

INFLUENCIA DE UNA INTERVENCIÓN EDUCATIVA BASADA EN LA ESCRITURA DE INFORMES DE INVESTIGACIÓN SOBRE EL APRENDIZAJE CONCEPTUAL Y LA TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO A LA INTERPRETACIÓN DE SITUACIONES

REIGOSA CASTRO, CARLOS EMILIO

IES Fuentesnuevas (León) y Departamento de Química y Física Aplicadas. Universidad de León
carlosreigosa@edu.xunta.es

Resumen. En este trabajo se analiza, con alumnos de 4º de ESO, la influencia de la redacción de un informe de investigación en su aprendizaje conceptual y en su transferencia de conocimiento científico a la interpretación de una situación hipotética nueva, hallándose una mejoría significativa en la interpretación de la nueva situación. Mediante una metodología cualitativa se profundiza en el análisis del proceso de redacción de informes de investigación, hallándose evidencias que muestran que proporcionó a los estudiantes del estudio un contexto que favoreció el desarrollo de la capacidad de interpretar situaciones reales y que proporcionó diversos tipos de apoyo para el aprendizaje de los estudiantes.

Palabras clave. Escritura, informes de investigación, aprendizaje conceptual, transferencia de conocimiento, laboratorio de química.

Influence of an educative intervention based on writing research reports upon the conceptual learning and the transference of knowledge to the interpretation of situations

Summary. The effect in 10th grade students of writing a research report in their conceptual learning and in their transference of scientific knowledge to the interpretation of a hypothetic new situation is analyzed in this work, finding a significant improvement in the interpretation of the new situation. By means of a qualitative methodology, the analysis of writing research reports is deepened, finding evidences which show that it gave to the students of the study a context that favoured the development of their ability to interpret real situations and that provided several kinds of supports for their learning.

Keywords. Writing, research reports, conceptual learning, knowledge transference, chemistry laboratory

MARCO TEÓRICO Y PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

La perspectiva de considerar la ciencia como una actividad social ha guiado estudios sociológicos de la actividad científica como el de Latour y Woolgar (1995), quienes caracterizan las prácticas de los científicos como un intento de poner orden en un conjunto desordenado

de observaciones, siendo la producción de artículos de investigación uno de los fines de la práctica científica. Pero no sólo la ciencia puede verse como una actividad social, sino que lo mismo puede aplicarse al aprendizaje. El conocimiento pertenece a los grupos y no a los indivi-

duos concretos, por lo que la sustancia de la cognición es social. Wertsch y Rupert (1993) inciden en la dimensión social del funcionamiento mental y proponen aproximarse al análisis de los procesos sociales, no como si existirían únicamente al servicio del funcionamiento cognitivo de los individuos, sino que, siguiendo una línea que se remonta a Vygotski (1979), abogan por considerar el desempeño o actuación social de un individuo como mediado por instrumentos psicológicos y físicos. La visión social del aprendizaje ha dado pie a la noción de *cognición situada* (Brown et al., 1989), que considera que el conocimiento es un producto de la actividad, contexto y cultura en los que se usa, en los que está situado. Los individuos pueden desarrollar modos de actuar complejos, pero que no son independientes de las prácticas sociales en las que se desarrollan (Wells, 1999). Brown et al. (op. cit.) proponen enmarcar el aprendizaje en la actividad y hacer un uso deliberado del contexto. Los alumnos deberían implicarse en actividades auténticas, que, en el caso de la enseñanza de las ciencias, serían actividades pertenecientes a la cultura de la comunidad científica, para así poder desarrollar su aprendizaje como introducción en la cultura científica. Lave y Wenger (1991) indican que gran parte de nuestro aprendizaje ocurre a través de la *participación periférica legítima*, que implica una participación en la actividad culturalmente significativa desde un rol inicialmente periférico que se transforma progresivamente en una posición más central.

En consonancia con una visión del aprendizaje de las ciencias como un proceso de introducción en la cultura científica, en el proyecto de investigación en el que se ha hecho este trabajo, partiendo de la base de que aprender ciencias implica experimentar actividades coherentes con el trabajo científico (Reigosa y Jiménez, 2000), se han diseñado diversas unidades formativas concebidas en torno a la resolución activa de problemas compatibles con aquellos a los que se enfrentan los científicos. Existen investigaciones que muestran que contextos de trabajo de este tipo en el aula pueden ayudar a que los alumnos desarrollen destrezas de mayor complejidad (Roth y Roychoudhury, 1993). En nuestro grupo de investigación consideramos importante que los problemas sean creíbles y que su solución no esté definida de antemano, pudiendo no ser única, o que, si sólo hay una, haya distintos caminos aceptables para llegar a ella (Reigosa y Jiménez, 2001a).

Un evento esencial de la enseñanza científica como introducción en la cultura científica debería ser la inmersión en el discurso científico (Florence y Yore, 2004). Yore et al. (2004) muestran que los científicos están de acuerdo con que la escritura genera comprensión y clarifica ambigüedades en la ciencia. En las formas de escribir de los científicos existen diversos géneros, uno de ellos el informe de investigación (Keys, 1999), formato en el que los investigadores documentan sus indagaciones y cuyo dominio por parte de los estudiantes puede ser mejorado (Reigosa, 2006).

