

namic, and fair lenses, then the answer to that questions is yes. As stated before, students in science classrooms should be offered and allowed to explore different views of the world, and science educators must accept daily activities as possible opportunities to accomplish the task of making science classrooms pleasant and inspiring spaces where various stand-points reconcile for the needed equality that must be present in the school atmosphere.

BIBLIOGRAPHY

- AIKENHEAD, G., Science Education: Border Crossing into the Subculture of Science, *Studies in Science Education*, **27**, 1-52, 1996.
- Aikenhead, G. & Jegede, O., Cross-Cultural Science Education: A Cognitive Explanation of a Cultural Phenomenon, *Journal of Research in Science Teaching*, **36**, 269-287, 1999.
- ATWATER, M. & RILEY, J., Multicultural Science Education: Perspectives, Definitions, and Research Agenda, *Science Education*, **77** [6], 661-668, 1993.
- BAKER, D. & TAYLOR, P., The Effect of Culture on the Learning of Science in Non-Western Countries: The results of an Integrated Research Review, *International Journal of Science Education*, **17** [6], 695-704, 1995.
- BANKS, J., *Multicultural Education-Issues and Perspectives*, Boston, MA, Allyn and Bacon, 38, 1985.
- BANKS, J., The Canon Debate, Knowledge Construction, and Multicultural Education, *Educational Researcher*, **22** [5], 4-14, 1993.
- COBERN, W., Worldview Theory and Conceptual Change in Science Education, Paper presented at the annual meeting of the *National Association for Research in Science Teaching*, Anaheim, CA, 1994.
- COBERN, W. & AIKENHEAD, G., Cultural Aspects of Learning Science, Paper presented at the annual meeting of the *National Association for Research in Science Teaching*, Chicago, 1997.
- COSTA, V., When Science is "Another World": Relationships between Worlds of Family, Friends, School, and Science, *Science Education*, **79** [3], 313-333, 1995.
- FENSHAM, P., Science Education and Sub-Cultural Border Crossing, Monash University, Australia, 2-3, 2000.
- GEORGE, J., World View Analysis of the Knowledge in a Rural Village: Implications for Science Education, *Culture and Comparative Studies*, **83**, 77-95, 1999.
- GEORGE, J. & GLASGOW, J., The Boundaries between Caribbean Beliefs and Practices and Conventional Science, UNESCO, Kingston, Jamaica, 1999.
- GRAY, B., Science Education in the Developing World: Issues and Considerations, *Journal of Research in Science Teaching*, **36** [3], 261-268, 1999.
- GEERTZ, C., *the Interpretation of Culture*, New York, NY: Basic Books, 1973
- HAWKINS, J. & PEA, R., Tools for Bridging the Cultures of Everyday and Scientific Thinking, *Journal of Research in Science Teaching*, **24** [4], 291-307, 1987.
- HARGREAVES, A., Revisiting Voice, *Educational Researcher*, **25** [1], 12-19, 1996.
- KROMA, S., Popularizing Science Education in Developing Countries through Indigenous Knowledge, <http://www.nuffic.nl/ciran/ikdm/3-3/articles/kroma.html>, 10/20/03.
- INGLE, R.B. & TURNER, A., Science Curricula as Cultural Misfits, *European Journal of Science Education*, **3**, 357-371, 1981.
- JEGEDE, O., *Traditional Cosmology and Collateral Learning in Non-Western Science Classrooms*, Research & Evaluation Unit Distance Education Center, University of Southern Queensland, Toowoomba, Australia, 1994.
- KYLE, W., Science Education in Developing Countries: Challenging First World Hegemony in a Global Context, *Journal of Research in Science Teaching*, **36** [3], 255-260, 1999.
- MADDOCK, M.N., Science Education: An Anthropological Viewpoint, *Studies in Science Education*, **8**, 1-26, 1981.
- MEDVITZ, A.G., *Science, schools and culture: The complexity of reform in science education*, A paper presented to the 8th symposium of the International Organization for Science and Technology Education (IOSTE), Edmonton, Canada, 1996.
- McKINLEY, E., McPHERSON, P. & BELL, B., Language, Culture and Science Education, *International Journal of Science Education*, **14** [5], 579-595, 1992.
- MILLAR, R., *Doing Science: Images of Science in Science Education*, Falmer Press, 1989.
- OGAWA, M., Science Education in a Multiscience Perspective, *Science Education*, **79** [5], 583-593, 1995.
- OGAWA, M., *Nature of Indigenous Science: A Stratified and Amalgamated Model of Knowledge and Cosmology*, A paper presented at the 33rd Annual Conference of the Australia Science Education Research Association (ASERA), Townsville Australia, 2002.
- OKEBOKOLA, P. & JEGEDE, O., Eco-cultural Influences upon Students' Concept Attainment in Science, *Journal of Research in Science Education*, **27** [7], 661-669, 1990.
- PALMER, D., Exploring the Link between Students' Scientific and Nonscientific Conceptions, *Science Education*, **83** [6], 639-653, 1999.
- PHELAN, P., DAVIDSON, A. & CAO, H., *Adolescents' Worlds: Negotiating family, peers, and school*. Teachers College Press. New York and London, 8-9, 1996.
- POMEROY, D., Science Education and Cultural Diversity: Mapping the Field, *Studies in Science Education*, **24**, 49-73, 1994.
- SOLOMON, J., DUVEEN, J. & SCOTT, L., Pupil's Images of Scientific Epistemology, *International Journal of Science Education*, **16** [3], 361-373, 1994.
- TORRES-GARAY, I., La Imagen del Conocimiento y los Ambientes Escolares. Centrarse en los Contenidos O... Adaptarse a los Alumnos, *Aula Urbana*, **48**, 4-5, 2004.
- WALDRIP, B.G. & TAYLOR, P.C., Permeability of Students' Worldviews to their School Views in a non-Western Developing Country, *Journal of Research in Science Teaching*, **36** [3], 289-303, 1999.

