

Un estudio de caso sobre la influencia del uso de una herramienta informática sobre las destrezas de comunicación científico-técnicas y el aprendizaje conceptual

Carlos Reigosa

IES Lucus Augusti (Lugo), España. E-mail: carlosreigosa@edu.xunta.es

Resumen: En este trabajo defendemos la perspectiva de que el aprendizaje científico y tecnológico debe incluir el desarrollo de destreza en el uso de géneros de escritura específicos de la ciencia y de la tecnología, puesto que la escritura ocupa un papel central en la actividad real de científicos y técnicos. Presentamos un estudio de caso autobiográfico sobre una experiencia de aula en la que alumnos de formación profesional rama química, tras realizar una tarea práctica, redactaron un informe y elaboraron una presentación con la herramienta informática *PowerPoint*. Se halló que mejoraron destrezas de escritura propias de la actividad científico-tecnológica, pero que, en cuanto al aprendizaje conceptual, no aumentó, lo cual interpretamos que pudo deberse a que ya había sido optimizado durante la realización de la tarea práctica en sí.

Palabras clave: escritura, inscripciones, aprendizaje conceptual, formación profesional, química, tareas prácticas, nuevas tecnologías, PowerPoint

Title: A case study about the effect of a software tool on the scientific-technical communicative skills and on the conceptual learning.

Abstract: In this work, the author advocates that science and technology learning must include the acquisition of skills in the use of scientific and technological writing genres, because writing has a central role in the actual activity of scientists and technicians. An autobiographic case study about a classroom experience in which pupils of chemistry occupational training, subsequent to face a laboratory task, write a report and produce a presentation using the software tool PowerPoint is presented. Improvement in writing skills typical of scientific-technological activity was founded. But regarding conceptual learning, it did not increase, and we consider this as a result of that it had already be optimized during the performance of the practical task itself.

Keywords: writing, inscriptions, conceptual learning, occupational training, chemistry, practical tasks, new technologies, PowerPoint.

Marco teórico y planteamiento de la investigación

La escritura tiene un papel vital en la construcción de la ciencia (Bazerman, 1988) y ocupa un puesto central en las tareas en las que los científicos se implican (Latour y Woolgar, 1995). Esta importancia es

reconocida por los propios científicos (Yore *et al.*, 2004) y, a este respecto, Florence y Yore (2004) muestran la importancia que tiene en la comunidad científica el dominio de la escritura, sobre todo de cara a publicar artículos, el número y calidad de los cuales es un indicador del progreso del reconocimiento de las carreras científicas (Yore *et al.*, 2006).

La importancia de la escritura en la ciencia lleva a considerar la conveniencia de que los estudiantes aprendan a escribir utilizando géneros y técnicas de escritura científica y tecnológica. Yore y Treagust (2006) sostienen que la alfabetización científica y técnica debe incluir el dominio de los discursos propios de la ciencia y de la técnica y Brown *et al.* (2005) relacionan la alfabetización con el dominio y exhibición de distintos tipos de discurso. La importancia del desarrollo de competencia en el manejo de distintos formatos de discurso también es señalada por McGinn y Roth (1999) y, para Keys (1999), escribir usando géneros propios de cada disciplina promueve la producción de conocimiento creando un entorno reflexivo único. Un género científico fundamental son los informes de investigación, cuya producción por parte de los estudiantes puede ser mejorada (Reigosa, 2006) y cuyo uso puede, además, favorecer el desarrollo de capacidades tales como la interpretación de situaciones físicas (Reigosa, 2007).

La estructura de los productos escritos de científicos y técnicos ha evolucionado a lo largo de la historia (Bazerman, 1988). Para Lunsford *et al.* (2007), un aspecto central en la evolución de la ciencia y de la técnica es el uso de ilustraciones, diagramas, gráficas y de otras formas no textuales para representar los objetos de indagación. Latour y Woolgar (1995) usan el término "inscripción" para referirse a todos los materiales no textuales que aparecen en los productos escritos de los científicos. Las inscripciones son fundamentales en la ciencia, pero no todas son iguales: aquellas que resumen más información de más situaciones son consideradas más potentes y convincentes (Latour, 1987). Roth y McGinn (1998) abogan por poner un mayor énfasis en las prácticas de inscripción en la enseñanza-aprendizaje de la ciencia. Combinando tareas que propicien la combinación de la indagación con el uso y la producción de inscripciones, los estudiantes tienen oportunidades de hacer verdadera ciencia (Roth, 1995).

