Diagrama representativo del estudio.

E1	O1	X	O2	X	O3
C	O1		O2		O3
E2	O1	X	O2	X	O3

O1, O2 y O3 hacen referencia a la recogida de datos al principio, durante y al final de la intervención; X representa la intervención experimental; la línea discontinua indica que la selección de los grupos no fue aleatoria.

Los sujetos de estudio

El presente estudio se desarrolló en una escuela E.B.2,3 (Escuela Básica de 2º y 3º ciclo) de Portalegre y tuvo como contexto curricular una parte del programa de ciencias naturales del 7º año de escolarización. La docencia estuvo a cargo de la primera autora de este artículo en todos los grupos (grupos escolares), durante el año 2002-2003. En particular se utilizaron *dos grupos experimentales* (E1 y E2) y *uno de control* (C), escogidos de forma aleatoria al principio de la experiencia. En los grupos experimentales se llevó a cabo la intervención propiamente dicha, es decir se puso en práctica una *perspectiva experimental* y en el grupo de control, una *perspectiva de tipo tradicional*.

Las diferencias entre los tres grupos respecto a variables como número de alumnos, media de edad y relación en-

tre número de alumnas y de alumnos no eran demasiado significativas. En todos los grupos la media de edad rondaba los 12 años. Respecto a la estructura del grupo, el E1 estaba formado por 27 alumnos (12 niños y 15 niñas), el grupo E2 también por 27 (14 niños y 13 niñas) y el grupo C por 25 alumnos (9 niños y 16 niñas), siendo este último el grupo más heterogéneo respecto a la variable género.

Siendo los grupos E1 y E2 idénticos respecto a las variables anteriores, la decisión de comparar sus resultados se justifica por el perfil sociocultural diferenciado de los mismos y por la imagen también distinta que el claustro de profesores tenía de ellos. De hecho el grupo E2 estaba mayoritariamente formado por alumnos procedentes de familias desfavorecidas y era considerado por los profesores como «con falta de interés» y de «reducidas capacidades para el aprendizaje»; por el contrario, el grupo E1 se consideraba el «grupo preferido de los profesores».

La intervención didáctica

La enseñanza de las ciencias naturales se ha fundamentado casi siempre en la transmisión de información, en el aprendizaje rutinario, y por tanto ha hecho énfasis en el pensamiento reproductivo y la simple memorización. Dentro de este marco, el conocimiento científico se ha transmitido al alumno mediante la explicación de los profesores, seguida de la resolución de fichas propuestas por el manual y adaptadas o copiadas de otros manuales, raramente se ha tenido en cuenta la creatividad y el pensamiento crítico de los alumnos (Campanario y Moya, 1999).

En este tipo de intervenciones, los test de evaluación son precedidos frecuentemente por las denominadas «fichas formativas», que no son más que grupos de cuestiones para que el alumno memorice y aplique mecánicamente en los test. Esto hace que se obligue a que los alumnos hagan énfasis en recordar y responder de la misma forma a preguntas que les parecen similares. Es por ello que esperan del profesor frases hechas, dictadas, que permitan transcribir al cuaderno de notas algunos extractos o parcelas de conocimiento declarativo.

Si el alumno tuviese que encarar cuestiones más complejas (problemas), incurrirá ciertamente en algún tipo de confusión conceptual y consecuentemente tendrá dificultades en la resolución. En tanto en cuanto se rompe la rutina a la que está acostumbrado, el alumno muy probablemente fracasará en la resolución de problemas (Neto, 1998).

Si tenemos en cuenta los desafíos de la sociedad actual, se hace imperativo, como bien dice Valente (1995), migrar de una «cultura de información» hacia una «cultura de formación intelectual». O sea, de una enseñanza de las ciencias fundamentada en la transmisión de información a una enseñanza que desarrolle en los alumnos destrezas de pensamiento. Así es importante ayudar al alumno a hacerse consciente de las formas de aprender, a tener contacto con procesos cognitivos alternativos y a

orientar y dirigir sus propias estrategias de aprendizaje (Valente, 1989). Si consideramos que, tal como hacen Raths, Rothstein y Wasserman (1977), «cada área del currículo tiene, entre sus contenidos, recursos para las distintas operaciones cognitivas» (p.169), podemos admitir que para trabajar los contenidos curriculares de forma que se potencie el desarrollo de destrezas de pensamiento, no es imprescindible modificarlos radicalmente; basta con observarlos y abordarlos de forma intencionadamente diferente. Al no faltar en el aula situaciones que, queriendo, podrían ser exploradas de este modo, nuestra intervención experimental intentó precisamente ir más allá de la enseñanza tradicional.

Mediante las tareas propuestas en las fichas de trabajo (soporte didáctico que estructuraba la intervención –véanse ejemplos en los Anexos 1, 2 y 3–), se trató de desarrollar la lectura comprensiva, usando actividades de exploración, como por ejemplo *identificar palabras o expresiones desconocidas, discutir su significado utilizando el diccionario en el aula, subrayar las palabras clave, distinguir lo esencial de lo accesorio* (Anexo 2).

Además de estas estrategias, se promovió la interpretación de *figuras, gráficos y esquemas*, y frecuentemente se recurrió a actividades de síntesis, como *resúmenes* y esquemas organizativos que se pueden incluir en la familia de los *mapas conceptuales* (Anexos 2 y 3). Mediante la interpretación de por ejemplo el esquema del anexo 2, los alumnos deberían poder describir la influencia de los factores abióticos en una población. Novak y Gowin (1998) opinan que el interés de los alumnos por los esquemas de organización de conocimientos puede aumentar si se les estimula a construirlos por sí mismos. Considerando que la autoconciencia acerca de lo que se cree saber es una de las primeras etapas metacognitivas que cada individuo debe superar para progresar en la construcción de su propio conocimiento, utilizamos con los alumnos tipos de tareas en las que era necesario pensar sobre lo que se sabe y lo que no. Como señala Flavell (1987), reflexionar sobre el propio aprendizaje, dirigiéndolo y evaluándolo, conduce al individuo a alcanzar un nivel más elevado en sus capacidades intelectuales.

También nos hemos preocupado de no alejarnos radicalmente de la forma de intervención tradicional, ni del libro de texto en particular, pero sí nos hemos preocupado de modificar las estrategias de exploración del mismo. Se orientó con frecuencia a los alumnos acerca de la forma en que deberían explorar el manual, sobre todo en cuestiones que considerábamos relevantes.