Received: 26.10.2004 / Approved: 11.04.2005

La influencia de las secuencias didácticas sobre la construcción de narraciones de los estudiantes de enseñanza básica: un ejemplo sobre el tema electricidad

Effect of didactic sequences on narrative constructions about electricity of primary school students

DANIELA KOGA, MARÍA ELENA INFANTE-MALACHIAS, JOSÉ MARIANO AMABIS, SILVANA SANTOS

Departamento de Biología, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, Rua do Matão, Brasil
danielakoga@yahoo.com.br, marilen@usp.br, amabis@usp.br, silvana@ib.usp.br

Resumen

Este trabajo, relata la aplicación de secuencias didácticas sobre el tema electricidad, obtenidas de dos libros texto con enfoques diferentes, en cuatro cursos del octavo año de enseñanza básica, incluyendo cerca de 140 alumnos con edades entre 13 y 17 años. Son descritos: el diagnóstico de los conocimientos previos de los alumnos, las características de los materiales educacionales utilizados, la secuencia didáctica, el proceso de aplicación de los materiales, y la utilización de las narraciones de los estudiantes como evaluación. Con este trabajo se obtuvieron evidencias que indican la elaboración de distintas narraciones cuando los estudiantes utilizan libros basados en diferentes visiones de aprendizaje, en lo que se refiere a la fragmentación/cohesión de la narración del estudiante sobre lo que él aprendió durante el período de la utilización de un mismo concepto como eje central de su narración, la relación entre los conceptos, hasta su aplicación en nuevas situaciones.

Palabras clave: Proceso de enseñanza-aprendizaje, libro del texto, conocimiento cotidiano, electricidad.

Abstract

This paper describes didactic sequences based on different science textbooks about dealing with the topic of theme electricity. This study involved four middle school groups of primary, with 140 students with ages from 13 to 17 years old. In this communication paper, there are descriptions about the of the diagnosis collection of the students' previous ideas knowledge, the characteristics of the science collections educational materials used, the instructional sequence, the process of applying using different textbooks in different classrooms, and the students' narrative accounts were used to compare patterns of learning. Although it was hard to carry out perform the project as planned, there was evidence showing that different materials, supported based on by different conceptions of learning, can promote different understandings about the same theme. This has been seen when analyzing the coherence of their the students' narrative accounts of what they learned when using the same concept as the focus for their ideas; about how they thought the concepts were interrelated; as well as how to apply them in new situations. if students use the same

concept in different paragraphs as a tool to connect ideas around it; the relation between the concepts presented in the narratives and the application of concepts in new and everyday situations.

Key words: *teaching and learning process; textbooks; everyday knowledge.*

INTRODUCCIÓN

El libro didáctico es una de las pocas formas de documentación y consulta utilizada por profesores y alumnos brasileños. El libro se convirtió en uno de los principales factores que influyen el trabajo pedagógico, definiendo el currículo, determinando su finalidad, cristalizando abordajes metodológicos y cuadros conceptuales, organizando, así, el cotidiano de la sala de clases. Los principales determinantes de ese cuadro son: una inadecuada formación de los profesores y las malas condiciones del trabajo docente (BIZZO, 2002; MEC, 2002). Durante cuatro años, por ejemplo, el gobierno brasileño gastó casi un billón de dólares en un programa de evaluación y distribución de libros para las ocho series de la enseñanza fundamental en todo el país (PNLD - Plan Nacional del Libro Didáctico), "beneficiando" algo de 35 millones de estudiantes en 200.000 escuelas públicas (MEC/INEP-2001; apud BIZZO, 2002).

Esa realidad no se limita a Brasil. Una investigación realizada en España reveló que más del 90% de los profesores tenía como fuente de ideas para la planificación de sus clases el libro texto (ARNAY, 1998). En los Estados Unidos, la proliferación de materiales didácticos que divulgan una visión estática de las ciencias fue analizada por autores como YANGER (1983), YORE (1991), STINNER (1992), entre otros. La propia Asociación Americana para el Progreso de la Ciencia (1989) denunció que los libros didácticos enfatizan el aprendizaje de respuestas en vez de la exploración de preguntas; la memoria en vez del pensamiento crítico; el uso de informaciones fragmentadas en vez de contextos; recitados en vez de argumentos; y la lectura en lugar de la creación y del hacer; dificultando de esta forma la comprensión pública de la ciencia. Los libros han sido objeto de estudio que tratan de describir la manera en que los conceptos científicos son presentados y reconceptualizados, revelando analogías y metáforas que, muchas veces, favorecen la conservación de "misconceptions" o concepciones erróneas de los alumnos (véase por ejemplo, POSADA, 1999).