Hoy en día las nuevas tecnologías de la información son ampliamente usadas para expresar y desarrollar conocimientos científicos y tecnológicos y se indicado la necesidad de evaluar su papel en la enseñanza (Prain, 2006). Las nuevas tecnologías permiten realizar cómodamente la fusión texto-inscripciones y facilitan la expresión de conocimiento vía recursos multimedia (Lemke, 2000 y 2002). Una herramienta de uso popular en la enseñanza es el programa de Microsoft *PowerPoint*, aunque su uso se ha reducido fundamentalmente a la transmisión de información desde el profesor a los estudiantes (Gunel *et al.*, 2006), dejando sin explorar algunas de sus potencialidades. La posibilidad de uso de distintas representaciones que da este programa abre las puertas a que su uso por parte de los estudiantes facilite que usen distintos tipos de inscripciones. Además, Gunel *et al.* (op.cit.) muestran pruebas que indican que su uso puede favorecer la comprensión de conceptos físicos.

Bereiter y Scardamalia (1987) presentan un modelo que da cuenta de cómo las tareas de escritura pueden favorecer el aprendizaje. Estos autores consideran que los que escriben incrementan sus conocimientos en base a la interacción entre el procesado de contenido y el desarrollo discursivo. En el llamado espacio del contenido se consideran problemas de conocimiento y de creencias y en el espacio retórico o del discurso se considera la expresión del contenido. La información generada en un espacio es útil para el otro.

En este estudio se pretende analizar cómo la escritura por parte de estudiantes de una presentación usando el programa PowerPoint después de realizar una práctica de laboratorio afecta a su manejo de inscripciones y a su aprendizaje de aspectos conceptuales. En particular, las preguntas de investigación que guiaron el estudio son:

1) ¿Hay diferencias en la calidad de las inscripciones usadas por un grupo de estudiantes cuando realizan una presentación con PowerPoint con respecto a cuando presentan un informe escrito tras la realización de una práctica en el laboratorio?

2) ¿Hay diferencias en su aprendizaje conceptual tras realizar un informe escrito o tras elaborar una presentación con PowerPoint después de realizar una práctica en el laboratorio?

Metodología

Esta investigación se abordó desde una perspectiva naturalista orientada a la comprensión en profundidad de los casos estudiados (Lincoln y Guba, 1985), con un doble enfoque metodológico cuantitativo y cualitativo. Inicialmente fueron recogidos y puntuados diversos productos escritos elaborados por los estudiantes con el fin de valorar la evolución de su aprendizaje conceptual y de su uso de inscripciones. A continuación, para profundizar en las causas de esa evolución, o de la ausencia de la misma, se realizaron entrevistas a los estudiantes.

Puede ser de interés aclarar que el trabajo que aquí se presenta se ha hecho con una muestra de estudio reducida, lo cual nos ha permitido primar la comprensión del contexto concreto analizado (McKernan, 1999), frente al control estadístico y al trabajo con un número alto de sujetos y productos.

a) Contexto

Los estudiantes participantes en la experiencia eran un grupo de 10 estudiantes del módulo de 11 horas semanales "Química y Análisis Químico" del Ciclo Formativo de Grado Medio "Laboratorio" de un instituto de Castilla y León. La experiencia que aquí se describe se realizó después de que los estudiantes llevaran a cabo una práctica consistente en la determinación espectrofotométrica de la concentración de una muestra problema de permanganato potásico, la cual era la 25ª práctica que realizaban. Previamente, los estudiantes habían recibido instrucción acerca de los métodos ópticos de análisis químico, incluyendo la resolución de problemas escritos. Los alumnos disponían de patrones de permanganato, preparados por ellos mismos en una práctica anterior, de espectrofotómetros de visible-UV, de cubetas y de material de vidrio habitual de laboratorio. Se les

proporcionaba una muestra problema de permanganato y su concentración (lo mismo que la de los patrones) era lo suficientemente alta como para que la absorbancia superase el límite por encima del cual no se relaciona linealmente con la concentración. Por ello, era necesario diluir muestra y patrones, aunque esto no se les indicaba inicialmente a los estudiantes. La tarea se concebía, pues, de forma que tenía aspectos que podían resultar problemáticos para los estudiantes.