Existen investigaciones que nos muestran la importante relación entre la escritura y el aprendizaje de la ciencia. Por ejemplo, Ellis (2004) pone en evidencia la impor-

tancia de las estrategias de escritura de los estudiantes sobre la calidad del aprendizaje. Hand y Prain (2002) plantean el uso de la escritura, tanto usando géneros científicos tradicionales como otras formas de escritura, para aprender ciencia, y Keys et al. (1999) proponen el uso de instrumentos heurísticos diseñados específicamente para que, a través de la escritura, los estudiantes justifiquen cuidadosamente preguntas de investigación, afirmaciones y datos. Diferentes trabajos nos muestran cómo la escritura siguiendo instrumentos heurísticos y la escritura de cartas (Hand et al., 2002), la escritura siguiendo esquemas que buscan centrar la atención del estudiante en contenidos relevantes (Warwick et al., 1999), así como la escritura de explicaciones científicas basadas en la aplicación en el mundo real de conceptos científicos (Rivard y Straw, 2000), ejercen un efecto positivo usadas como estrategias instruccionales. Un modelo que da cuenta de la influencia de la práctica en habilidades de comunicación sobre el aprendizaje de otros contenidos es el de Bereiter y Scardamalia (1987), que racionalizan el aumento de conocimiento a través de la escritura como debido a la interacción entre el procesado de contenido (espacio del contenido) y el desarrollo discursivo (espacio del discurso o retórico). En el espacio del contenido se consideran problemas de conocimiento y, en el del discurso, el problema de expresar el conocimiento. La tensión entre ambos espacios permite generar nuevo conocimiento, puesto que la información generada en un espacio es usada en el otro.

Las investigaciones citadas nos muestran la importancia que tiene la escritura y aquí nos proponemos centrarnos en el estudio de los efectos sobre el aprendizaje de un género de escritura científica, en concreto el informe de investigación. Consideramos que la escritura en el aula usando géneros científicos verdaderos es coherente con una perspectiva de la enseñanza de la ciencia como un proceso de introducción en la cultura de la ciencia. Como Keys indica (2000), la participación de los estudiantes en contextos de auténtica indagación implica que sus actividades de escritura tengan en cuenta las convenciones de la comunidad científica. La enseñanza de la ciencia como inmersión en la cultura científica debe servir para que los estudiantes desarrollen una visión de la actividad científica coherente con la real y, además, para progresar en dimensiones como por ejemplo la comprensión conceptual o la capacidad de interpretar el mundo físico usando conceptos, modelos y teorías de la ciencia. Por ello nos parece relevante estudiar en qué medida la escritura de informes de investigación contribuye a eso. En particular, planteamos las siguientes preguntas de investigación:

- 1) ¿Existe alguna diferencia significativa en el aprendizaje conceptual y la transferencia de conocimiento para la interpretación dada a una nueva situación física entre estudiantes que redactan un informe de investigación después de enfrentarse a un problema en el laboratorio y estudiantes que no lo redactan?
- 2) En caso de haber diferencias, ¿cuáles son sus posibles causas?

METODOLOGÍA

La primera pregunta de investigación fue abordada con un enfoque cuantitativo comparando los resultados de dos grupos de estudiantes de 4º de ESO de física y química. En cuanto a la segunda, se trató de contestarla con base en un estudio naturalista cualitativo.

Contexto

Los dos grupos analizados se enfrentaron en el laboratorio con la misma tarea, concebida como un problema abierto, que consistía en determinar la concentración de una disolución problema de ácido clorhídrico que se les proporcionaba. El problema estaba contextualizado a partir de una situación hipotética en la que se les decía que otros usuarios del laboratorio habían dejado la disolución sin etiquetar y ahora se quería saber su concentración para poder usarla; esta tarea es una adaptación de otra más sencilla del proyecto SEPIA (Duschl y Gitomer, 1995). Además de la disolución problema, disponían de un bote de hidróxido sódico granulado, papel indicador universal del pH y fenolftaleína. En el guión se les proporcionaba información sobre ácidos y bases y se hacía explícito el problema, pero no se daban instrucciones concretas, ya que debían ser ellos quienes diseñaran y aplicaran un método de resolución.