A pesar del uso hegemónico del libro didáctico, pocos estudios investigaron el impacto de su utilización sobre el aprendizaje. ¿Hay alguna diferencia en relación con lo que los alumnos aprenden cuando utilizan distintos libros? Este trabajo, relata la aplicación de secuencias didácticas sobre electricidad subsidiadas por dos colecciones de ciencias naturales en el ciclo básico de una escuela pública de São Paulo. La selección del tema electricidad fue debido a la importancia de la energía eléctrica en el mundo contemporáneo, omnipresente en el cotidiano de los alumnos residentes en centros urbanos. Este estudio, más que respuestas para la pregunta, sugiere caminos que pueden ser seguidos para comprender más profundamente la relación entre aprendizaje y los costos a la derecha gastados con los materiales didácticos.

EL TRABAJO Y SU METODOLOGÍA

El objetivo general de este trabajo fue comparar cualitativamente la estructura de las narrativas de estudiantes, los cuales utilizaron distintos materiales instruccionales para aprender conceptos relacionados con el tema electricidad aplicados por una misma profesora. En este estudio fueron incluidas cuatro clases de octavo año del período diurno, con cerca de 35 alumnos cada una, cuyas edades variaban de 13 hasta 17 años, de una escuela municipal de la periferia de São Paulo. El proyecto fue realizado en cuatro meses, utilizando tres clases semanales de 45 minutos dedicadas a ciencias. Cabe resaltar que muchas clases fueron perdidas por causa de feriados y otras actividades desarrolladas en la escuela. Por ese motivo fue realizada apenas una tercera parte de las actividades planeadas.

La idea general del proyecto era evaluar las concepciones de los estudiantes, aplicar las secuencias basadas en libros didácticos diferentes y analizar las narraciones de los estudiantes sobre su proceso de aprendizaje. Una de las premisas del trabajo fue compartir con los estudiantes la planificación y la importancia de desarrollar la habilidad de reflexionar sobre lo que se aprende y como se enseña, orientado principalmente por una perspectiva constructivista de aprendizaje (por ejemplo, DRIVER, 1986, 1988; COLL, 1997, 1998). Al principio de las actividades, todos los alumnos fueron informados sobre su participación en un trabajo de pesquisa vinculado a la Universidad de São Paulo (USP), incentivados a participar activamente en el mismo, reflexionando sobre las preguntas de investigación. Después de aplicar una evaluación sobre las concepciones de los alumnos, dos frentes fueron organizados en las cuatro salas de clase: dos clases

desarrollaron la unidad escogida con el libro adoptado por la escuela ("MEC"); otras dos clases utilizaron el otro material ("BA").

Esos dos materiales didácticos son pautados en concepciones de enseñanza y aprendizaje bastante diferentes. El primero sigue una larga tradición de enseñar ciencias presentando los conceptos y sus aplicaciones, sin considerar la necesidad de un contexto cotidiano que pueda darle un sentido al aprendizaje. El material BA ofrece una pregunta motivadora sobre la cual los alumnos deben pensar antes de realizar las actividades lo que permiten la explicitación de sus ideas. Las actividades son presentadas por medio de un texto con características de narración, el lenguaje es más cotidiano y las preguntas que aparecen no están respondidas en el texto, como ocurre en los libros tradicionales. El material MEC - "Ciencias - Entendiendo la naturaleza" (SILVA Jr. et al., 2001) - presenta el tema electricidad en tres capítulos: "Electricidad estática", seguido por "Corriente eléctrica" y por fin "Magnetismo". El material BA pertenece a la colección de Ciencias del Proyecto de Regularización del Flujo Escolar, publicado por la Secretaría de Educación de Bahía (BIZZO, 2001). El tema electricidad es tratado como una unidad del libro, subdividida en tres partes: "Ampolletas, generadores y motores", "Imanes y electroimanes" y "electricidad doméstica".

La evaluación del proceso de enseñanza aprendizaje de los estudiantes debería haber sido realizada de acuerdo con el levantamiento de conocimientos previos, en registros personales de los alumnos y en las redacciones finales del curso. Sin embargo, no se consigue obtener esas ideas de los alumnos por las dificultades encontradas para aplicar la actividad. Los alumnos de la escuela pública muestreada no tenían la práctica de una escuela constructivista y no entendieron el objetivo de la propuesta como la descrita a continuación. Por eso no se utilizaron esas redacciones como un pretest.

Con respecto a la evaluación y comparación del aprendizaje de los dos grupos que utilizaron materiales didácticos diferentes, fue propuesto que los alumnos a través de una carta contarán lo que aprendieron durante el período del proyecto. Del total de alumnos, fueron seleccionadas las 30 mejores redacciones desde el punto de vista del dominio del lenguaje escrito, quince redacciones por grupo. El análisis de las narraciones se hizo de acuerdo con los siguientes criterios: 1. ¿Los estudiantes exploran un mismo concepto en diferentes partes del texto, o la presentación del concepto es realizada a través de definiciones fragmentadas? 2. ¿Un concepto tiene relación con otro, constituyendo una explicación? 3. ¿El estudiante aplica el concepto a nuevas situaciones? 4. ¿El estudiante recurre al conocimiento cotidiano divulgado por la mídia o utiliza los conocimientos aprendidos en la escuela?

La intención era efectuar la permuta de materiales, o sea, después de terminada la aplicación de una secuencia didáctica con uno de los materiales, la profesora propondría la utilización de partes del otro material para que todos los alumnos tuvieran acceso a ambos. Para los alumnos, el intercambio de material didáctico tendría la función de servir como mecanismo de revisión del contenido aprendido. Es importante destacar que el proyecto no fue ejecutado tal como estaba planeado. Se trabajaron solamente los dos primeros capítulos del material MEC y solamente las dos primeras clases del material BA. A pesar de todos los problemas, fueron observadas diferencias en las redacciones de los alumnos (utilizando los dos materiales didácticos) cuando describen su propio aprendizaje sobre el tema electricidad.