Los instrumentos utilizados

La recolección de datos se hizo con arreglo a un conjunto de instrumentos expresamente elaborados a tal efecto, que configuraron dos grandes campos instrumentales y de análisis: el *campo afectivo* y el *campo cognitivo*. Esta clasificación se desprende de la especificidad de los instrumentos de recogida de datos correspondientes: *cuestionario de opinión* (Anexo 4), *test de conocimientos*, protocolos escritos y entrevistas. Todos estos instrumen-

tos han sido elaborados por los propios investigadores después de un cuidadoso análisis de la literatura que les ha servido de apoyo. Era necesario por tanto la validación de su contenido, por un lado, y de su estructura y funcionalidad, por otro. Para ello, en una primera fase se sometieron a la opinión de dos profesoras de ciencias del tercer ciclo de enseñanza primaria y secundaria, y con posterioridad a la crítica de un especialista en educación e investigación educativa.

La utilización del cuestionario de opinión permitió evaluar el grado de satisfacción de los alumnos y consecuentemente inferir sus actitudes y expectativas en relación a diversos aspectos de la asignatura de ciencias naturales. Además de la actitud o grado de satisfacción global respecto a la asignatura (Sat.pre/Sat.post), estimados con base en la información conjunta de todos los apartados del cuestionario, se consideraron también las siguientes dimensiones parciales: *gusto por la asignatura* (Gd.Pre/Gd.post), utilizando para ello las preguntas 1, 2, 4, 6, 7, 9, 15 y 16; *utilidad y capacidades desarrolladas por la asignatura* (Uc.pre/Uc.post), correspondiente a las preguntas 12, 13, 21, 23 y 24; *sentimiento respecto al lenguaje utilizado* (Lg.pre/Lg.post), que incluye las preguntas 10 y 14; *actitud frente a la forma en que se desarrollan las clases* (Ac.pre/Ac.post), utilizando las preguntas 3, 5, 8, 11, 17, 18 y 19.

El cuestionario que se ha mencionado estaba formado por veinticuatro preguntas asociadas a escalas de seis intervalos. En este cuestionario se formularon la mayor parte de las preguntas en forma positiva, correspondiendo la posición más favorable a la calificación de seis puntos. Solamente se incluyeron cuatro preguntas formuladas de manera negativa, correspondiendo la posición más favorable a la calificación de un punto.

Un cuestionario de este tipo, que hace uso de las escalas de Likert, debe estar dotado de un grado de consistencia interna adecuado (Neto, 1998). Se procuró no hacer del cuestionario una miscelánea de preguntas, sino que se procuró presentar las afirmaciones de forma ordenada, teniendo en cuenta las áreas abordadas. Otra de nuestras preocupaciones fue el tipo de lenguaje utilizado en las afirmaciones, intentando de esta manera evitar algunas ambigüedades y falta de claridad en la interpretación y comprensión de las mismas. Tanto la versión pre como la post del cuestionario global, al que correspondía una puntuación máxima de 144 puntos, presentaban valores relativamente elevados del coeficiente de confianza, estimado mediante el α de Cronbach: 0,91 y 0,93 respectivamente. Se registraron valores similares para las cuatro dimensiones consideradas anteriormente.

Los *test de conocimientos* se pasaron en tres momentos, al principio, durante la intervención y al final de la misma (*Tc.pre/Tc.medio/Tc.post*), habiendo servido a la vez de soporte al proceso de evaluación sumativa de los alumnos y de instrumento de recogida de datos, sometido a análisis *cuantitativo* y *cualitativo*. Para su elaboración, se tuvieron en cuenta los objetivos definidos en la unidad didáctica objeto de enseñanza y la importancia dada a cada tema, a fin de poder evaluar las destrezas

implícitas o explícitas necesarias para alcanzar un nivel de aprovechamiento satisfactorio en cada apartado. Las cuestiones se elaboraron de forma que los alumnos se vieran obligados a poner en acción destrezas relativas a la interpretación, distinción entre lo real y lo accesorio, establecimiento de cadenas de razonamiento y justificación de decisiones. Se trata de definitiva de cuestiones deliberadamente distintas de las tradicionales, en las que se hace énfasis en señalar y etiquetar, donde el texto escrito casi no está presente, sea en el enunciado, sea en las respuestas. En la calificación de las respuestas, que en total sumaban 100 puntos, los investigadores tuvieron en cuenta la adecuación, claridad y organización del discurso. A pesar de que los indicadores de confianza estadística presentaban valores inferiores a los registrados para el cuestionario de actitud, lo cual es normal cuando se usan test de conocimientos de este tipo, los valores calculados para α fueron aún así bastante satisfactorios, rondando todos ellos el 0,0.

Los protocolos fueron aplicados por la investigadora a lo largo de la intervención (cerca de cuatro meses) a los grupos E1 y E2, y su análisis tuvo como objetivo la evaluación formativa, con la intención de regular la acción pedagógica y los aprendizajes de la forma más individualizada posible.

Se realizaron las entrevistas al final del curso, después de terminar la intervención en el aula y a fin de tener una mejor comprensión de la actitud de los alumnos respecto a la nueva metodología utilizada en el aula. Se pretendía analizar también las causas de algunas dificultades detectadas en las respuestas de los alumnos, ya sean escritas o verbales. Se entrevistó a 14 alumnos, 7 de cada grupo experimental. No se expone aquí lo referente a la cuestión de la representatividad toda vez que hemos tenido en cuenta, para la selección de los entrevistados, factores como el mayor o menor progreso en el aprendizaje, mejor o peor condición social, así como si residían en un medio rural o urbano. Las entrevistas se llevaron a cabo de forma individual durante unos 50 minutos de media.

RESULTADOS

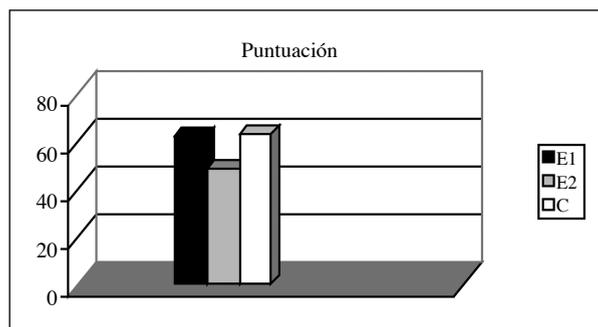
Aunque el análisis de covarianza es una herramienta estadística muy potente, que permite comparar los estados finales alcanzados por los grupos teniendo en cuenta en qué situaciones relativas de partida se encontraban (obtenidas mediante los pre-test), creemos que es útil describir el estado inicial, tanto en lo referente al campo afectivo como al campo cognitivo. Tratamos de dibujar una imagen más explícita de las diferencias en todo el trabajo de campo, diferencias que podrían quedar ocultas si simplemente nos limitásemos a caracterizar el estado final.