Los alumnos de uno de los grupos, que llamaremos de tratamiento (T) (N = 32), después de enfrentarse al problema en grupos de 3 o 4, escribieron, también en grupo, un informe de investigación. En cuanto al otro grupo, al que llamaremos de control (C) (N = 25), después de enfrentarse a la tarea igualmente en pequeños grupos, no redactaron el informe, pero dedicaron el tiempo que el grupo T invirtió en la redacción del informe (una sesión de clase) a la cumplimentación, también en grupos, de tareas de lápiz y papel típicamente habituales y relacionadas con ácidos y bases y reacciones químicas. Con este diseño pretendemos estar en situación de detectar diferencias entre el rendimiento de los dos grupos de estudiantes atribuibles a la redacción de informes con respecto a actividades más tradicionales. Ambos grupos se corresponden con dos clases intactas de 4º de ESO de los cuales su profesor de física y química era el autor de este trabajo (sólo un alumno de cada clase fue eliminado de este estudio por no elaborar alguno de los productos recogidos). Los dos grupos pertenecen a promociones académicas consecutivas de un instituto de un pueblo pequeño de Galicia. Se determinó que no había diferencias significativas en el rendimiento en la asignatura de física y química entre ambos grupos con un test *t* de medidas independientes, tomando la nota final de la asignatura como variable dependiente ($t = 1,572$, $p = 0,122$). Ambos grupos habían recibido previamente la misma instrucción básica sobre el concepto de *reacción química*, su ajuste y la realización de cálculos estequiométricos sencillos.

Para la elaboración de los informes de investigación se les dieron indicaciones a los estudiantes acerca de cuáles deberían ser sus apartados: propósitos, metodología, resultados y conclusiones y del objetivo de cada apartado. En cuanto a los estudiantes que cumplimentaron

tareas de lápiz y papel, éstas incluían responder a varias preguntas sobre la tarea práctica y resolver ejercicios numéricos sobre ácidos y bases y reacciones químicas similares a los de muchos libros de texto. Las preguntas indagaban acerca de qué reacción había ocurrido en la práctica, cómo se detectaba su final y cómo se habían hecho los cálculos. En cuanto a los ejercicios numéricos, uno se refería a la preparación de una disolución y otros dos, a cálculos estequiométricos.

Análisis del aprendizaje conceptual

Para analizar las diferencias en el incremento del aprendizaje conceptual que pudieran producirse entre los grupos T y C, se usó un diseño mixto, con una variable independiente intrasujetos con dos niveles (pretest y posttest) y una variable independiente entre grupos, también con dos niveles (tratamiento y control). El pretest se realizó antes de la redacción del informe (grupo T) o de la cumplimentación de tareas de lápiz y papel (grupo C) y el posttest después en ambos casos.

La medición de la variable dependiente, el aprendizaje conceptual, se hizo con mapas conceptuales. La reproducibilidad y validez de los mapas conceptuales usados como instrumento de evaluación ha sido investigada por Yin et al. (2005) y Ruiz-Primo et al. (2001), quienes hallan que la técnica de elaboración de mapas conceptuales en la que se les dan conceptos a los estudiantes y ellos deben unirlos creando las conexiones es adecuada para capturar el conocimiento y para reflejar las diferencias en las estructuras de conocimiento. Por ello, la técnica aquí adoptada fue la de darles una serie de conceptos (los mismos en pretest y posttest) sin especificar las conexiones y pedirles que elaborasen ellos el mapa. Los estudiantes ya habían elaborado mapas conceptuales a lo largo del curso.

Nuestro sistema de puntuación se basó en el procedimiento seguido por Yin et al. (op. cit.). La puntuación total del mapa fue la suma de las puntuaciones de las proposiciones individuales, las cuales fueron puntuadas usando una escala de cuatro puntos: 0 para proposiciones erróneas o científicamente irrelevantes, 1 para proposiciones parcialmente incorrectas, 2 para proposiciones correctas pero poco precisas y 3 para proposiciones correctas establecidas en términos científicos. Con todas las proposiciones establecidas por los estudiantes se confeccionó una base de datos y fueron puntuadas. En este proceso se tuvieron en cuenta estrategias que Yin et al. (op. cit.) muestran que ayudan a mejorar la reproducibilidad de las puntuaciones: *a*) concentrarse en los indicios de comprensión conceptual más que en la corrección gramatical, *b*) dar crédito parcial a flechas que conectan conceptos en sentido incorrecto, *c*) dar crédito parcial a relaciones correctas pero no suficientemente específicas, *d*) no dar crédito a relaciones correctas pero de nula significatividad. Yin et al. (op. cit.) indican que una tarea manejable de confección de mapas conceptuales debería limitar los conceptos a entre 8 y 12. Aquí se escogieron los siguientes: ácido, base, neutralización, valoración, concentración, masa, moles, volumen, indicador y pH.

Para valorar la fiabilidad de las puntuaciones de los mapas, a una profesora con formación científico-tecnológica y pedagógica cada año se le dio el 5% de los mapas conceptuales de cada una de las combinaciones de los niveles de las variables independientes, escogiéndolos aleatoriamente. Se le dieron ya diseccionados en sus proposiciones y se le pidió que los puntuase de acuerdo con la escala indicada antes. Se calculó a partir de ahí el coeficiente *kappa* de Cohen en comparación con las puntuaciones otorgadas por el autor de este trabajo. El valor obtenido, 0,891, se consideró satisfactorio.