RESULTADOS

1. Levantamiento de las concepciones previas de los alumnos

Con el objetivo de sondear las concepciones previas de los alumnos, antes del desarrollo de las secuencias didácticas, la profesora solicitó que cada estudiante elaborase una redacción, narrando un viaje a un lugar donde no hubiera infraestructura de abastecimiento de energía eléctrica, como las regiones rurales. Ellos deberían describir cómo y con qué materiales podrían hacer la instalación de un aparato eléctrico, en este caso, un televisor. Tal texto serviría como diagnóstico sobre lo que los estudiantes sabían sobre el asunto. Diferentes estrategias fueron propuestas por los alumnos para solucionar la tarea de encender la televisión. Muchos optaron por una salida aparentemente más fácil, como instalar una batería de auto en el aparato de televisión. Otros propusieron la utilización del movimiento mecánico de ruedas de agua y de molinos. No faltaron rayos, generadores y peces eléctricos. A continuación cuatro ejemplos de respuestas dadas por los alumnos

1) "Yo sólo pensé en tres alternativas. La primera es tomar una batería de auto y conectar los alambres a la TV. La segunda es colocar una anguila eléctrica en un tanque con agua y colocar los alambres en el agua, tocando la anguila. Como el agua conduce electricidad, la TV iría a funcionar. Pero, hay dos problemas: ¿cómo puedo hacer para capturar una anguila viva? Y también yo creo que la energía sería mucha

y esto iría a echar a perder la TV. La última alternativa es conectar un pedazo de cobre y un clips en un caldo de limón, haciendo una pila, pero la energía no sería suficiente. No conseguí pensar en nada más y no garantizo el funcionamiento de la TV en ninguno de los tres casos” (Cleilson); 2) “... continué andando durante cinco horas, al andar encontré una casa abandonada, entré y había una televisión y un colchón. Como me gusta mucho ver TV, apreté el botón y no encendió pues no había electricidad. Al lado de la casa había un auto cayéndose a pedazos. Bueno, comencé a buscar la batería del auto para encender la TV. Tuve una idea, decidí cortar el alambre de la TV y colocar el alambre descubierto de la batería. Pronto. ¡Conseguí!” (Camila); 3) “... tomo dos ruedas de piedra en formato de cilindro, una girando para el frente y otra para atrás, las dos raspan haciendo chispas para el polo negativo y para el positivo” (Renan); 4) “... llevamos, ropas, botas, una bicicleta, guantes, ... entonces él recordó que había un televisor pequeño en el auto, pero como no había electricidad, tuvimos que tomar la bicicleta, colocarla en la parte más rasa del lago hasta que el agua cubriera la corona de la bicicleta. Esteban comenzó a pedalear, haciendo que con esa parte del agua fuera más rápida, o sea, para que se formara un flujo de energía, que pasa por la corona y es llevada hasta la TV por medio de alambres, haciendo que la TV funcionara” (Fabiana).

De todas formas, las redacciones presentaron una falla explícita, los alumnos contaban una larga historia sobre sus viajes, destacando la narración de sus aventuras y distanciándose del foco principal. Ellos describían rápidamente el material y difícilmente explicaban los procedimientos necesarios para su instalación. Por causa de esa superficialidad en el rescate de las explicaciones de los estudiantes, en otro momento, la profesora preguntó directamente a algunos alumnos lo que habían pensado mientras escribían los textos. Las respuestas continuaban siendo vagas. En general la naturaleza del fenómeno eléctrico se presentaba oscura para prácticamente todos los estudiantes.

2. La secuencia didáctica

Después de la realización del levantamiento de los conceptos previos de los estudiantes, la profesora inició la aplicación de las secuencias didácticas en los cuatro cursos. Al principio todos los alumnos deberían anotar en el cuaderno el título y la pregunta central de la clase - el desafío. Éste debería ser plenamente respondido al final de las actividades. Enseguida, los alumnos iniciaban las actividades propuestas en cada uno de los materiales didácticos.

2.1. El material MEC

Las preguntas de desafío referentes a cada capítulo del material MEC fueron relacionadas con asuntos presentados en los libros: 1) *¿Cómo funciona una máquina fotocopiadora?* 2) *¿Cómo funciona un fusible?* 3) *¿Cómo funciona un motor eléctrico?* Después de una breve reflexión sobre la pregunta, los alumnos procedían a la lectura del texto y hacían los ejercicios. Respondían las preguntas, dibujaban los esquemas pedidos y, cuando tenían dudas recurrían a la profesora.

La profesora trabajó las demostraciones ejemplificadas o sugeridas por el libro sobre el tema electrostática, por ejemplo, fue mostrada la electrización por roce y por inducción utilizando tubos de plástico de esferográfica, papel y bolitas de hoja de aluminio; sobre el tema corriente eléctrica, fue ilustrado el uso del voltímetro y el montaje de un “limón eléctrico”; finalmente, en el capítulo sobre magnetismo, la profesora llevó imanes y brújulas, un electroimán simple y por último un motorcito eléctrico —este último fue una adaptación sugerida por otro profesor, debido a que, el modelo presentado por el material MEC es de difícil reproducción—.