Después de realizar la tarea en tres grupos, proceso durante el cual contaron con la ayuda del profesor, redactaron individualmente en sus casas un informe con estructura intermedia entre la propia de un informe de investigación y la de un procedimiento normalizado de trabajo, que es el formato en el que se describe cómo realizar ensayos o actividades normalmente no detalladas en los protocolos o guías, según indican los principios de las Buenas Prácticas de Laboratorio (BPL), cuyo objeto es promover la calidad de los datos de los estudios (BOE, 2000). Sus apartados eran: objeto y campo de aplicación, referencia a la norma, definiciones, fundamentos, identificación de la muestra, condiciones de los ensayos, reactivos y medios de cultivo, aparatos, diagrama de flujo, cálculo y expresión de resultados, incidencias, normas de seguridad, tratamiento de residuos y anexos. Este formato había sido usado por los estudiantes durante todo el curso, habiendo sido adoptado en cursos anteriores por los profesores de la Familia Profesional Química del instituto donde se llevó a cabo la experiencia.

Después, también individualmente pero en el instituto, los estudiantes elaboraron una presentación con PowerPoint, la cual debía tener los mismos apartados que el informe. Era la primera vez que lo hacían, y recibieron instrucción acerca del uso de dicha herramienta informática. Los estudiantes dispusieron de 3 sesiones de clase seguidas para hacerlo.

En la planificación de la intervención educativa se tuvo en cuenta la perspectiva de la *cognición situada* (Brown *et al.*, 1989), considerando que el conocimiento es un producto específico del contexto en que se crea y usa, al cual está ligado. Por ello, es conveniente que los marcos en los que se desarrolla la enseñanza y el aprendizaje sean coherentes con las prácticas sociales reales, que en este caso serían las tareas habituales de técnicos de laboratorio. De ahí que realizaran un análisis tal y como podría hacerse en una situación real, usando espectrofotómetros y escribiendo informes con formato que seguía una estructura con coincidencias con lo que establecen los principios de las BPL. El análisis de esta experiencia se hizo tanto con fines intrínsecos de mejora de la intervención docente del autor como extrínsecos de creación de significados útiles para la comunidad educativa (McKernan, 1999). La interacción del profesor con los estudiantes en el aula se concibió como orientada a ayudarles a adquirir mayor destreza y creciente autonomía, estimulándolos para la adquisición de un rol activo y de las capacidades necesarias para completar la tarea.

b) Análisis del uso de inscripciones

Las diferencias en el uso de inscripciones se estudiaron con un diseño de medidas repetidas, comparando su uso en los informes elaborados en casa

por los participantes con su uso en las presentaciones confeccionadas con PowerPoint.

Para valorar las inscripciones usadas por los estudiantes se tuvo en cuenta que las que resumen más información se considera que son más potentes (Latour, 1987). En general, las ecuaciones son más potentes que las gráficas y éstas más que tablas, diagramas, dibujos y fotografías (Bastide, 1990). Se consideraron inscripciones aquellos elementos no textuales incluidos en los informes y presentaciones y se clasificaron en las categorías que se muestran en la tabla 1, en la cual se muestran además las puntuaciones otorgadas a cada categoría en función de su potencia y ejemplos. Esas categorías se adaptaron a partir de las de Lunsford et al. (2007).

Tipo	Puntuación	Ejemplo										
Ecuaciones	5	$A = \epsilon L C$										
Cálculos	4	$C = (1,196 - 0,047)/2206,469 = 5,207 \cdot 10^{-4} M$										
Gráficas	4	<p style="text-align: center;">Recta de regresión</p> <p style="text-align: center;">$y = 2206,5x + 0,0471$</p>										
Fórmulas químicas	3	$KMnO_4$										
Diagramas	3	Diagrama de flujo con los pasos dados (no mostrado aquí por razones de brevedad ya que ocupa varias páginas)										
Esquemas	3											
Tablas	2	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Absorbancia</th> <th>Concentración (M)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,516</td> <td>0,0002131</td> </tr> <tr> <td>1,032</td> <td>0,0004399</td> </tr> <tr> <td>1,473</td> <td>0,0006573</td> </tr> <tr> <td>1,993</td> <td>0,0008767</td> </tr> </tbody> </table>	Absorbancia	Concentración (M)	0,516	0,0002131	1,032	0,0004399	1,473	0,0006573	1,993	0,0008767
Absorbancia	Concentración (M)											
0,516	0,0002131											
1,032	0,0004399											
1,473	0,0006573											
1,993	0,0008767											
Listas	1	APARATOS: -Espectrofotómetro Beckman -Cubetas de plástico -Material de vidrio (matraces, vasos, pipetas...)										