Análisis de la transferencia de conocimiento para la interpretación dada a una situación nueva

Otro de los aspectos que nos propusimos fue analizar la evolución de la calidad de la interpretación dada a una nueva situación física hipotética en términos del uso de los conocimientos que implicaba la tarea que los estudiantes habían abordado en el laboratorio. Para ello se les describió a los estudiantes una situación (Cuadro 1) y se les planteó una pregunta que implicaba su interpretación usando los conceptos empleados en la resolución de la tarea de laboratorio. Esta situación se les dio dos veces, es decir, se usó el mismo diseño que en el análisis de la comprensión conceptual. A partir de las respuestas dadas por los estudiantes se hizo una base de datos con las proposiciones que emplearon y en las que mostraban algún uso (correcto o no) de los conocimientos que implicaba la tarea realizada. Esas proposiciones fueron puntuadas de la misma forma que las proposiciones de los mapas conceptuales, con una puntuación de 0 a 3 en función de su corrección, y usando las mismas estrategias para aumentar la reproducibilidad de los resultados. La fiabilidad de las puntuaciones dadas fue evaluada igualmente que como se hizo en el caso de los mapas conceptuales, obteniéndose para el coeficiente *kappa* de Cohen el valor de 0,908, que consideramos satisfactorio.

Cuadro 1
Situación propuesta a los estudiantes para analizar cómo la interpretaban.

Rectificación del pH del suelo
<p>Si una planta se coloca en un sustrato (suelo) con un pH inadecuado, pueden sobrevenir problemas de deficiencias o toxicidades. El pH óptimo para la mayor parte de las plantas está entre 5,4 y 6,8, aunque algunas, como las azaleas, prefieren suelos con pH más ácido, entre 4,5 y 5,5. Por otra parte, existen también plantas que prefieren suelos más alcalinos.</p> <p>El pH del suelo puede medirse mezclando un poco de tierra en un vaso con agua destilada, removiendo bien e introduciendo una tira de papel indicador al cabo de un rato.</p> <p>Algunas estrategias que se pueden usar para rectificar el pH del suelo son:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Añadir ácido cítrico en el agua de riego. - Añadir cal (CaO). $CaO + H_2O \rightleftharpoons Ca(OH)_2$ <p>Supón que quieres plantar geranios, que deben estar en un suelo de pH entre 6,0 y 6,8, en una tierra de pH = 5,1. ¿Cómo harías? Explicalo empleando los conceptos usados en la práctica de laboratorio.</p>

Análisis cualitativo

Para estudiar las diferencias encontradas entre el desempeño de los grupos T y C se planteó un estudio en términos cualitativos con el objetivo de no sólo estudiar productos elaborados por los estudiantes, sino también el proceso de escritura. Se grabó en audio y vídeo a un grupo de estudiantes del grupo T y a otro del grupo C. Los grupos de trabajo en el laboratorio ya habían sido formados en tareas anteriores y, en los dos grupos seleccionados para la grabación, sus miembros eran de nivel académico medio. Así, las diferencias en rendimiento entre los dos grupos de alumnos grabados no eran apreciables.

Tras la grabación, se transcribieron las acciones verbales y físicas de los participantes. En el análisis de las mismas, se tuvo en cuenta la unicidad de cada grupo y de su contexto (Stake, 1998). Se revisaron las transcripciones repetidas veces, identificándose en ellas los eventos y situaciones de interés con respecto a los problemas analizados y construyéndose un registro anecdótico basado en las mismas (McKernan, 1999), a partir del cual se fueron desarrollando interpretaciones, cuya plausibilidad se trató de aumentar mediante la revisión continuada cíclica. El análisis de las transcripciones se hizo de modo naturalista con un enfoque más inductivo de desarrollo de constructos e interpretaciones que orientado a la comprobación de hipótesis (Lincoln y Guba, 1985).

La numeración de los fragmentos de transcripción mostrados en este artículo se corresponde con el número de intervención dentro de todo el tiempo dedicado por el grupo a la redacción del informe de investigación o a la resolución de preguntas y problemas de lápiz y papel. En formato de letra normal mostramos lo que dicen los participantes y en letra *cursiva*, sus acciones físicas. Los nombres son pseudónimos que respetan el género y las transcripciones han sido traducidas por el autor del gallego al castellano.

RESULTADOS

Aprendizaje conceptual y capacidad de realizar transferencia a la interpretación de otra situación

Se realizó un manova mixto para valorar si había diferencias entre los participantes del grupo de tratamiento y los participantes del grupo de control en la magnitud del cambio en sus resultados entre el pretest y el postest en las dos medidas realizadas. Las variables dependientes eran el aprendizaje conceptual y la capacidad de realizar transferencia a la nueva situación hipotética propuesta; la variable independiente entre-sujetos era el grupo, con dos niveles (tratamiento y control), y la variable independiente intra-sujetos era el tiempo (con dos niveles, pretest y postest). Los estadísticos descriptivos de los niveles del diseño se muestran en la tabla 1.

Los resultados del manova (Tabla 2) fueron significativos para el tiempo, es decir, había diferencias significativas entre pretest y postest. También se muestra en la tabla 2 que hubo diferencias significativas para la interacción entre grupo y tiempo, o sea, que las diferencias entre pretest y postest son distintas para los grupos T y C. Los valores de los tamaños del efecto, medidos con *eta* al cuadrado parcial, fueron mucho mayores de lo típico según Cohen (1988).