El funcionamiento del motor eléctrico, tema del último capítulo, fue considerado más difícil de comprender. Durante el desarrollo de ese tema, la profesora acompañó un grupo que estaba interesado en entender y montar un motorcito, y que consultaba, además del libro texto, enciclopedias. Esos alumnos preguntaban: *¿Por qué necesitamos de ese conjunto de materiales, de una bobina, de imanes y de la electricidad pasando por la bobina, para hacer que el motor funcione?* Ellos no comprendían las informaciones presentes en el libro texto, pues eran muy breves y no partían del concepto de electroimán. También era difícil entender que una corriente eléctrica es producida en el interior de los filamentos de una bobina cuando existe un imán en movimiento en las proximidades.

2.2. El material BA

Las preguntas utilizadas como desafío al inicio de cada clase subsidiada por el material BA fueron las siguientes: 1) *¿Cómo el farol de una bicicleta funciona sin que esté conectado a una pila o a la corriente eléctrica?* 2) *¿Por qué casi todo aparato eléctrico tiene un enchufe con dos puntas de metal? ¿Por qué los enchufes no tienen una sola punta?* 3) *¿Cómo el agua es usada para la producción de energía eléctrica en las hidroeléctricas?* 4) *¿Cómo funcionan los motores eléctricos - por ejemplo, los existentes en licuadoras o perforador eléctrico?* 5) *¿Cómo funciona una bombilla*

eléctrica? Después de la respectiva pregunta desafío, cada clase del material BA presenta dos cuadros para lectura: uno llamado “*lo que voy a aprender*”, listando los principales conceptos que serían aprendidos en ese momento; y el segundo es “*lo que necesito saber*” listando los conocimientos necesarios para desarrollar las actividades que serían solicitadas.

La primera clase aplicada tenía como concepto principal el dínamo y su funcionamiento, esencial para la comprensión de toda la unidad. La clase estaba subdividida en dos actividades: la primera describía lo que era un dínamo, proponiendo la investigación del mecanismo de funcionamiento del farol de una bicicleta. En la segunda, era presentado el concepto de bobina y la afirmación que el movimiento de un imán dentro de una bobina produce corriente eléctrica. Los alumnos se mostraron muy confusos sobre cómo responder las preguntas, pues no había respuestas explícitas directamente en el texto. Las respuestas eran simples, pero tenían que ser deducidas y comprendidas por los estudiantes, a través de la abstracción en conceptos de lo que ellos habían leído. A lo largo de las clases, la profesora era solicitada muchas veces para ayudar a los alumnos, inclusive para la interpretación de textos, ella detectó que algunos conceptos como imanes y brújula, deberían ser repetidos para que los estudiantes entendieran mejor el contenido presentado, por lo tanto, fue necesario incluir una clase más para revisar estos conceptos.

En relación con la segunda actividad de la primera clase, el texto era confuso y la profesora recurrió a una ilustración de un dínamo para facilitar la comprensión de los alumnos. También realizó la demostración de la energía mecánica transformada en electricidad, a través de una bicicleta con un dínamo acoplado. De esa manera, el tiempo dedicado a esta clase fue aumentado mucho más de lo que estaba previsto, hasta que la mayoría de los estudiantes consiguiera aprender lo que era un dínamo. Las otras clases siguieron relativamente más fluidas. Algunos grupos de estudiantes desarrollaban las actividades con dedicación y más ágilmente que otros, produciendo un descompás con respecto a la ejecución de las actividades. Una estrategia utilizada por la profesora para solucionar este problema fue pedirles a los más ágiles ayudar a sus compañeros, sirviendo de esta forma como monitores.

2.3. Cambio de material

Después del encerramiento de la aplicación de las secuencias, fue realizado el cambio de material entre los dos grupos. La reacción de los alumnos fue muy parecida. Quien pasó a utilizar el material MEC, hacía todas las actividades rápidamente. Quien pasó a trabajar con el material BA, reclamó diciendo que “*las preguntas eran extrañas*”. No hubo tiempo para completar el trabajo de inversión de materiales y reflexionar con los estudiantes sobre las diferencias con respecto a la presentación de los textos.

3. La redacción final

Al final de la secuencia didáctica, fue marcada una evaluación con los alumnos de los cuatro cursos. La profesora les sugirió que hicieran una revisión de todas las actividades propuestas en sala como estrategia de estudio en casa. Al contrario de las actividades en parejas o en grupo esta evaluación sería individual y sin consulta. Cada alumno debería escribir una carta dirigida a cualquier persona conocida, en la cual le narraría extensamente todo lo aprendido sobre electricidad. Como el que recibiera la carta no conocía el asunto, los alumnos tenían la tarea de explicar detalladamente los conceptos, utilizando analogías y esquemas, igualmente, relacionar lo máximo posible una información con la otra.

En anexo se presentan integralmente las evaluaciones de los dos grupos, utilizando seudónimos para proteger la identidad de los alumnos.

El análisis de las 30 redacciones en los cuatro cursos indicó que existen grandes diferencias en la estructura de la narrativa de los estudiantes, a pesar que esas producciones tienen hechos y conceptos diferentes, derivados de los enfoques de cada material didáctico. Quien utilizó el material MEC, tiende a presentar una narrativa segmentada, fragmentada, que se basa en conocimientos cotidianos y no establece relaciones de conceptos. Quien utilizó el material BA utilizó una narrativa en la cual los conceptos están relacionados entre sí, de tal forma que constituye una explicación donde las ideas están organizadas en torno a algunos conceptos centrales.