Tabla 1.- Categorías y potencia de las inscripciones.

La puntuación global de las inscripciones de cada informe fue la suma de las puntuaciones de todas sus inscripciones.

c) Análisis del aprendizaje conceptual

El avance en el aprendizaje conceptual de los contenidos relacionados con la tarea práctica abordada por los estudiantes se hizo también con un diseño de medidas repetidas, aunque aquí se recogieron datos en tres momentos: después de la práctica (T1), después de entregar el informe (T2) y después de elaborar la presentación con PowerPoint (T3).

Al igual que en otro trabajo (Reigosa, 2007), la valoración del aprendizaje conceptual se hizo con mapas conceptuales elaborados por los estudiantes, siguiendo la misma metodología, basada en el procedimiento de Yin *et al.* (2005). Las puntuaciones de los mapas fueron las sumas de las puntuaciones de sus proposiciones individuales, dando 0 puntos para proposiciones erróneas o científicamente irrelevantes, 1 para proposiciones parcialmente incorrectas, 2 para proposiciones correctas poco precisas y 3 para proposiciones correctas establecidas en términos científicos. De acuerdo con Yin *et al.* (op. cit.), nos concentramos en los indicios de comprensión más que en la corrección formal de la expresión. La validez de la aplicación de esta técnica ha sido comprobada en el trabajo citado (Reigosa, op. cit.) y aquí se les dieron a los estudiantes los siguientes conceptos: muestra problema, patrones, calibrado, recta de regresión, absorbancia, concentración, espectrofotómetro, longitud de onda, intervalo de linealidad, dilución.

d) Entrevistas a los estudiantes

Para profundizar en los temas analizados en este estudio, los estudiantes fueron entrevistados. Se les preguntó si creían que escribir informes y elaborar presentaciones con PowerPoint ayudaba a aprender a resumir información mediante gráficas, tablas, etc., y si ayudaba a aprender mejor los conceptos relacionados. Se les pedía que explicaran su opinión.

Las respuestas en las entrevistas fueron analizadas buscando el desarrollo inductivo de interpretaciones a partir de los datos más que la comprobación de hipótesis apriorísticas (Lincoln y Guba, 1985). Estas interpretaciones fueron revisadas repetidas veces y organizadas en forma de asertos (Stake, 1998), ligados al contexto en cuestión. Las manifestaciones de los participantes se consideran unidas al contexto en que se realizan, en cuyo marco cobran significado (Jiménez y Reigosa, 2006). Cabe ser indicado que en este estudio no se pretende llegar a resultados generalizables estadísticamente, lo cual sería imposible dado el pequeño tamaño de la muestra (10 alumnos), la cual, además, es incidental y no aleatorizada, sino que más bien se busca la generalizabilidad analítica (Kvale, 1996). Desde esta perspectiva lo que se pretende es el desarrollo de constructos e interpretaciones útiles para comprender la situación analizada y se otorga un importante papel al lector, que debe ser el que valore los beneficios de usar dichos constructos e interpretaciones para analizar y entender mejor otras situaciones.

Los nombres de los alumnos mostrados en los fragmentos de entrevista que se incluyen en este trabajo son pseudónimos que respetan el género.

Resultados

a) Uso de inscripciones y aprendizaje conceptual

Debido al número de estudiantes participantes (N = 10), el uso de inscripciones por su parte fue analizado con un test no paramétrico, en concreto el de Wilcoxon, comparando las puntuaciones obtenidas en el uso de inscripciones en los informes con las obtenidas en las presentaciones elaboradas con PowerPoint. En la tabla 2 se muestran los estadísticos descriptivos y los resultados del test.

	Media	Desviación típica
Informe	31,8	4,96
Presentación	36,4	4,01
Z	-1,993	
Significación	0,046	

Tabla 2.- Resultados para el uso de inscripciones (N = 10).

Los resultados indicaron que las puntuaciones medias para el uso de inscripciones fueron superiores después de realizar una presentación usando la herramienta informática PowerPoint (de 31,8 a 36,4), pudiendo considerarse la diferencia dentro del margen habitual como para ser tomada como significativa ($p < 0,050$).

