

*Tubo de Perrini para el cálculo de la relación  $e/tn$   
Laboratorio de Física Moderna. Departamento  
de Física, Facultad de Ciencias Exactas y  
Naturales U. de A.*

**La ciencia al alcance de todos:  
investigación-acción de las  
dificultades del proceso de lecto  
escritura en una clase de ciencias  
de octavo grado**

- Resumen

Este documento constituye el informe de la investigación-acción realizada por un profesor de ciencias y la primera autora. Se utilizaron diarios escritos, anónimos, con el fin de direccionar el problema de bajo nivel de lecto-escritura en el estudio de las ciencias. El trabajo tuvo lugar en un colegio de secundaria situado en un sector de bajo nivel socioeconómico. Es de notar, que la intervención de la escritura tuvo éxito respecto del mejoramiento de las actitudes frente al trabajo y de la facilitación de información, antes no disponible para el profesor, acerca del aprendizaje de sus alumnos.

- Abstract

This paper reports on an action-research collaboration between a science teacher and the first author. The use of anonymous journal writing was trialed in an attempt to address the problem of low scientific literacy in a secondary school situated in a low socio-economic status area. The writing intervention was found to be successful on a number of fronts, including improved attitudes to work, and provided useful feedback about the students' learning which was not normally available to the teacher.

- Résumé

Ce document est le compte-rendu de la recherche-action faite comme le résultat de la collaboration entre un professeur de sciences et le premier auteur. On a eu recours à des journaux écrits, anonymes, avec l'intention d'essayer d'enchaîner le problème du processus de lecture-écriture en sciences dans un collège situé dans une zone avec un niveau socio-économique bas. On a pu observer que l'intervention de l'écriture a eu du succès en plusieurs fronts: l'amélioration des attitudes vis-à-vis du travail et une rétroalimentation avec des effets positifs sur l'apprentissage des étudiants, ce que normalement n'était pas à la portée du professeur.

# La ciencia al alcance de todos: investigación-acción de las dificultades del proceso de lecto-escritura en una clase de ciencias de octavo grado\*

Mary U. Hanrahan, Tom J. Cooper y Anne L. Russell\*\*  
Centre for Mathematics and Science Education

---

*Palabras Clave: Enseñanza de las ciencias, lecto-escritura, ciencia, investigación-acción.*  
*Key words Sciences teaching, literacy, science, action-research.*

---

El trabajo contenido en este documento representa una convergencia, puesto que es un ejemplo de cómo un profesor con una formación tradicional en las ciencias físicas y una investigadora con conocimientos en la enseñanza de la lengua y la lecto-escritura trabajaron conjuntamente para encaminar el currículo, en un grupo particular, hacia un mejor proceso de lecto-escritura en las ciencias. A partir de nuestra experiencia, notamos que los estudiantes que no poseen la competencia de aquellos de

---

\* Documento elaborado para el Grupo Temático II, Grupo 1-2, en el Congreso Mundial "Convergencia del Conocimiento, el Espacio y el Tiempo", realizado en Cartagena, Colombia, en junio de 1997. Dirección de la autora: Mary Hanrahan en [m.hanrahan@qut.edu.au](mailto:m.hanrahan@qut.edu.au)

\*\* Traducción: Janeth María Ortlz. Escuela de Idiomas, Universidad de Antioquia. Corrección: Elida Giraldo. Facultad de Educación, Universidad de Antioquia.

clase media, generalmente se confunden con el lenguaje técnico y los estilos de los textos científicos y que muchos profesores no son conscientes de esta situación. Como consecuencia, el fracaso originado por la falta de dicho dominio no se reconoce generalmente como tal, y muchas veces se culpa erróneamente la falta de "inteligencia" o de compromiso serio con el aprendizaje por parte de los estudiantes.

El no aclarar a los estudiantes el cruzamiento de fronteras culturales involucradas en el aprendizaje de la ciencia, es un factor que los deja en desventaja (Aikenhead, 1996), no sólo no obtienen los beneficios que la educación les promete, sino que ni ellos ni sus maestros entienden claramente por qué están fallando. Esta situación puede llevarlos a concluir que carecen de la habilidad académica básica para tener éxito, al menos en el estudio de las ciencias, (c.f., Lankshear & Lawler, 1987). Parte de la acción necesaria para corregir la injusticia cometida con dichos estudiantes (desde nuestro punto de vista) consiste en afirmar su derecho a tener pensamientos e impresiones propios acerca de lo que están aprendiendo y experimentando en el salón de clase y a explorar formas de discusión abierta sobre las presunciones subyacentes en el currículo de ciencias. Ésta fue entonces la base para la inclusión del diario, propuesta hecha por Mary al profesor de ciencias de octavo grado, interesado en mejorar el dominio científico de sus estudiantes. Sin embargo, no fue la única razón.