Los estudiantes que utilizaron el material MEC presentaron una narrativa segmentada y desprovista de relaciones entre los conceptos y las ideas. Daiane, por ejemplo, en pocas líneas, habla de corriente eléctrica, trata de electrización - sin conseguir relacionarla al funcionamiento de la máquina fotocopiadora, habla también de rayos y del electroscopio. Un concepto no da origen a otro o se relaciona con otro. Las informaciones son apenas aspectos del tema electricidad, las cuales no se organizan para constituir una explicación.

Otro aspecto bastante interesante de las redacciones resultantes de la aplicación del material MEC es que las narrativas se estructuran a partir de conocimientos cotidianos, o sea, los estudiantes tienen la tendencia de recordar informaciones que les eran familiares, y que son presentadas en películas, historietas o en programas de televisión, de tal forma, que presentan conocimientos de “sentido común” en sus narraciones. Por ejemplo, explicaron que “la pila tiene dos polos uno positivo y otro negativo”; “cuando uno pasa el lápiz de pasta en el cabello atrae papel”; “el cable tierra se queda debajo de la tierra”. Prácticamente todos los alumnos de este grupo recordaron la experiencia de Franklin, narrándola como un rayo que alcanza una llave amarrada a un volantín (descripción presentada muchas veces en películas infantiles o en televisión). Muchos no sabían explicar el funcionamiento de un motor o de un electroimán. Estos asuntos también fueron tratados en el libro didáctico, pero no pertenecen al universo de conocimientos cotidianos, por lo tanto, no les son familiares a los estudiantes.

Quien utilizó el material BA presentó narrativas en las cuales existe una continua relación entre las ideas. El conjunto de estudiantes también mostró que comparte una secuencia de conocimientos más definida y estructurada. Por ejemplo, todos sabían describir el dínamo y su funcionamiento, explicando que las ruedas de la bicicleta están conectadas a un imán, cuyo movimiento produce corriente eléctrica en una bobina. Las redacciones son estructuradas a partir de los conceptos de dínamo, bobina, electroimán, relacionados con el funcionamiento de una hidroeléctrica. De esa manera, es característica de las producciones de los alumnos que utilizaron el material BA la presencia del término bobina en distintos lugares del texto, así también como el uso de analogías. Ellos consiguen decir claramente que el funcionamiento del dínamo es semejante al de una hidroeléctrica, justificando sus explicaciones con esquemas. Además, muchos alumnos recordaron la propuesta hecha durante el levantamiento de conceptos previos, sobre cómo instalar un aparato de televisión en un lugar donde no había abastecimiento de energía eléctrica, proponiendo la utilización del movimiento del agua en un riachuelo, de un molino y de tracción animal para mover un imán que estaría dentro de una bobina. Estos ejemplos no fueron trabajados en sala de clase. Otro aspecto interesante, es el uso de comillas para indicar situaciones donde las palabras son utilizadas con sentido figurado, como lo hizo Thyago (ejemplo: “produce”, “le da”).

Los estudiantes aplicaron el conocimiento aprendido en nuevas situaciones, creando así soluciones para problemas cotidianos. También construyeron relaciones con problemas actuales, como por ejemplo el movimiento realizado por el gobierno brasileño para reducir el consumo de energía eléctrica, diciendo: “cuando falta agua tenemos racionamiento de energía, con las represas vacías no hay agua suficiente para hacer girar las hélices con fuerza y así no se produce mucha energía”. El aprendizaje de contenidos se presenta significativo (COLL, 1997; 1998), pues el alumno no está recordando solamente informaciones transmitidas por el profesor o por el material didáctico, él establece nuevas relaciones entre el conocimiento aprendido en la sala de clases y los problemas y las preguntas que encuentra en su vida cotidiana.

CONCLUSIONES

El análisis cualitativo, fundamentado en la lectura de las treinta redacciones elaboradas por los estudiantes muestreados en este trabajo, indica que el aprendizaje de conceptos sobre electricidad fue muy distinto entre los dos grupos de alumnos acompañados. Aunque este proyecto fue realizado en un corto período de tiempo, se recogieron evidencias que materiales instruccionales basados en estrategias metacognitivas de aprendizaje favorecen la construcción de una narrativa coherente (véase también SANTOS et al., 2004). El estudiante consigue explicar un acontecimiento propuesto con la utilización de una narrativa organizada en torno a conceptos centrales

que sirven de apoyo para establecer relaciones con otros conceptos o fenómenos, así como también permiten la creación de situaciones nuevas a partir de lo que fue aprendido y la aplicación del conocimiento a situaciones enfrentadas en la vida cotidiana.

Sin embargo, estos resultados deben ser relativizados delante de las dificultades para la implantación del proyecto tal como fue planeado. Son necesarios mayores esfuerzos para un estudio más profundo del tema expuesto aquí para establecer criterios de análisis más objetivos, para que se pueda apuntar con más precisión las diferencias con respecto al aprendizaje derivadas del uso de materiales instruccionales distintos, puesto que cantidades significativas de dinero público están aplicadas a la compra de materiales didácticos utilizados por millares de estudiantes en todo el Brasil.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la valiosa colaboración de la investigadora Ana María Navas Iannini quien participó gentilmente en la lectura y revisión de este artículo.