En cuanto al análisis del aprendizaje conceptual, dado que había tres niveles intra sujetos a comparar (T1, T2 y T3), se uso el test no paramétrico de Friedman. Los estadísticos descriptivos y los resultados del test se presentan en la tabla 3.

	Media	Desviación típica
T1	24,0	7,67
T2	24,8	6,84
T3	25,1	6,10
χ^2	1,647	
g.l.	2	
Significación	0,439	

Tabla 3.- Resultados para el aprendizaje conceptual (N = 10).

Se produce un aparente aumento de las puntuaciones pero que resulta no ser significativo ($p = 0,439$). Es decir, no se produce una mejoría aceptable como tal de los resultados referentes al aprendizaje conceptual.

b) Análisis de las entrevistas

El examen de las entrevistas realizadas a los estudiantes ha dado en la formulación de tres asertos o generalizaciones interpretativas que se presentan a continuación:

1. *Los estudiantes interpretaron que el formato de las presentaciones invita a condensar la información.*

El 70 % de los estudiantes entrevistados manifestó de alguna manera que el formato de las diapositivas de *PowerPoint* favorece la presentación

de la información del modo lo más resumido posible. Por ejemplo, en el fragmento de entrevista 1 un estudiante dice que en una presentación no se debe poner un texto escrito largo con fines explicativos, sino que hay que resumir las cosas.

Federico: ...en el PowerPoint, es algo que vas a proyectar, no vas a poner algo escrito en plan... como si fuera una página de una novela. No es para pararse y leer algo largo, sino para enseñar las cosas importantes, con pocas palabras, y con tablas, figuras, y cosas así.

Cuadro 1.- Fragmento de entrevista 1 - Fines del PowerPoint.

Los estudiantes parecen sostener el punto de vista de que el formato de las diapositivas de PowerPoint favorece sustituir texto por otras formas de comunicación para expresar contenidos. Hacer eso implica, en definitiva, usar inscripciones. Así, consideran que las inscripciones permiten hacer una presentación más atractiva, enseñando de forma visual los aspectos más importantes que se quieren mostrar.

2. Los estudiantes consideraron que la herramienta informática usada invita a incluir material no textual.

Un porcentaje apreciable de los estudiantes (el 60 %) consideró que el propio PowerPoint "invita" a incluir inscripciones, como figuras o tablas. Por ejemplo, el mostrado en el fragmento de entrevista 2.

Fabiola: Es que lo pide, no hay más que ver los diseños de diapositiva que da para escoger: traen gráficas, dibujos... Para escribir sólo palabras, no usas el PowerPoint. Además quedaría muy cutre.

Cuadro 2.- Fragmento de entrevista 2 - Estímulo del PowerPoint.

Los propios menús del programa actúan, para un número importante de estudiantes, como estímulo a la hora de incluir diversos tipos de contenidos no textuales en las presentaciones.

3. Los alumnos manifestaron que la redacción de productos escritos ayuda a entender mejor los conceptos relacionados relevantes.

A pesar de que los resultados cuantitativos de este trabajo indican que no se produjo mejoría significativa en el aprendizaje conceptual como consecuencia tanto de redactar un informe en el formato habitual que los estudiantes usaban como de elaborar una presentación usando PowerPoint, los estudiantes consideraron unánimemente (100 %) que ambas formas de escritura ayudan a comprender mejor los contenidos conceptuales relacionados. En el fragmento de entrevista 3 se muestra un ejemplo.

Francisco: Al escribirlo tienes que presentarlo claro. Si quieres poner algo, tienes que entenderlo, qué es la absorbancia, la concentración... Tienes que saber las cosas... que pones, si no, no eres capaz de ponerlas bien, para el informe o el programa.

Cuadro 3.- Fragmento de entrevista 3 - Aprender escribiendo.

Lo que Francisco manifiesta es coherente con el modelo de Bereiter y Scardamalia (1987): la necesidad de abordar problemas relacionados con la expresión del conocimiento, aspecto propio del espacio retórico, hace que se genere información propia de los contenidos en sí, aspecto referido al espacio del contenido. Sin embargo, a pesar de que los alumnos parecen tener clara la idea de que escribir ayuda a entender mejor las cosas, aquí esa mejora no se produjo.