Los resultados de la tabla 2 nos indican la existencia de diferencias entre los resultados de pretest y postest, las cuales además son distintas para cada grupo, pero no nos aclaran con respecto a qué variable dependiente (aprendizaje conceptual o capacidad de realizar transferencia a la interpretación de otras situaciones) se producen, o si se producen con respecto a las dos. Para investigar este punto, se procedió a realizar análisis de varianza univa-

riados (anovas) para estudiar el cambio con respecto al tiempo y con respecto a la interacción entre tiempo y grupo para cada variable dependiente, hallándose que el cambio con respecto al tiempo y con respecto a la interacción entre tiempo y grupo sólo es significativo para la capacidad de transferencia a la interpretación de la situación nueva (Tabla 3), siendo de nuevo el tamaño del efecto claramente apreciable. El aumento de las puntuaciones entre pretest y postest para la transferencia a otras situaciones es significativamente mayor para el grupo de tratamiento (de 22,4 a 24,2) que para el de control (de 23,8 a 23,9).

Así, en el grupo de tratamiento se ha producido una mejora significativamente mayor con respecto al grupo de control en la transferencia de conocimientos para la interpretación dada a una nueva situación hipotética, pero no en el aprendizaje conceptual.

Tabla 1
Estadísticos descriptivos de los resultados obtenidos por los estudiantes.

	GRUPO	MEDIA	DESVIACIÓN TÍPICA	N
Aprendizaje conceptual pretest	Tratamiento	24,6	7,9	32
	Control	21,8	8,1	25
Aprendizaje conceptual postest	Tratamiento	24,9	7,5	32
	Control	22,4	8,4	25
Transferencia a otra situación pretest	Tratamiento	22,4	7,3	32
	Control	23,8	6,1	25
Transferencia a otra situación postest	Tratamiento	24,2	7,6	32
	Control	23,9	5,8	25

Tabla 2
Resultados del manova mixto de los resultados de los estudiantes.

VARIABLE	Λ DE WILKS	F	GRADOS DE LIBERTAD		SIGNIFICACIÓN	η² PARCIAL
			Hipótesis	Error		
Grupo	0,930	2,017	2	54	0,143	0,070
Tiempo	0,730	11,400	2	54	< 0,001	0,297
Interacción	0,734	9,779	2	54	< 0,001	0,266

Tabla 3
Resultados de los anovas de medidas repetidas para las dos variables dependientes.

FACTOR	VARIABLE DEPENDIENTE	F	GRADOS DE LIBERTAD		SIGNIFICACIÓN	η² PARCIAL
			Hipótesis	Error		
Tiempo	Comprensión conceptual	2,562	1	55	0,115	0,045
	Transferencia a otra situación	21,261	1	55	< 0,001	0,279
Interacción tiempo-grupo	Comprensión conceptual	0,254	1	55	0,616	0,005
	Transferencia a otra situación	19,434	1	55	< 0,001	0,261

Análisis cualitativo

La lectura repetida de las transcripciones nos ha llevado a formular tres asertos o generalizaciones referentes a las diferencias encontradas entre los grupos en el caso estudiado. Estos asertos fueron:

1. *La redacción de informes de investigación proporcionó a los alumnos un contexto en el que tuvieron diversas ocasiones de aplicar conocimientos científicos a la interpretación de una situación que podría ser real.*

En múltiples casos se produjeron situaciones en las que se recurría a conceptos químicos para interpretar lo observado. Por ejemplo, el mostrado en la transcripción 1, que se produce cuando están redactando sobre cómo hicieron los cálculos.

Transcripción 1. Grupo T

Línea	Actor	Transcripción
326	Abel	Pero es mejor... hay que explicar por qué las concentraciones son iguales
327	Aurora	Las concentraciones, no. Los moles
328		(Pausa)
329	Aurora	Lo que es igual cuando se neutralizan son los moles
330		(Pausa)
331	Antonio	Los moles
332	Aurora	Las concentraciones, aunque sean iguales, si se echa distinta cantidad... pero la reacción va por moles
333		(Pausa)
334	Abel	Pero hay que poner... son iguales porque se neutralizan, por la reacción ésta (señalando en la hoja)

En la transcripción 1, Abel relaciona los cálculos con las nociones de neutralización y concentración, lo cual hace inicialmente de forma incorrecta, y es corregido por Aurora. Ésta, en la línea 332, aclara que las reacciones son mol a mol («va por moles», dice) y dice que no son las concentraciones las que deben ser iguales (línea 327), ya que el volumen puede ser distinto (consideramos que lo que llama «cantidad» en la línea 332 es el volumen, puesto que es lo que miden con la bureta). En este ejemplo consideramos que se pone de manifiesto una interacción entre el espacio retórico y el del contenido (Bereiter y Scardamalia, 1987): el interés por una redacción clara del informe lleva a aclarar aspectos acerca de la neutralización sobre los cuales Abel sufría cierta confusión.