BIBLIOGRAFÍA

- AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE. Science for all americans. Washington, DC. Author, 1989.
- ARNAY, J., *Reflexões para um debate sobre a construção do conhecimento na escola: rumo a uma cultura científica escolar*. Conhecimento cotidiano, escolar e científico: representação e mudança. 37-68, vol.1. São Paulo, Ática, 1998.
- BIZZO, N., *Ciências. Regularização do Fluxo Escolar*, vol. 2. Secretaria de Educação do Estado da Bahia, 2001.
- BIZZO, N., Reflexions upon a national program assessing science textbooks: what is the importance of content in science education? Paper presented at the X Symposium IOSTE, International Organization for Science and Technology Education, 28th July-2nd August, 2002, Foz do Iguaçu, Brazil, 2002.
- COLL, C., *Psicologia e currículo: uma aproximação psicopedagógica a elaboração do currículo escolar*. Editora Ática, São Paulo, 1997.
- COLL, C., *O construtivismo na sala de aula*. São Paulo, Editora Ática, 1998.
- DRIVER, R., Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*, 4 [1], 3-15, 1986.
- DRIVER, R., Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 6 [2], 109-120, 1988.
- MEC/INEP, Ministério Da Educação, Brasil. *Sinopse estatística da educação superior* – ano 2000. Brasília, DF, 2001.
- MEC - Ministério Da Educação, Brasil. *Guia do Programa Nacional do Livro Didático* – 5^{as} às 8^{as} séries. Brasília, DF, 2002.
- POSADA, J.M., The presentation of metallic bonding in high school science textbooks during three decades: science educational reforms and substantive changes of tendencies. *Science Education*, 83, 423-447, 1999.
- SANTOS, S.; INFANTE-MALACHIAS, M.E.; AMABIS, J.M., Estrategias metacognitivas de aprendizaje en la planificación de una secuencia didáctica sobre digestión. *Journal of Science Education*, 5 [1], 24-27, 2004.
- SILVA JR, C. DA; SASSON, S.; SANCHES, P.S.B., *Ciências: - Entendendo a Natureza: a materia e a energia*: 8^a série. São Paulo, Saraiva, 2001.
- STINNER, A., Science textbooks and science teaching: from logic to evidence. *Science Education*, 76 [1], 1-16, 1992.
- YANGER, R.E., The importance of terminology in teaching K-12 science. *Journal Research in Science Teaching*, 20, 577-588, 1983.
- YORE, L.D., Secondary science teacher's attitudes toward and beliefs about science reading and science textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 28, 55-72, 1991.

ANEXO

MATERIAL MEC- María 8 ^o D	MATERIAL BA - Lucas 8 ^o B
<p>São Paulo, 14 de noviembre de 2002</p> <p>Marco Aurélio,</p> <p>Vengo por medio de esta carta a comunicarte hechos recientes de mi vida. Estoy estudiando en la Escuela Monteiro Lobato y estoy participando en un proyecto muy interesante que se llama Proyecto Electricidad. En ese proyecto aprendí muchas cosas nuevas, como por ejemplo, lo que es corriente eléctrica. Si tú no sabes, corriente eléctrica es el movimiento ordenado de cargas eléctricas recorriendo un conductor, es como si fuera una lata de gaseosa que tú bebes con la pajita.</p>	<p>São Paulo, 11 de noviembre de 2002.</p> <p>Jaqueline,</p> <p>Este fue un año constructivo en la materia de ciencias. Principalmente en este último semestre, en que aprendí muchas cosas sobre electricidad. Todo comenzó con el dínamo. Aprendí que el dínamo es un objeto cilíndrico que posee un eje giratorio unido a un imán, o sea, la velocidad del eje será la misma del imán, enrollado en el imán hay una bobina de alambres de cobre. El proceso del dínamo</p>

<p>Aprendí también lo que es una fotocopia, pero qué pena que no entendí muy bien su proceso. Otra cosa legal es saber cuando un cuerpo está electrizado positivamente y negativamente. Positivamente es cuando el número de electrones es menor que el número de protones, y negativamente cuando el número de electrones es mayor que el de protones.</p> <p>Otra cosa interesante que aprendí fue como es hecho un imán, él es hecho de mineral de hierro, y ellos se atraen cuando los polos son contrarios y se rechazan (se alejan) cuando los polos son iguales.</p> <p>...Me pareció interesante también saber de verdad lo que es un rayo, rayo es una descarga de electrones de una nube para otra, o sea, es como... por ejemplo, tú estás triste y yo feliz de la vida, entonces descargo toda o un poco de mi alegría en ti, ¿entendiste?</p> <p>Otra cosa que aprendí, que me llamó la atención es que yo siempre oía hablar de electroscopio, pero nunca podía saber lo que era, en ese proyecto aprendí. Electroscopio es todo aparato capaz de detectar si un cuerpo está o no electrizado.</p> <p>Bien, ahora hablando de mí, estoy bien saliendo mucho y divirtiéndome aún más. Pero la verdadera razón por la que te escribo es para comunicarte que el día 29 en el Piritubão habrá un show de reggae y estoy contando con tu presencia.</p> <p>Escríbeme estoy muriendo de nostalgia</p> <p>1000 besos,</p> <p>Daiane.</p>	<p>es el siguiente: cuando el eje gira, el imán también gira (como ya te expliqué) y ese movimiento “produce” electricidad en la bobina, y, finalmente la bobina está conectada a cables, que tú puedes conectar a una lámpara por ejemplo</p> <p>Los aparatos eléctricos tienen motores que “transforman” la energía eléctrica en movimiento, o calor, o frío, etc. Por ejemplo el horno de microondas “transforma” energía eléctrica en calor, ¿entendiste?</p> <p>¡Ah!, una cosa interesante que yo aprendí fue cómo funciona una hidroeléctrica: en ella se acumula una gran reserva de agua. En la parte de abajo de la pared, ellos colocan tubos, para que el agua salga con más presión. Esa agua hace girar un gran imán, y éste está envuelto por una bobina, y como ya te dije anteriormente, la bobina “produce” electricidad. Esa energía generada en la bobina “pasa” por unos cables que por fin es distribuida para mí y para tu casa.</p> <p>Bien, aprendí sobre los motores eléctricos: en la licuadora, por ejemplo, el cable que tu enchufas “le da” electricidad a una bobina – la bobina con electricidad es como un imán. Entonces hay también un imán dentro de la bobina, y ya que los polos diferentes se atraen, y los iguales se rechazan, hay un giro de ese imán. Finalmente, el imán está unido a un rotor, que gira junto con el imán.</p> <p>Por fin, supe de la dificultad para inventar una bombilla eléctrica hasta que Thomas Edison llegó a una ampolleta con un filamento de carbón a alto vacío dentro de la ampolleta. Con el tiempo la lámpara sufrió varias reparaciones hasta llegar a lo que ella es hoy día.</p> <p>Espero que hayas comprendido. Un gran abrazo, Thyago.</p>
--	---