El estado de partida: campo afectivo

Del análisis de los resultados del cuestionario de opinión en su versión de pre-test, después de aplicar una ANO-

VA, se observó que no existían inicialmente diferencias estadísticas significativas entre los tres grupos (E1, E1 y C) en relación con este campo si lo abordamos como un todo [$F(2,76) = 2,159; p > 0,05$]. Aunque no se pudiesen considerar significativas estadísticamente estas diferencias, lo cierto es que existían. Como se puede observar en la gráfica de la figura 1, las medias obtenidas por los grupos E1, E2 y C fueron, respectivamente, 114, 109 y 108. Se puede afirmar que el grupo E1 partía de una posición con una tendencia más favorable respecto a la actitud o satisfacción global de los alumnos en relación con la asignatura de ciencias naturales y el aprendizaje de sus contenidos.

Figura 1
Comportamiento global de los grupos inicialmente: campo afectivo.



Respecto a las dimensiones o variables particulares que configuraban este campo –*gusto por la asignatura; utilidad y capacidades desarrolladas por la asignatura; sentimiento respecto al lenguaje utilizado; actitud frente a la forma en que se desarrollan las clases*–, solamente se detectaron diferencias significativas entre los grupos en relación con la variable *gusto por la asignatura*, siendo nuevamente el grupo E1 el que destacaba en la misma. Es necesario llamar la atención en este contexto respecto a las posiciones claramente diferenciadas en referencia a esta variable con que los grupos experimentales comenzaron su participación en el estudio, destacando de manera positiva precisamente el grupo E1.

El estado de partida: campo cognitivo

Teniendo como punto de partida el tratamiento estadístico de los datos relativos al nivel global de conocimientos de los alumnos en los temas abordados del programa, obtenidos mediante la aplicación del test de conocimientos TC.pre, se observó que existían diferencias significativas entre por lo menos dos de los tres grupos considerados [$F(2,76) = 2,159; p = 0,007$]. La aplicación del test de Bonferroni, junto con la información presente en el gráfico de la figura 2, nos ha permitido obtener los resultados que se presentan en la tabla 2.

Figura 2
Resultados de los grupos inicialmente: campo cognitivo.

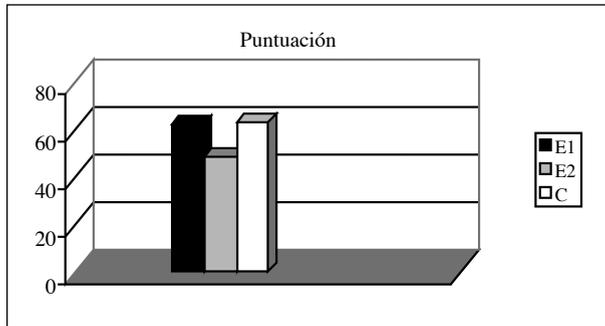


Tabla 2
Situación de los grupos en el estado inicial: campo cognitivo.

Anova	Variable	Grupos	p	Decisión
		E1 \propto C	0,90	E1 = C
campo cognitivo	Tc.pré	E1 \propto E2	0,02	E1 > E2
		E2 \propto C	0,01	E2 < C

Los símbolos =, > y < significan, respectivamente, «ha obtenido resultados medios estadísticamente iguales a», «ha obtenido resultados medios estadísticamente más altos que» y «ha obtenido resultados medios estadísticamente más bajos que».

Los datos anteriores nos llevan a admitir que los grupos E1 y C eran al principio estadísticamente equivalentes respecto al campo cognitivo y el rendimiento de ambos significativamente mayor que el del grupo E2.

Un análisis más detallado de los resultados de los alumnos en la resolución de aquellas cuestiones del pre-test de conocimientos que considerábamos más adecuadas para la evaluación de destrezas metacognitivas mostró que los grupos E1 y C parecían mostrar también unos mejores resultados iniciales en la *interpretación de textos de ciencias*, en la *lectura*, en la *organización del conocimiento*, en la *identificación de la información esencial* y en la *justificación de las decisiones tomadas*, al compararlos con los del grupo E2.

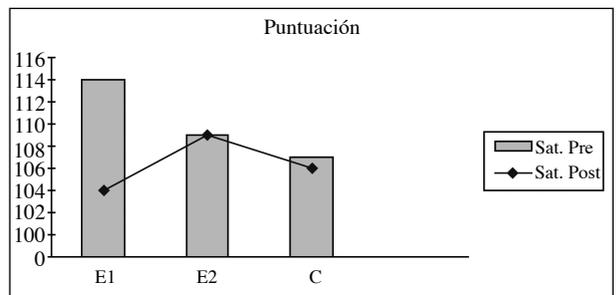
En resumen, se puede afirmar por tanto que, de acuerdo con la imagen que los profesores tenían del grupo E1, al principio era el que tanto afectiva como cognitivamente se encontraba en una posición más favorable para el aprendizaje de las ciencias naturales, seguido de cerca por el grupo de control. El grupo E2 se encontraba en una situación supuestamente menos favorable.

El estado final y los cambios ocurridos: campo afectivo

Las gráficas superpuestas en la figura 3 se han elaborado a partir de las medias asociadas al grado de satisfacción

global de cada grupo en los momentos *inicial* y *final* de la intervención. Se observa una cierta estabilización en las puntuaciones del grupo E2 y un descenso en las de los grupos E1 y C, bastante pronunciado en el primero, que sin embargo al principio del estudio parecía manifestar una actitud más favorable a la asignatura.

Figura 3
Cambios relativos a la actitud global de los grupos.



Se procedió a realizar un análisis de covarianza a fin de averiguar en qué dimensiones o factores constituyentes de este campo se habían producido principalmente los cambios. Para ello se aplicó el análisis a las versiones pre y post de las variables *gusto por la asignatura* (Gd.pre/Gd.post), *utilidad y capacidades desarrolladas por la asignatura* (Uc.pre/Uc.post), *sentimiento ante el lenguaje utilizado* (Lg.pre/Lg.post), *actitud frente a la forma en que se desarrollan las clases* (Ac.pre/Ac.post). Con este procedimiento, y por razones que la información precedente permite anticipar fácilmente, fue posible identificar diferencias significativas y positivas en favor del grupo experimental E2 respecto a las variables *gusto por la asignatura* ($p = 0'00$) y *capacidades desarrolladas por la asignatura* ($p = 0'01$). Respecto al resto de las variables, los tres grupos se mostraron estadísticamente equivalentes en relación con los cambios ocurridos.