2. *En la actividad de los alumnos que redactaron informes de investigación se produjeron distintos tipos de situaciones que pueden servir de apoyo para su aprendizaje individual.*

En lo que a esto respecta, hemos visto distintos tipos de situaciones que pensamos que pueden considerarse útiles para el aprendizaje individual de los participantes:

a) Corrección por compañeros. Un ejemplo es el mostrado en la transcripción 1, en el que Aurora corrige un error de Abel.

b) Autorregulación de la participación. Hay casos en los que se pone de manifiesto una evolución en la participación de estudiantes concretos. Por ejemplo, Ana, del grupo T, en la primera parte de la redacción del informe apenas interviene (5 intervenciones suyas en las 100 primeras del grupo), limitándose sobre todo a copiar lo que los demás redactan; por contra, más adelante, hace aportaciones relevantes, por ejemplo en el momento de copiar cada uno el informe redactado conjuntamente antes en formato borrador (Transcripción 2).

Transcripción 2. Grupo T

Línea	Actor	Transcripción
805	Ana	La neutralización acaba al cambiar el color
806	Abel	¡Ya!
807	Antonio	Se pone rosa
808	Abel	El hidróxido se pone rosa al acabar la neutralización porque es un alcalino
809		(Pausa)
810	Ana	No es que éste se ponga rosa por ser un alcalino... es que...
811	Abel	El hidróxido sódico se pone rosa
812	Ana	No es el hidróxido sódico el rosa, es el ése... el...
813	Aurora	La fenolftaleína
814	Ana	La fenolftaleína es la del color, no el hidróxido

Tal y como estaban redactando, parecía que era la sosa la que tenía color rosa, lo cual es modificado a partir de la aportación de Ana con la ayuda de Aurora. Trayectorias así, en las que un participante pasa de un papel poco activo a realizar aportaciones relevantes, consideramos que son coherentes con la noción de Lave y Wenger (1991) de participación periférica legítima.

c) Disponibilidad de distintas fuentes de información. Los estudiantes podían hacer preguntas al profesor y eran animados a ello, pero, además, en la redacción colectiva del informe, se planteaban preguntas unos a otros. Por ejemplo, el caso mostrado en la transcripción 3.

Transcripción 3. Grupo T

Línea	Actor	Transcripción
99	Abel	A ver, el material
100	Antonio	Bureta, vidrio de reloj
101	Abel	¿Cómo se llamaba éste?
102	Antonio	Erlenmeyer

Además de las interacciones entre compañeros, que ayudan a aclarar diferentes aspectos, como las mostradas en las transcripciones 1, 2 y 3, también hemos visto situaciones en las que se producían interacciones con el profesor en las que éste les proporcionaba ayuda. También se

produjeron situaciones en las que consultaban apuntes y libros de texto, lo cual no es lo habitual en los laboratorios escolares tradicionales (Reigosa y Jiménez, 2001b).

En el contexto analizado, los estudiantes pueden realizar una búsqueda del apoyo más eficaz. En algunas situaciones tratan de aclarar un aspecto determinado y lo hacen buscando consecutivamente distintas fuentes de ayuda hasta conseguir la más adecuada. En la transcripción 4 se muestra una situación de este tipo.

Transcripción 4. Grupo T

Línea	Actor	Transcripción
416	Abel	Los ácidos y los alcalinos se hacen perder sus propiedades, ¿cómo es?
417		Pausa
418	Abel	¿Qué pone en las instrucciones?
419	Aurora	Que se neutralizan
420	Abel	¿Pone algo en el libro?
421		(Pausa)
422	Abel	Para escribir algo más
...		
441	Abel	¿Le preguntamos?

Abel parece insatisfecho con la explicación que están dando de la fundamentación del proceso de valoración, la cual parece querer ampliar. Para ello, busca ayuda en distintas fuentes: sus compañeros, el guión proporcionado, el libro de texto y, por último, propone consultar con el profesor.

d) Influencia del espacio retórico sobre el del contenido. Se han producido situaciones en las que la necesidad de expresar con precisión distintos aspectos del informe ha llevado a los estudiantes a la aclaración de distintos contenidos relacionados con la tarea. Son ejemplos los ya mostrados en las transcripciones 1 y 4.

3. La actividad de los estudiantes que resolvieron problemas de lápiz y papel fue sobre todo mecánica y con intercambios de escaso nivel.

Mientras que la redacción de los informes fue colaborativa, la cumplimentación de tareas de lápiz y papel más típicas fue de naturaleza más individual. Es significativo el menor número de intervenciones de los alumnos que realizan tareas de lápiz y papel (450 en total) frente al de los que redactaron un informe de investigación (1.030 intervenciones), aunque el tiempo dedicado fue prácticamente el mismo. No se observaron interacciones entre el espacio retórico y el del contenido en las que, buscando redactar algo con claridad, aclarasen contenidos relacionados. Hay, además, un buen número de interacciones de bajo nivel, con preguntas como «¿qué pone aquí?», refiriéndose a algo escrito que están copiando, o solicitudes del tipo «déjame ver», hechas en el mismo sentido que las anteriores.