<p>MATERIAL MEC- Thiago Felipe.</p> <p>Para Denis.</p> <p>Yo aprendí varias cosas sobre electricidad. Cuando el cuerpo está electrizado positivamente o negativamente, lo que sucede es que las cargas se atraen o se rechazan. Un cuerpo está electrizado positivamente cuando posee menos electrones que protones, y negativamente, cuando el número de electrones es mayor que el de protones. Ahora te voy a contar cómo las cargas eléctricas se atraen y se rechazan. Las que se atraen son aquellas que tienen signos contrarios y las que se rechazan son las que tienen los mismos signos. Yo estoy seguro que tú no sabes lo que es una copia xerográfica... Es una imagen que se origina por iluminación en un cilindro revestido por selenio, que antes el fue cargado con energía positiva. Este cilindro tiene [que copiar] apenas la región iluminada. La iluminación, cuando alcanza el papel, ahí aparecen las letras.</p> <p>Te voy a contar otra cosa que tú no sabías. El imán, nadie sabía que es hecho de hierro (magnetismo) y también que los polos del imán que se atraen tienen que ser iguales. Los contrarios se rechazan. Para terminar, para que tú economices energía en tu casa, usa bombillas fluorescentes.</p> <p>Thiago Felipe.</p>	<p>MATERIAL BA - Geison</p> <p>Querido amigo Douglas.</p> <p>Te mando esta carta para contarte lo que aprendí sobre electricidad. ¿Tú ya oíste hablar de dínamos? Es el mismo aparato que algunas bicicletas usan para encender las linternas. Bueno, él funciona más o menos así: el dínamo está conectado a la rueda y así, cuando las ruedas están en movimiento, haciendo con que un imán, dentro del dínamo se mueva. Por fuera del imán hay un alambre de cobre y en ese alambre está conectada la linterna. De la misma manera que el movimiento del imán genera electricidad, la electricidad puede producir movimiento. Sólo que el proceso es al contrario, la energía es enviada para el alambre de cobre de la bobina, produciendo el movimiento del imán y es de esa forma que algunos aparatos eléctricos funcionan, como la licuadora.</p> <p>Yo aprendí también que la represa, que tiene un hoyo dejando caer el agua, abajo del agua hay una bobina que está conectada a un motor semejante a un dínamo. Viste cuántas cosas estoy aprendiendo por aquí. Yo estoy pensando en hacer un dínamo usando un motor de licuadora...</p> <p>De tu amigo, Geison.</p>
---	---

Received: 11.06.2004 / Approved: 27.04.2005

Science electronic portfolios: developing and validating the scoring rubric

Desarrollando y validando los portafolios electrónicos en la enseñanza de las ciencias

SUFIAN A. FORAWI, XIN LIANG

Department of Curricular & Instructional Studies, College of Education,
University of Akron, 321 Zook Hall, Akron, Ohio 44325-4205, USA
sufian@uakron.edu, liang@uakron.edu

Abstract

Research has indicated a great need to evaluate the experiences related to creating an electronic portfolio to contribute to the overall teaching excellence. Instructors use rubrics to evaluate electronic portfolios, but no study has been conducted to examine whether the rubrics are valid to measure students' learning. This study described the process of developing an electronic portfolio rubric, and examined its validity and reliability to assess preservice science teachers' performance. Electronic portfolios of 59 preservice teachers from a Midwestern University were included in the analysis. A rubric was developed by the authors to assess the electronic portfolios. The data

analysis indicated a reliability of ($r = .756$) for the rubric. Item analysis was also conducted to examine the construct validity of the rubric. The major results indicated that rubric can be a pragmatic vehicle to evaluate electronic portfolios.

Key words: electronic portfolio, evaluation, science education.

Resumen

La investigación ha demostrado una gran necesidad de valorar las experiencias relacionadas con crear un portafolio electrónico para contribuir a la excelencia de la