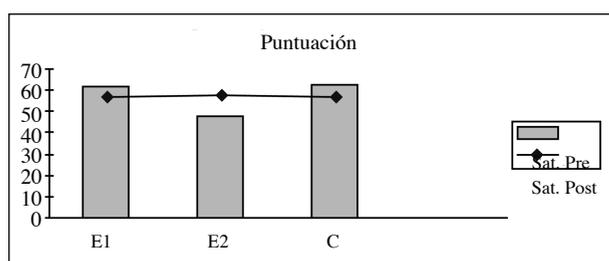
En síntesis, parece que los resultados obtenidos apuntan hacia una interacción afectiva más favorable a la intervención experimental respecto a la de control en el caso del grupo E2, mientras que ocurre lo contrario en relación con el grupo E1. Esta diferencia de comportamiento (en cierto modo inesperada) de los grupos experimentales puede tal vez ser explicada a partir de posibles diferencias en los perfiles motivacionales y de aprendizaje de estos grupos.

El estado final y los cambios ocurridos: campo cognitivo

La aplicación de un análisis de varianza a los resultados del test de conocimientos Tc.post mostró una clara homogeneidad entre los grupos, hecho bien ilustrado en la figura 3. Dado que el análisis hecho sobre el test de

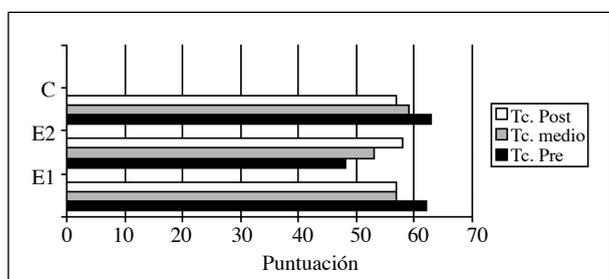
conocimientos Tc.pre había mostrado la existencia de diferencias estadísticamente significativas, quisimos averiguar cuál era la tendencia de los cambios ocurridos entre el pre-test y el post-test. Los datos de la figura 4 muestran una situación semejante a la observada en el campo afectivo. Siendo verdad que, como hemos referido con anterioridad, los tres grupos habían obtenido resultados idénticos en el cómputo global del campo cognitivo al final de la intervención (Tc.post), también ocurre que, en términos de cambios, el grupo E2 sale una vez más claramente favorecido respecto a cualquiera de los otros dos.

Figura 4
De la situación inicial a la final: cambios en el campo cognitivo.



El sentido de estos cambios ya se perfilaba en el test intermedio, como ilustra el gráfico de la figura 5. Este gráfico pretende complementar al anterior en lo relativo a la síntesis evolutiva de las transformaciones ocurridas en el conocimiento conceptual durante los tres momentos de evaluación considerados (Tc.pre, Tc.medio y Tc.post).

Figura 5
Evolución en el rendimiento de los grupos: campo cognitivo.



Ha sido posible confirmar la existencia de diferencias significativas entre los tres grupos en lo relativo a los cambios ocurridos entre el estado de partida y el de llegada (Tabla 3), utilizando para ello un análisis de covarianza que tomaba como variable el post-test y como covariable el pre-test y que reveló un nivel de significatividad $p < 0,05$.

Tabla 3

Cambios en el campo cognitivo: análisis comparativo.

Ancova	Variable	Grupos	p	Decisión
campo cognitivo	Tc.post	E1 \times C	0,00	E1 > C
		E1 \times E2	0,01	E1 < E2
		E2 \times C	0,00	E2 > C

El símbolo > significa que el grupo referenciado en primer lugar presenta un cambio más favorable (o menos desfavorable, como son el caso del par E1 \times C) que el segundo. El símbolo <, que el grupo referenciado en primer lugar muestra un cambio menos favorable que el segundo.

Los resultados obtenidos, en suma, parecen señalar la existencia de progresos significativos del grupo E2 respecto a los grupos E1 y C en este campo. La evidencia de estos progresos se ve reforzada por el hecho de que al principio de la intervención el grupo E2 estaba en clara desventaja en comparación con los otros. Por otro lado, el análisis llevado a cabo señala una ligera ventaja del grupo E1 en relación con el de control.

De forma parecida a como hicimos antes y a fin de realizar un análisis más detallado, seleccionamos a continuación cinco apartados del Tc.post. Para resolver los apartados seleccionados era necesario poner en práctica destrezas metacognitivas relevantes que habían sido objeto de entrenamiento específico. Se muestra en la tabla 4 la citada selección de apartados, así como las destrezas respectivas puestas en práctica y el correspondiente nivel de competencia mostrado por los grupos. El análisis de la tabla nos muestra una mayor facilidad de los grupos experimentales en comparación con el de control, en particular con respecto a las destrezas evaluadas por los apartados 1 y 9.1. Estos apartados configuraban el núcleo fundamental de las destrezas metacognitivas tratadas durante la intervención: *organización del conocimiento, lectura, interpretación de la información escrita, selección de la información más adecuada e identificación de la idea principal de un texto*. La diferencia positiva de los grupos experimentales en este abanico de destrezas se confirmó además mediante los correspondientes análisis de covarianza.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

Este trabajo tenía como finalidad global ayudar a los alumnos a desarrollar destrezas cognitivas y metacognitivas, y a la vez fomentar sentimientos y actitudes favorables al aprendizaje de las ciencias. La interpretación de los resultados obtenidos muestra algunas potencialidades de la intervención experimental en comparación con las que habitualmente se hacen en el aula, aunque también deja otras sin determinar. Unas y otras se presentan y discuten a continuación.

– *La intervención experimental parece haber contribuido a mejorar la destreza cognitiva y metacognitiva de los alumnos.*

Durante el desarrollo del estudio nuestro objetivo fue pro-

Tabal 4
 Nivel de utilización de destrezas de los grupos en el estado final campo cognitivo.

APARTADOS	DESTREZAS EVALUADAS	PUNTUACIÓN DEL APARTADO	UTILIZACIÓN (MEDIA)
1	organiza el conocimiento explica un hecho selecciona la información más adecuada	5	E1 = 5 E2 = 5 C = 3
2.2	interpreta datos presenta argumentos justificativos	4	E1 = 3 E2 = 3 C = 3
4.2	analiza gráficos aplica el conocimiento a nuevas situaciones	8	E1 = 4 E2 = 5 C = 5
6.2	interpreta un esquema explica un hecho	6	E1 = 2 E2 = 2 C = 2
9.1	lee atentamente interpreta información escrita identifica la idea principal de un texto pone título a un texto	4	E1 = 3 E2 = 3 C = 2

mover en los alumnos de los grupos experimentales destrezas que les permitiesen interpretar textos científicos, organizar sus conocimientos y estructurar el pensamiento.