En el caso particular de la resolución de ejercicios numéricos, su actividad se basó principalmente en buscar

fórmulas de cálculo y aplicarlas para obtener resultados numéricos. Además, las pocas intervenciones durante el tiempo dedicado a ellos (126 intervenciones, el 28 % del total) indican una baja interacción entre los estudiantes durante la resolución de tales ejercicios.

DISCUSIÓN

En la parte cuantitativa de los resultados de este trabajo se ha estudiado el aprendizaje conceptual y la transferencia de conocimientos químicos para el análisis de una nueva situación con estudiantes que, después de enfrentarse en el laboratorio a una tarea concebida como la resolución de un problema, redactaron un informe de laboratorio. El análisis se ha hecho en comparación con estudiantes que, después de abordar la misma tarea, cumplieron tareas de lápiz y papel consistentes en responder a preguntas sobre la práctica de laboratorio y en resolver ejercicios numéricos típicos. Se ha hallado, en lo que se refiere al aprendizaje conceptual, que no se ha producido ninguna mejoría para los estudiantes de las dos intervenciones. Sin embargo, sí se han observado diferencias para la transferencia de conocimiento para el análisis de otra situación: los estudiantes que redactaron un informe experimentaron una mejora significativa en lo que a esto se refiere con respecto a los estudiantes que cumplieron tareas de lápiz y papel más tradicionales.

Las causas de estos resultados han sido analizadas en la parte cualitativa de esta investigación, en la que hemos hallado, en primer lugar, que los estudiantes que redactaron informes tuvieron diversas ocasiones de aplicar conocimientos químicos a una situación que puede ser real, lo cual puede favorecer el desarrollo de la capacidad de analizar situaciones. Además, también hemos hallado que, para los estudiantes que redactaron informes, se produjeron diferentes tipos de situaciones que pueden servir de apoyo para el aprendizaje individual. Consideramos que la multiplicidad de situaciones susceptibles de servir de ayuda pudo contribuir a la mejoría frente a los estudiantes que cumplieron tareas de lápiz y papel típicas, cuyo desempeño fue de naturaleza más bien mecánica.

La variedad de apoyos puede promover lo que Puntambekar y Kolodner (2005) llaman andamiaje distribuido. Estos autores indican que el andamiaje individual, tal y como se concibe clásicamente, en referencia a un adulto ayudando a un aprendiz individual (Wood et al., 1976), es difícilmente implementable en las aulas reales y muestran cómo la multiplicidad de apoyos, o andamiaje distribuido, puede permitir que, en un aula, un alumno progrese según sus necesidades. Hemos visto que esta variedad de apoyos se hizo patente en los estudiantes que redactaron un informe, para quienes fue posible, además, la autorregulación del andamiaje. Una de las características de la enseñanza andamiada es el progresivo desvanecimiento de la asistencia a medida que ésta no es necesaria, lo cual aquí puede producirse espontáneamente cuando un alumno decide no hacer uso de apoyos.

Un aspecto a destacar es que no se observó mejoría en el aprendizaje conceptual como consecuencia de la redacción del informe. Una posible explicación sería que los alumnos ya habían mejorado su aprendizaje conceptual con la realización de la tarea práctica en el laboratorio escolar, para lo cual era obligado el uso significativo de los conceptos relevantes relacionados con la tarea. Así, la redacción del informe de investigación ya no pudo promover una mejora de la comprensión conceptual individual que resultase estadísticamente significativa. Sí lo hizo en cuanto al desarrollo de la capacidad de transferir conocimientos a la explicación de otra situación, puesto que la redacción de un informe de investigación implica un uso de conocimientos para interpretar unos resultados, lo cual puede estimular su transferencia a otras situaciones. Pensamos que, para los estudiantes de este estudio, la redacción de informes de investigación, aparte de permitir que los alumnos se familiarizaran con un elemento básico de la cultura científica, ha proporcionado un contexto de explicación de una situación física que ha sido ideal para promover el desarrollo de

la destreza de usar contenidos disciplinares para explicar situaciones reales.

En definitiva, la redacción de informes, aunque no ha permitido la mejora del conocimiento a mostrar mediante la confección de mapas conceptuales, sí ha permitido mejorar la capacidad de interpretar situaciones transfiriendo conocimientos químicos. Pensamos que esto es coherente con una perspectiva sociocultural de la enseñanza-aprendizaje que da más importancia al conocimiento para ser usado que para ser mostrado (O'Loughlin, 1992).