Discusión

En la parte cuantitativa de este estudio hemos puesto de manifiesto que los alumnos participantes en esta experiencia didáctica, tras elaborar una presentación con PowerPoint sobre una práctica de laboratorio que habían realizado, aumentaron significativamente la potencia de las inscripciones que usaron. Así, consiguen resumir más información mediante recursos como tablas, gráficas, etc., consiguiendo avanzar en el dominio de una de las características fundamentales de la escritura científico-técnica: el uso de inscripciones.

Son frecuentes los cursos para profesores y las acciones dirigidas desde las administraciones educativas orientadas a aumentar el uso de las nuevas tecnologías en las aulas, si bien, en ocasiones, las propuestas de uso de tales tecnologías se hacen de forma acrítica, aceptando implícitamente que siempre es positivo y sin la conveniente reflexión sobre qué objetivos de aprendizaje se pueden alcanzar con ello. Consideramos que, en este estudio, se aportan pruebas acerca de que la elaboración de presentaciones usando la herramienta informática PowerPoint puede favorecer una destreza básica de científicos y técnicos, consistente en el uso de inscripciones para expresar conocimiento. Opinamos que lo mismo podría suceder con otros programas informáticos similares, aunque no lo hemos probado.

Desde una perspectiva del aprendizaje como participación progresiva en actividades reales y socialmente significativas (Lave y Wenger, 1991), lo anterior es un logro educativo relevante, ya que permite avanzar en el dominio de las destrezas propias de la actividad científica y tecnológica real. En otro trabajo (Reigosa y Jiménez, 2000) se han presentado evidencias que señalan que las acciones que ponen en juego los estudiantes cuando abordan tareas prácticas en el laboratorio en ocasiones tienen más de exhibición de un comportamiento estereotipado aparentemente correcto que de verdadera construcción de conocimiento; sin embargo aquí se ha puesto de manifiesto que, en esta intervención didáctica, los estudiantes han progresado en la adquisición de capacidades básicas, construyendo conocimiento científico.

En las manifestaciones de los estudiantes en las entrevistas se pone de manifiesto que los aspectos que, desde su punto de vista, hacen que el uso de PowerPoint favorezca el uso de inscripciones con más potencia son la necesidad de condensar información para que las presentaciones sean más atractivas y que el propio programa "invita" a introducir gráficas, tablas, etc. Cabe preguntarse hasta qué punto el uso de inscripciones por parte de los estudiantes usando la herramienta informática PowerPoint responde a la intención de condensar información y mostrarla de forma más potente y útil, como hacen los científicos profesionales, o si es una actividad

irreflexiva, a veces inducida por el propio programa informático. En lo que a esto respecta, pensamos, en primer lugar, que la posibilidad de que la aplicación PowerPoint induzca a usar inscripciones, como los propios estudiantes indican (aserto 2), es un aspecto positivo, ya que puede ayudar a adquirir creciente competencia en la construcción y el uso de inscripciones, lo cual, como ya se ha indicado, es una destreza básica en la actividad científico-tecnológica real. En segundo lugar, es de relevancia que, en el caso estudiado, el empleo de inscripciones usando PowerPoint no se hizo desde la falta de comprensión por parte de los estudiantes de los conceptos científicos relevantes, como muestran las puntuaciones de los mapas conceptuales, con medias no inferiores a 24,0 puntos (tabla 3), que equivalen a 8 proposiciones correctas establecidas en términos científicos. Además, la percepción de los estudiantes era que el uso de PowerPoint facilita la comprensión (aserto 3), lo cual interpretamos como un indicio de que el uso de dicha herramienta informática se hizo de forma reflexiva manteniendo el interés por la comprensión de las redes conceptuales disciplinares relevantes, y no de forma acrítica dejándose llevar por los menús del programa.