Al principio de la intervención, los grupos E1 y C obtuvieron resultados similares en el pre-test de conocimientos, aparentando ser los que realizaban una mejor lectura, interpretación de la información, identificación de la idea principal e incluso una mejor organización del conocimiento. Las dificultades de los tres grupos para comprender el lenguaje oral y escrito fueron constantes mientras duró la intervención. La interpretación de textos científicos era por tanto una tarea penosa para los alumnos, a pesar de haber sido atenuada en los grupos experimentales debido a que pronto se habituaron a utilizar el diccionario en el aula para extraer significados. Las dificultades lingüísticas, particularmente en la interpretación de textos, tienen gran influencia respecto a la organización del conocimiento y la estructuración del pensamiento. Al pedirle a los alumnos que «comentasen» o «justificasen» una frase o extracto de un texto, la mayoría simplemente no respondía.

Como señalan muchos autores, la falta de entrenamiento en métodos de estudio y de aprendizaje adecuados es uno de los factores que más contribuyen a la falta de éxito de los alumnos (Almeida y Morais, 2002). Al no desarrollar destrezas de pensamiento, los alumnos pueden encontrar que todo es difícil, fastidioso e incontrolable.

Mientras se desarrolló la intervención se iría alterando de algún modo la tendencia inicial; los grupos experimentales al final mostraron resultados significativamente mejores que los del grupo de control en la mayoría de las destrezas que estamos estudiando, lo cual se notaba también en la mayor facilidad con que afrontaban las tareas

correspondientes. Los resultados obtenidos por los grupos experimentales y por el grupo de control en el post-test de conocimientos presentaron diferencias significativas en favor de los primeros. Los resultados del grupo E2, que al principio de la intervención eran inferiores a los del C y el E1 respecto a la comprensión y a las destrezas de lectura y síntesis, mejoraron significativamente en comparación con los otros dos grupos. Los resultados de este grupo mejoran en un momento intermedio y mantienen la regularidad hasta el final. Las diferencias observadas en los cambios relativos de los tres grupos se deben, por un lado, a una regresión en los resultados del grupo de control, y por otro a la dificultad que manifestaba el grupo E1 para adaptarse a la nueva metodología, dificultad que resultaba de su preferencia declarada hacia las clases de tipo expositivo. De los resultados obtenidos por el grupo de control, parece que se puede inferir que la metodología tradicional no permitió que los alumnos desarrollasen las destrezas necesarias para un aprendizaje más efectivo de los contenidos de la asignatura. Tenemos que señalar que la regresión en los resultados del grupo de control acabó por no ser demasiado acentuada, tal vez por el hecho comprensible de que no fuimos capaces de conseguir en ese grupo una actitud constante de enseñanza «típicamente tradicional». Cuando el grupo estaba a nuestro cargo se nos hacía difícil no promover en los alumnos, aunque fuese inadvertidamente, algunas estrategias que les permitiesen desarrollar destrezas de pensamiento.

La metodología experimental parece por tanto haber tenido una influencia positiva en las diferencias significativas que hemos observado entre los grupos al finalizar la intervención, habiendo sido el grupo E2, que al principio se encontraba en una posición menos favorable, el que consiguió mayor ventaja. Este resultado viene a reforzar la necesidad

y la posibilidad efectiva de ejercitar de forma explícita estrategias metacognitivas, tal como han defendido autores como Salema (1997) y Macías, Castro y Maturano (1999).

Técnicas como la *interpretación de esquemas* y la *elaboración de mapas conceptuales* mostraron también que potenciaban el éxito en la organización del conocimiento y en la estructuración del pensamiento. El éxito relativo de los grupos experimentales respecto a estas tareas se puede deber también, desde nuestro punto de vista, a que los alumnos compartían ideas entre sí y con la profesora al discutir la posición jerárquica de los conceptos. Según Vygotsky (1996), el desarrollo de la capacidad de pensar es en gran medida un desarrollo de «fuera para adentro». El mismo autor considera que la interacción social es un requisito fundamental para tal desarrollo, de forma que las funciones cognitivas de nivel superior empiezan por tener una fase social y posteriormente se internalizan.

El desarrollo de la metacognición es por una parte un proceso permanente e inacabado, complejo y lento, que requiere determinación ante concepciones y hábitos enraizados en los alumnos. El éxito de tareas como las que se utilizaron en este estudio en cuanto a promover estrategias metacognitivas requiere períodos de aplicación más prolongados, para que los alumnos se sientan cómodos con las técnicas que sustentan tales estrategias (como por ejemplo las palabras clave y los mapas conceptuales) y para que ocurran cambios en las destrezas de pensamiento y en las actitudes.

Aún así, si tenemos en cuenta los objetivos previstos y la necesidad de cumplir con el programa escolar, no nos ha parecido que la intervención experimental requiriese más tiempo del habitual, sino por el contrario parece que permite rentabilizarlo.

Además de esto, el desarrollo de destrezas metacognitivas parece tener consecuencias en cuanto al *comportamiento*. Si se les diese a los alumnos la oportunidad de pensar y si las actividades de aula que exigen pensar impregnasen el currículo efectivo, comportamientos como la dependencia, la falta de concentración, la resistencia al cambio y a la necesidad de pensar, podrían ocurrir posiblemente con una deseable menor frecuencia.

– *Los resultados obtenidos dejan abierta la posibilidad de que la intervención experimental favorezca el cambio hacia actitudes más positivas de los alumnos respecto a las ciencias.*

Los cambios mostrados por los grupos respecto a esto han sido comparativamente diferentes. Si bien es verdad que el grupo experimental E2 no parece haberse resentido por el cambio de paradigma didáctico, puesto que mantuvo su nivel de actitud global respecto a la asignatura de ciencias naturales (habiendo incluso subido en algunos aspectos particulares), no ocurrió lo mismo con el grupo E1, en el que se observó un descenso pronunciado que incluso era mayor que el detectado en el grupo de control.

La interacción afectiva del grupo E1 con la intervención experimental tendió a mostrarse comparativamente menos favorable. Aún así algunos alumnos de este grupo

dejaron bien claro durante las entrevistas que, a pesar de que la nueva metodología «*daba mucho trabajo*», reconocían la existencia de ventajas respecto a la metodología tradicional porque «*obliga a pensar*» y «*ayuda a comprender mejor los textos*».

De cualquier forma no parece justificado admitir que existe una ventaja inequívoca de la metodología experimental respecto a la de control en lo referente a la dimensión afectiva. Lo que sí se puede admitir es la muy probable interacción diferenciada entre las características de los alumnos de los grupos experimentales (por ejemplo sus motivaciones, estilos cognitivos y de aprendizaje) y las características de la estrategia experimental y los materiales didácticos correspondientes. Como ha sido mostrado, por ejemplo, por Martín Díaz y Kempa (1991), los alumnos tienden a preferir aquellas metodologías didácticas que se adaptan a sus necesidades de motivación, y a rechazar las que no lo hacen. Es decir si desde un punto de vista cognitivo es necesario tener en cuenta el conocimiento previo de los alumnos, desde un punto de vista afectivo es necesario considerar sus motivaciones como características intrínsecas que son y que se traducen en preferencias por distintas estrategias de enseñanza y de aprendizaje.