AGRADECIMIENTOS

Trabajo realizado en el marco del proyecto SEJ2006-15589-C02-01/EDUC del MEC, con financiación parcial de FEDER. El autor agradece a Mónica Jul Ferreiro su ayuda con las puntuaciones de los productos de los estudiantes, y a los revisores del artículo, sus interesantes sugerencias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEREITER, C. y SCARDAMALIA, M. (1987). *The effect of talk and writing on learning science: an exploratory study*. Hillsdale: Erlbaum.
- BROWN, J.S., COLLINS, A. y DUGUID, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18, pp. 32-42.
- COHEN, J. (1988). *Statistical power and analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale: Erlbaum.
- DUSCHL, R.A. y GITOMER, D.H. (1995). *Project SEPIA. The acids and bases unit*. University of Pittsburg.
- ELLIS, R.A. (2004). University student approaches to learning science through writing. *International Journal of Science Education*, 26(15), pp. 1.835-1.853.
- FLORENCE, M.K. y YORE, L.D. (2004). Learning to write like a scientist: coauthoring as an enculturation task. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(6), pp. 637-668.
- HAND, B. y PRAIN, V. (2002). Teachers' implementing writing-to-learn strategies in junior secondary science: a case study. *Science Education*, 86(6), pp. 737-755.
- HAND, B., PRAIN, V. y WALLACE, C. (2002). Influences of writing tasks on students' answers to recall and higher level test questions. *Research in Science Education*, 32(1), pp. 19-34.
- KEYS, C.W. (1999). Revitalizing instruction in scientific genres: connecting knowledge production with writing to learn in science. *Science Education*, 83(2), pp. 115-130.
- KEYS, C.W. (2000). Investigating the thinking processes of eight grade writers during the composition of an scientific laboratory report. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(7), pp. 676-690.
- KEYS, C.W., HAND, B., PRAIN, V. y COLLINS, S. (1999). Using the science writing heuristic as a tool for learning from laboratory investigations in secondary science. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(10), pp. 1.065-1.084.
- LATOUR, B. y WOOLGAR, S. (1995). *La vida en el laboratorio. La construcción de los hechos científicos*. Madrid: Alianza.
- LAVE, J. y WENGER, E. (1991). *Situated learning: legitimate peripheral participation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- LINCOLN, Y.S. y GUBA, E.G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Newbury Park: Sage.
- McKERNAN, J. (1999). *Investigación-acción y currículum*. Madrid: Morata.
- O'LOUGHLIN, M. (1992). Rethinking science education: beyond piagetian constructivism toward a sociocultural model

- of teaching and learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(8), pp. 791-820.
- PUNTAMBEKAR, S. y KOLODNER, J.L. (2005). Toward implementing distributed scaffolding: helping students to learn science from design. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(2), pp. 185-217.
- REIGOSA, C. (2006). Una experiencia de investigación acción acerca de la redacción de informes de laboratorio por alumnos de física y química de 1º de bachillerato. *Enseñanza de las Ciencias*, 24 (3), pp. 325-336.
- REIGOSA, C. y JIMÉNEZ, M.P. (2000). La cultura científica en la resolución de problemas en el laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(2), pp. 275-284.
- REIGOSA, C. y JIMÉNEZ, M.P. (2001a). Deciding how to observe and frame events in an open physics problem. *Physics Education*, 26(2), pp. 129-134.
- REIGOSA, C. y JIMÉNEZ, M.P. (2001b). «Collaborative work in the vygotskian zpd: a case study in the chemistry laboratory». Trabajo presentado en el 3º Congreso de Esera. Salónica (Grecia). Agosto.
- RIVARD, L.P. y STRAW, S.B. (2000). The effect of talk and writing on learning science: an exploratory study. *Science Education*, 84(5), pp. 566-593.
- ROTH, W.-M. y ROYCHOUDHURY, A. (1993). The development of science process skills in authentic contexts. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(2), pp. 127-152.
- RUIZ-PRIMO, M.A., SCHULTZ, S.E., LI, M. y SHAVELSON, R.J. (2001). Comparison of the reliability and validity of scores from two concept-mapping techniques. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(2), pp. 260-278.
- STAKE, R. (1998). *Investigación con estudio de casos*. Madrid: Morata.
- VYGOTSKI, L.S. (1979). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona: Crítica.
- WARWICK, P., LINFIELD, R.S. y STEPHENSON, P. (1999). A comparison of primary school pupils' ability to express procedural understanding in science through speech and writing. *International Journal of Science Education*, 21(8), pp. 823-838.
- WELLS, G. (1999). *Dialogic inquiry*. Nueva York: Cambridge University Press.
- WERTSCH, J. y RUPERT, L. (1993). The authority of cultural tools in a sociocultural approach to mediated agency. *Cognition and Instruction*, 11(3&4), pp. 227-239.
- WOOD, D., BRUNER, J.S. y ROSS, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, 17, pp. 89-100.
- YIN, Y., VANIDES, J., RUIZ-PRIMO, M.A., AYALA, C.C. y SHAVELSON, R.J. (2005). Comparison of two concept-mapping techniques: implications for scoring, interpretation, and use. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(2), pp. 166-184.
- YORE, L.D., HAND, B.M. y FLORENCE, M.K. (2004). Scientists' views of science, models of writing and science writing practices. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4), pp. 338-369.

[Artículo recibido en marzo de 2006 y aceptado en octubre de 2006]