De todas formas, es relevante indicar que los estudiantes no mejoraron su comprensión conceptual tras realizar una presentación con PowerPoint ni tras redactar un informe de laboratorio que incorporaba principios de las Buenas Prácticas de Laboratorio. Esto contradice su percepción al respecto y cabe hacer notar que ellos consideraron que las tareas de escritura permiten aprender mejor contenidos relevantes. Esta visión que sostienen está de acuerdo con lo que el modelo de Bereiter y Scardamalia (1987) dice al respecto: el problema de expresar adecuadamente contenidos sirve de ayuda para clarificar tales contenidos. El hecho de que la realización de una presentación informática o la redacción de un informe no se haya traducido en mejoras estadísticamente significativas en las puntuaciones obtenidas referentes al aprendizaje conceptual consideramos que puede deberse al diseño de la experiencia didáctica. En este trabajo, siguiendo las indicaciones de Yin *et al.* (2005), restringimos los conceptos para elaborar los mapas a un número limitado, en concreto 10. Esos conceptos fueron, lógicamente, de los más relevantes dentro de los relacionados con la tarea y su dominio era necesario para abordar la misma. Por ello, su comprensión alcanzó un nivel satisfactorio durante la propia realización de la tarea (todos los estudiantes, con la ayuda ocasional del profesor, la abordaron satisfactoriamente). Dicho nivel ya resultó suficiente para la redacción del informe y la elaboración de la presentación, por lo que no se observó una mejoría estadísticamente significativa en las puntuaciones de los mapas conceptuales elaborados tras ambas tareas de escritura, aunque los estudiantes opinen que la escritura favorece la comprensión. Nuestra interpretación es, pues, que en esta intervención pedagógica, la comprensión de los aspectos conceptuales relevantes ya había sido optimizada previamente a la escritura de informes por una tarea práctica que incluía aspectos problemáticos para los estudiantes y que los obligaba a dominar aspectos conceptuales relacionados con ella para ser capaces de abordarla. Este tipo de tareas, como se ha mostrado en otro trabajo (Reigosa y Jiménez, 2007), proporcionan un contexto que permite que el docente transfiera creciente responsabilidad a los estudiantes y ayude a éstos a desarrollar un mayor grado de competencia autónoma.

Consideramos que, en el contexto educativo estudiado en esta experiencia, se puede concluir que la elaboración de una presentación usando el programa PowerPoint como herramienta permitió que los estudiantes participantes mejoraran una destreza básica en la actividad científica y técnica: la condensación de información usando inscripciones. En cambio, a partir de los resultados de este trabajo, no se puede concluir que la elaboración de informes o de presentaciones informáticas ayudara al aprendizaje conceptual, lo cual achacamos a que éste ya había sido optimizado previamente con la realización de la tarea en el laboratorio. Pensamos que la influencia de la realización de informes o de presentaciones sobre el aprendizaje conceptual no ha quedado clara en este trabajo y puede ser un tema a estudiar en el futuro, pero con un diseño pedagógico distinto al aquí usado. Cabe indicar que existen estudios (Gunel *et al.*, 2006) que indican que el uso de PowerPoint por parte de los estudiantes puede favorecer el aprendizaje de conceptos, lo cual interpretan como debido a la necesidad de traducir conceptos entre distintos modos de representación. El estudio de Gunel *et al.* (op. cit.) ofrece resultados que apuntan en dirección distinta a la de éste, pero los diseños didácticos en los que se desarrollan ambas experiencias son distintos. En el artículo de Gunel *et al.* (op. cit.) los estudiantes, previamente a las tareas de escritura, reciben clases magistrales y realizan tareas de resolución de problemas de lápiz y papel, mientras que aquí, además de recibir clases teóricas y de realizar problemas escritos, los estudiantes abordaron una tarea en el laboratorio que, como ya se discutió, pudo optimizar su aprendizaje conceptual, el cual después ya no pudo mejorar con las tareas de redactar un informe o de elaborar una presentación con PowerPoint.

Ya se ha indicado en el apartado de metodología que aquí se ha optado más por el estudio en profundidad del desempeño de unos pocos sujetos que por el análisis de una muestra amplia. Sin embargo, una vez hecha en este trabajo una primera aproximación al problema, planteamos como posible línea de investigación para el futuro la profundización en los resultados de este artículo en base a una toma de datos de mayor extensión, abarcando un mayor número de productos escritos de los estudiantes o el análisis de más niveles y contextos educativos.

Referencias bibliográficas

Bastide, F. (1990). The iconography of scientific texts: principles of analysis. En M. Lynch y S. Woolgar (Eds.), *Representation in scientific practice* (pp.187-229). Cambridge: MIT Press.

Bazerman, C. (1988). *Shaping written knowledge: the genre and activity of the experimental article in science*. Madison: University of Wisconsin Press.

Bereiter, C. y M. Scardamalia (1987). *The effect of talk and writing on learning science: an exploratory study*. Hillsdale: Erlbaum.

Boletín Oficial del Estado (2000). *Real Decreto 1369/2000, de 19 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 822/1993, de 28 de mayo, que establece los principios de Buenas Practicas de Laboratorio y su aplicación*

en la realización de estudios no clínicos sobre sustancias y productos químicos. BOE nº 173 de 20 de julio.