Es posible que estas consideraciones puedan explicar el hecho de que el grupo E1 terminase siendo, de entre los dos experimentales, el que reaccionó menos favorablemente a la nueva metodología. Más aún si tenemos en cuenta que al principio se le consideraba el grupo privilegiado.

– *Los resultados obtenidos dejan abierta la posibilidad de que la intervención experimental favorezca el aprendizaje de conceptos de ciencias.*

Las pruebas recogidas son también bastante parecidas a las antes discutidas. En el test de conocimientos, es decir, en la dimensión conceptual, el grupo E2 también acabó teniendo un comportamiento más favorable, tal como muestran sus significativos progresos respecto a la situación inicial. En cuanto al grupo E1, aunque no haya habido en este ámbito un cambio desfavorable de la amplitud experimentada en el campo de las actitudes, manifestó sin embargo una cierta tendencia descendente. Dado el comportamiento dispar de los dos grupos experimentales, no hemos podido confirmar inequívocamente que la intervención experimental haya sido más eficaz en la construcción del conocimiento conceptual de lo que lo fue la de control.

Por otra parte, la interacción que antes hemos admitido entre las características de la estrategia experimental y las características y preferencias de los alumnos parece ser también una hipótesis bastante plausible. Sin embargo, la confirmación de esta hipótesis queda pendiente para futuras investigaciones. El hecho de que el grupo E2, que al principio se suponía menos receptivo a una metodología de este tipo, haya conseguido obtener mejores resultados en relación con las destrezas cognitivas y metacognitivas refuerza la postura de todos los que reclaman una mayor atención a este tipo de destrezas. La mejora de estas destrezas es más acentuada en el caso de alumnos que presentan mayores deficiencias en las mismas debido a distintos condicionantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, L.S. y MORAIS, M.F. (2002). *Programa de Promoção Cognitiva* (4.ª ed.). Braga: Psiquilíbrios Edições.
- BRANSFORD, J.D., BROWN, A.L. y COOKING, R.R. (eds.) (2000). *How people learn: Brain, mind, experience, and school*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- BROWN, A.L. (1987). Metacognition, Executive Control, Self-regulation, and Other more Mysterious Mechanisms, en Weinert, F.E. y Kluwe, R.H. (eds.). *Metacognition, motivación and understanding*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- CAMPANARIO, J.M. y MOYA, A. (1999). ¿Cómo Enseñar Ciencias? Principales Tendencias y Propuestas. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), pp. 179-192.
- COHEN, L., MANION, L. y MORRISON, K. (2000). *Research methods in education*. Nueva York: Routledge.
- COSTA, A.L. (ed.) (2001). *Developing minds: A resource book for teaching thinking* (3.ª ed.). Washington: Association for Supervision & Curriculum Development.
- CRUZ, N. y NOVAIS, A. (1989). O Ensino das Ciências, o Desenvolvimento das Capacidades Metacognitivas e a Resolução de Problemas. *Revista de Educação*, 1 (3), pp. 65-75.
- DOLY, A. (1999). Metacognição e Mediação na escola, en Grangeat, M. (coord.). *A metacognição, um apoio ao trabalho dos alunos*. Porto: Porto Editora.
- FLAVELL, J.H. (1987). Speculations About the Nature and Development of Metacognition, en Weinert, F.E. y Kluwe, R.H. (eds.). *Metacognition, motivación and understanding*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- GEORGHIADES, P. (2004). From the General to the Situated: Three Decades of Metacognition. *International Journal of Science Education*, 26(3), pp. 365-383.
- GUTIÉRREZ, I.G. (1986). La Motivación Escolar: Determinantes Sociológicos y Psicológicos del Rendimiento, en Mayor, J. (dir.). *Sociología y psicología social de la educación*. Madrid: Ediciones Anaya.
- HAMERS, J.H.M. y OVERTOON, M.Th. (1998). Programas Europeus de Ensinar a Pensar: Tendências e Avaliação. *Inovação*, 2, pp. 9-25.
- KOCH, A. (2001). Training in Metacognition and Comprehension of Physics Texts. *Science Education*, 85, pp. 758-768.
- MACÍAS, A., CASTRO, J.I. y MATURANO, C.I. (1999). Estudio de algunas variables que afectan la comprensión de Textos de Física. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(3), pp. 431-440.
- MARTÍN DÍAZ, M.J. y KEMPA, R.F. (1991). Los alumnos prefieren diferentes estrategias didácticas de la Enseñanza de las Ciencias en función de sus características Motivacionales. *Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), pp. 59-69.
- MATURANO, C.I., SOLIVERES, M.A. y MACIAS, A. (2002). Estrategias Cognitivas y Metacognitivas en la Comprensión de Textos de Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), pp. 415-425.
- NETO, A.J. (1998). *Resolução de problemas em Física - conceitos, processos e novas abordagens*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.
- NOVAK, J.D. y GOWIN, D.B. (1988). *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Ediciones Martínez Roca.
- OSBORNE, J., SIMON, S. y COLLINS, S. (2003). Attitudes Towards Science: a Review of the Literature and its Implications. *Internacional Journal of Science Education*, 25(9), pp. 1049-1079.
- PERRENOUD, P. (1998). La Transposition Didactique à Partir de Pratiques: des Savoirs aux Compétences. *Révue des Sciences de l'Éducation*, XXIV (3), pp. 487-514.
- PESTANA, M.H. y GAGEIRO, J.N. (2003). *Análise de dados para ciências sociais - A complementaridade do SPSS* (3.ª ed.). Lisboa: Edições Sílabo.
- PIAGET, J. (1977). *Seis estudos de psicologia*. Lisboa: Publicações Dom Quixote.
- RATHS, L.E., ROTHSTEIN, A. y WASSERMAN, S. (1977). *Ensinar a pensar*. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária.
- SALEMA, M.H. (1997). *Ensinar e aprender a pensar*. Porto: Texto Editora.
- TAVARES, J. (1992). *A aprendizagem como construção de conhecimento pela via da resolução de problemas e da reflexão*. Aveiro: CIDInE, Centro de Investigação, Difusão e Intervenção Educacional.
- VALENTE, M.O. (1989). Projecto DIANOIA: uma Aposta no Sucesso Escolar pelo Reforço do Pensar sobre o Pensar. *Revista de Educação*, 3(1), pp. 41-45.
- VALENTE, M.O. (1995). O Ensino das Ciências e a Formação Pessoal e Social dos Jovens, en Miguéns, M. et al. (cords.). *Educação em Ciências da Natureza, Actas do V Encontro Nacional de Docentes*. Portalegre: Escola Superior de Educação de Portalegre.
- VALENTE, M.O. et al. (orgs.) (1991). *Programas para ensinar a pensar*. Lisboa: DEFCUL/DIANOIA.
- VALENTE, M.O. et al. (orgs.) (2000). *Aprender a pensar*. Lisboa: DEFCUL/DIANOIA.
- VYGOTSKY, L. (1996). *A formação social da mente - o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores* (5ª ed.). São Paulo: Livraria Martins Fontes.
- VYGOTSKY, L. (1998). *Pensamento e linguagem* (2ª ed.). São Paulo: Livraria Martins Fontes.

[Artículo recibido en mayo de 2004 y aceptado en marzo de 2007]

ANEXO 1

Ficha de Trabajo

Registro de conocimientos previos sobre un tema		
<p>Instrucciones: Responde a cada afirmación dos veces, una antes de la lección y otra después. ---- Escribe A, si estás de acuerdo con la afirmación ---- Escribe B, si no estás de acuerdo con la afirmación</p>		
Respuesta antes de la lección	Funcionamiento de los Ecosistemas	Respuesta después de la lección
	En la naturaleza, muchos de los seres vivos viven en sociedad.	
	Las relaciones bióticas son relaciones que se establecen entre las distintas poblaciones de la comunidad.	
	Las relaciones bióticas se pueden establecer entre individuos de la misma especie y entre individuos de especies distintas.	
	Entre seres de la misma especie que viven en la misma biocenosis existen relaciones intraespecíficas.	
	Las relaciones interespecíficas se establecen entre seres vivos de especies diferentes que viven en la misma comunidad.	
	Las acciones múltiples entre los seres vivos y el medio físico se conocen como relaciones abióticas.	
	Las relaciones abióticas son interrelaciones que ocurren entre las poblaciones y el medio físico que las rodea.	

ANEXO 2

Ficha de Trabajo

Información

Observa con atención el **esquema** en forma de araña que se te proporciona **por separado**. En él están representadas las ideas clave y los atributos de una determinada cuestión relacionada con el tema de los ecosistemas. Responde a continuación a las siguientes preguntas.

Preguntas

1. **Transcribe** del esquema las **palabras o expresiones** de las que no conozcas el significado.
2. **Con la ayuda de los diccionarios**, que están a tu disposición en el aula, busca el significado de las palabras que has escrito.
3. **¿Cuál es la idea principal** del esquema?
4. Cualquier población está influida por distintos **factores abióticos**. **Cita** esos factores.
5. **Explica** en qué aspectos los factores *suelo* y *temperatura* ejercen su influencia en la población.
6. **Formula una pregunta** acerca de cosas que has interpretado en el esquema y de las que te gustaría conocer la respuesta.

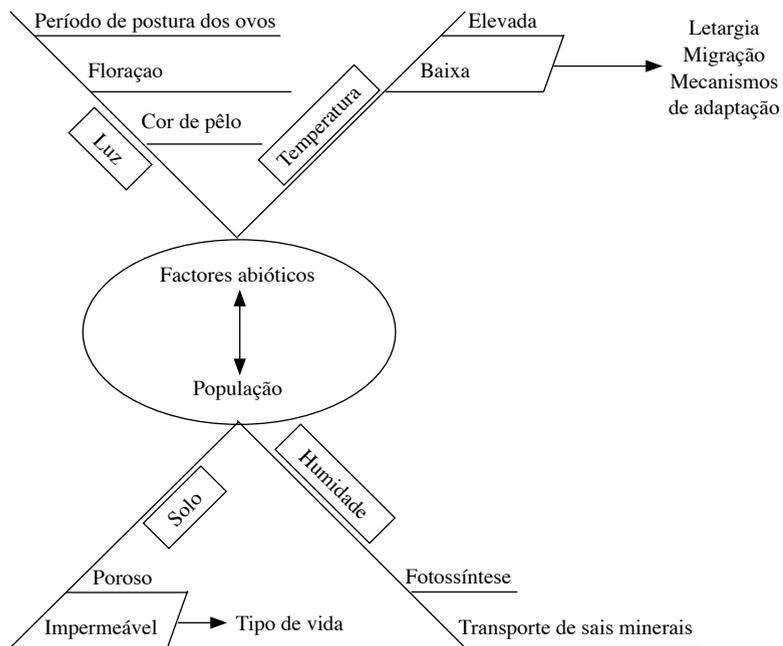
ANEXO 3

Ficha de Trabajo: Tipos de fosilización

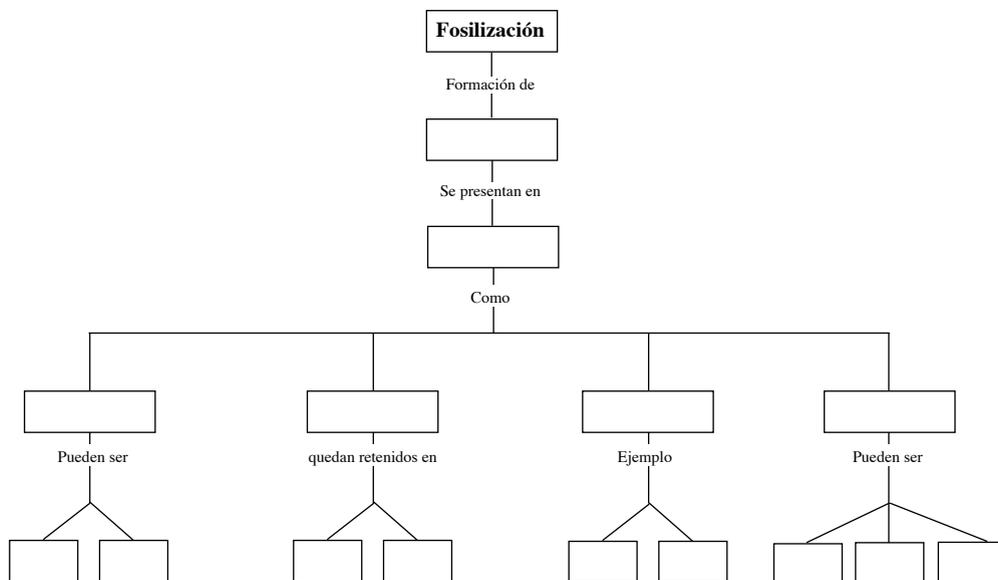
TEXTO: En la naturaleza se dan varios tipos de fosilización. Dependiendo de las condiciones del medio, los seres vivos pueden aparecer fosilizados por momificación, mineralización, marcas y moldes externos e internos.