Brown, J.S.; Collins, A. y P. Duguid (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18, 32-42.

Brown, B.A.; Reveles, J.M. y G.J. Kelly (2005). Scientific literacy and discursive identity: a theoretical framework for understanding science learning. *Science Education*, 89, 779-802.

Florence, M.K. y L.D. Yore (2004). Learning to write like a scientist: coauthoring as an enculturation task. *Journal of Research in Science Teaching*, 41, 637-668.

Gunel, M.; Hand, B. y S. Gunduz (2006). Comparing student understanding of quantum physics when embedding multimodal representations into two different writing formats: presentation format versus summary report format. *Science Education*, 90, 1092-1112.

Jiménez, M.P. y C. Reigosa (2006). Contextualizing practices across epistemic levels in the chemistry laboratory. *Science Education*, 90, 707-733.

Keys, C.W. (1999). Revitalizing instruction in scientific genres: connecting knowledge production with writing to learn in science. *Science Education*, 83, 115-130.

Latour, B. (1987). *Science in action: how to follow scientists and engineers through society*. London: Open University Press.

Latour, B. y S. Woolgar (1995). *La vida en el laboratorio. La construcción de los hechos científicos*. Madrid: Alianza.

Lave, J. y E. Wenger (1991). *Situated learning: legitimate peripheral participation*. Cambridge: Cambridge University Press.

Lemke, J.L. (2000). *Multimedia genres for science education and scientific literacy*. Adquisition of Advanced Literacy Conference, Universidad de California, Davis, Febrero, 2000.

Lemke, J.L. (2002). Enseñar todos los lenguajes de la ciencia: símbolos, imágenes y acciones. En M. Benlloch (ed.), *La educación en ciencia* (pp.159-186). Barcelona: Paidós.

Lincoln, Y.S. y E.G. Guba (1985). *Naturalistic inquiry*. Newbury Park: Sage.

Lunsford, E.; Melear, C.T.; Roth, W.-M.; Perkins, M. y L.G. Hickok (2007). Proliferation of inscriptions and transformations among preservice science teachers engaged in authentic science. *Journal of Research in Science Teaching*, 44, 538-564.

McGinn, M.K. y W.-M. Roth (1999). Preparing students for competent scientific practice: implications of recent research in science and technology studies. *Educational Researcher*, 28, 14-24.

McKernan, J. (1999). *Investigación-acción y curriculum*. Madrid: Morata.

Prain, V. (2006). Learning from writing in secondary science: some theoretical and practical implications. *International Journal of Science Education*, 28, 179-201.

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, 325-336.

Reigosa, C. (2007). 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. *Enseñanza de las ciencias*, 25, 267-275.

Reigosa, C. y M.P. Jiménez (2000). La cultura científica en la resolución de problemas en el laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 18, 275-284.

Reigosa, C. y M.P. Jiménez (2007). Scaffolded Problem-solving in the physics and chemistry laboratory: difficulties hindering students' assumption of responsibility. *International Journal of Science Education*, 29, 307-329.

Roth, W.-M. (1995). *Authentic school science: knowing and learning in open-inquiry science laboratories*. Boston: Kluwer.

Roth, W.-M. y M.K. McGinn, (1998). Inscriptions: toward a theory of representing science as social practice. *Review of Educational Research*, 68, 35-59.

Stake, R. (1998). *Investigación con estudio de casos*. Madrid: Morata.

Yin, Y.; Vanides, J.; Ruiz-Primo, M.A.; Ayala, C.C. y R.J. Shavelson (2005). Comparison of two concept-mapping techniques: implications for scoring, interpretation, and use. *Journal of Research in Science Teaching*, 42, 166-184.

Yore, L.D.; Florence, M.K.; Pearson, T.W. y A.J. Weaver (2006). Written discourse in scientific communities: a conversation with two scientists about their views of science, use of language, role of writing in doing science, and compatibility between their epistemic views and language. *International Journal of Science Education*, 28, 291-314.

Yore, L.D.; Hand, B.M. y M.K. Florence (2004). Scientists' views of science, models of writing and science writing practices. *Journal of Research in Science Teaching*, 41, 338-369.

Yore, L.D. y D.F. Treagust (2006). Current realities and future possibilities: language and science literacy - empowering research and informing instruction. *International Journal of Science Education*, 28, 109-141.