1. Lee el texto con atención
 - 1.1. Marca en el texto, con una elipse, los conceptos importantes
 - 1.2. Indica palabras de relación entre conceptos
2. Observa atentamente la proyección de diapositivas acerca de fósiles
 - 2.1. Aporta ideas (a la clase) que puedan explicar el tipo de fosilización que ha ocurrido en cada una de ellas. Anota las conclusiones a las que has llegado
3. En el esquema que se te ha presentado por separado está indicado solamente un concepto y algunos términos de relación
 - 3.1. Completa el esquema utilizando los conceptos que has marcado en el texto y recordando los ejemplos que has observado en las diapositivas

Esquema del Anexo 2



Esquema del Anexo 3



¡ACABAS DE COMPLETAR UN MAPA CONCEPTUAL!

ANEXO 4

CUESTIONARIO DE OPINIÓN

Grado de Satisfacción con las Ciencias Naturales

Escuela: _____ Fecha: __/__/__
 Alumno: _____ Curso ____ N° ____ Grupo: ____

	6	5	4	3	2	1
	Plenamente de acuerdo					No estoy de acuerdo
1. Me gusta estudiar C.N.	6	5	4	3	2	1
2. Los temas que se tratan en las clases de C.N. son interesantes.	6	5	4	3	2	1
3. Me gustan las clases de C.N.	6	5	4	3	2	1
4. Estudiar C.N. es una tarea que me satisface.	6	5	4	3	2	1
5. Aprender C.N. es divertido.	6	5	4	3	2	1
6. Siempre estoy atento en las clases de C.N.	6	5	4	3	2	1
7. El tiempo que paso en las clases de C.N. es agradable.	6	5	4	3	2	1
8. Aprender C.N. es difícil.	6	5	4	3	2	1
9. Me pongo nervioso en las clases de C.N.	6	5	4	3	2	1
10. Me siento desconcertado en las clases de C.N.	6	5	4	3	2	1
11. Me gusta la forma en que se llevan a cabo las clases de C.N.	6	5	4	3	2	1
12. En las clases de C.N. aprendo a seleccionar los aspectos más importantes.	6	5	4	3	2	1
13. En las clases de C.N. aprendo a reflexionar.	6	5	4	3	2	1
14. El lenguaje utilizado en las clases de C.N. es fácil.	6	5	4	3	2	1
15. Quiero ser uno de los mejores alumnos de la clase de C.N.	6	5	4	3	2	1
16. Espero con impaciencia las clases de C.N.	6	5	4	3	2	1
17. Me gustan las actividades escritas en las clases de C.N.	6	5	4	3	2	1
18. Me gusta usar el libro de texto en las clases de C.N.	6	5	4	3	2	1
19. Me gustan las actividades de laboratorio en las clases de C.N.	6	5	4	3	2	1
20. Me pongo nervioso con los test de C.N.	6	5	4	3	2	1
21. En las clases de C.N. todos los alumnos tienen la oportunidad de expresar su opinión.	6	5	4	3	2	1
22. Me gusta resolver los test de C. N.	6	5	4	3	2	1
23. Los conocimientos teóricos de las clases de C.N. me ayudan a comprender algunos hechos cotidianos.	6	5	4	3	2	1
24. Lo que aprendo en C.N. puede influir en mi futura profesión.	6	5	4	3	2	1

Science Education and the Development of Thinking Skills: A Metacognitive Study with 7th Year Primary Students.

RIBEIRO, MARÍA FILOMENA¹ y NETO, ANTÓNIO J.²

¹Escola Secundaria de São Lourenço, 7300-070. Portalegre. Portugal

²Departamento de Pedagogía y Educación. Universidad de Évora. Portugal

mariafilomena.ribeiro@gmail.com

aneto@uevora.pt

Abstract

Education has always been considered a paramount goal of our society. As far as science education is concerned, particularly in our technological age, that goal raises the need to develop adequate attitudes and skills in students that might foster life-long learning and problem solving performance. Acquiring new ways of being and learning is, in that way, an undeniable challenge for science education today. Learning how to learn and how to think, therefore, can't help being seen as the most important goal for science education and scientific literacy. But, in order for that goal to be attained, more attention should be paid in our science classrooms to metacognition and other related human behaviour than has been the case in the past. Thinking about what they know or don't know helps students reflect upon their failures and success and, in that way, regulate and evaluate their learning and problem solving competency.

This paper refers to some research, the main focus of which was, precisely, to develop and apply new approaches for the science classroom aimed at promoting pupils' thinking skills and attitude change, by their being involved in a metacognitive and dialogical pedagogical atmosphere. The objectives of the study were the following: 1) to promote explicit training of adequate problem solving skills in science classroom settings; 2) to evaluate the impact of those approaches on the students' cognitive, metacognitive and affective behaviour, particularly as regards reading comprehension, knowledge and thinking organization, and problem solving skills; 3) to derive important practical contributions aimed at fostering students' attitudes to science teaching and learning; 4) to promote thinking skills and science learning transfer for real-life situations.

Framed by those objectives and theoretical cornerstones, the empirical part of the research was supported by a mixed method methodological strategy, trying to combine, in a threefold manner, both quantitative and qualitative research procedures. The former involved research tools such as attitude questionnaires and paper and pencil tests, with the corresponding data treated by

descriptive and inferential statistical techniques, like the ANOVA and ANCOVA models; the latter was chiefly based on semi-structured interviews, students' written work and tests and the teacher-researcher field notes; the corresponding data was subjected to a profound content analysis followed by an appropriate categorization of the students' speech and argumentation.

The empirical part of the research was supported by a quasi-experimental non-equivalent design, which involved two experimental groups and a control one. The groups corresponded to three intact 7th grade classes, respectively made up of 27, 27 and 25 pupils, all of approximately 12 years of age, who attend a Portuguese Primary School, located in the city of Portalegre, in the south of Portugal.

The study was carried out for about four months in the field of Natural Sciences. The teaching branch of the study was conducted by the students' own regular teacher, who in fact is the first author of this paper. While a traditional textbook approach was followed in the control group; in the experimental ones, students were taught by using a comprehensive and metacognitively oriented strategy, including intensive training in reading comprehension and problem solving skills and tasks, such as concept mapping and other related tools.

In general, the results appeared to reveal important progress favouring the experimental groups as compared to the control ones. This differentiated progress proved, however, to only be significant in the field of those cognitive and metacognitive skills that had been intensively and explicitly trained, as is the case of reading comprehension and concept mapping performance in school science. In the fields of attitude change and school achievement, that evidence was not as clear. Our claim that the development of pupils' cognitive and metacognitive skills can be a feasible educational goal, was, even so, thoroughly supported.

Keywords: *science education, thinking skills, metacognition, attitudes, problem solving, reading comprehension, concept mapping*