### **Cambio conceptual y lecto-escritura en ciencias**

Un aspecto significativo para la educación en ciencias a nivel mundial, encontrado en la literatura investigativa de casi dos décadas, es el aprendizaje superficial y la ausencia de un cambio conceptual profundo en el aprendizaje de las ciencias, de tal modo que los estudiantes incorporen el conocimiento científico a su propio sistema conceptual (Duit, 1994). En este caso, el término "cambio conceptual" se refiere a un cambio de lo que ha sido variadamente conocido como conceptos erróneos, interpretaciones ingenuas, ciencia de niños, o estructuras alternativas para el entendimiento científico de los conceptos, proceso que frecuentemente implica aceptar concepciones no-intuitivas (Driver, 1988; Posner, Strike, Hewson & Gertzog, 1982; White y Gunstone, 1989).

Se han propuesto soluciones a la ausencia del aprendizaje profundo. En términos constructivistas, dichas soluciones han requerido una reconstrucción consciente de los sistemas conceptuales propios, tanto en forma individual como en un ambiente de grupo (Drive, 1988; Gunstone, 1992; Posner, Strike, Hewson & Gertzog, 1992; Tobin, 1993). Al mismo tiempo, en otras disciplinas, los investigadores han resaltado la importancia de una base social para desarrollar actitudes positivas frente al aprendizaje o para cambiar concepciones epistemológicas disfuncionales, por ejemplo, en el modelo cognitivo de aprendizaje (Collings, Brown & Newman, 1989).

Consideramos que el éxito de los enfoques basados en estas teorías depende en gran medida de la naturaleza de las relaciones de poder entre profesores y alumnos. Consideramos que los estudiantes necesitan sentirse habilitados para construir su propia comprensión de las ciencias. En este aspecto, hemos tenido en cuenta la literatura relacionada con el ambiente psicosocial de aprendizaje y sus efectos en éste y/o en la motivación (como, Marshall, 1992, Tobin, 1993; Tobin & McRobbie, 1996); en especial la literatura que enfatiza en la relación interpersonal profesor-alumno y los límites estructurales implicados en la autoregulación del aprendizaje por parte del estudiante (por ejemplo, Lankshear, 1994; Taylor, Fraser & White, 1994; Wubbels, 1993).

Otras influencias más implícitas en nuestra elección de una posible solución al problema del aprendizaje superficial fueron: la experiencia y formación de Mary en la enseñanza de lecto-escritura a adultos, como también su estudio de la psicología humanística, de "androgogy theory" y de la pedagogía crítica (por ejemplo, Boud, 1988). Su experiencia en la formación de adultos le dejó la profunda convicción de la importancia de los sentimientos, como autoestima y autonomía, y (estrechamente ligado a esto) la naturaleza de la relación profesor-alumno en la habilitación de los estudiantes para que se conviertan en aprendices autodirigidos e implementen aproximaciones profundas al aprendizaje. Ella, influenciada por la teoría crítica, observó que los estudiantes estaban inhabilitados en aspectos del lenguaje, actividades y relaciones grupales (Kemmis & McTaggart, 1988), lo cual era tan sutil o tan aceptado que se hacía imperceptible a todo interés. Esto la hizo pensar que el cambio requería tanto de acción cultural como individual, acción basada en una nueva concien-

cia de presunciones ocultas implicadas en estos tres registros de la cultura predominante.

De esta manera, se decidió adaptar la estrategia del "diario de diálogo reflexivo". El término "diario" en el contexto escolar generalmente se refiere a un proceso mediante el cual los alumnos escriben de manera regular sus experiencias, éste puede limitarse a un registro de acontecimientos o extenderse en diferentes direcciones. En este caso, se dividió en dos grandes ramas. En primer lugar, por medio del diario, se invitó a los alumnos a expresar sus opiniones e impresiones, así como a registrar sus observaciones sobre los acontecimientos. En segundo lugar -y consideramos importante este factor- el diario tuvo un carácter "de apoyo", puesto que el profesor o la investigadora respondía a los escritos de los estudiantes de tal modo que se afirmaba su legitimidad como punto de partida de un nuevo aprendizaje para ese alumno en ese período específico de tiempo

Con estas características, el diario de diálogo reflexivo logró encaminar los diferentes elementos ya discutidos y combinar aspectos esenciales de las teorías constructivista, humanista y crítica. De acuerdo con la literatura revisada, esto proporcionaría mensajes implícitos de apoyo a la expresión de los estudiantes sobre su propia experiencia; facilitaría la actuación espontánea, en un contexto no amenazante. Además permitiría la construcción de interpretaciones a partir de la experiencia, a medida que los estudiantes se acercaran a los términos con nuevos conceptos en el dominio de las ciencias y que hicieran visibles aspectos de la cultura que antes no lo eran (ejemplo, Fulwiter, 1987; Roth et al., 1992).

### **El Contexto de la Investigación**

Este estudio constituyó la cuarta etapa de un programa cuyo objetivo era investigar el problema del aprendizaje superficial. Tres estudios anteriores del ambiente psicosocial de aprendizaje en las clases de ciencias han concluido que los factores motivadores y de compromiso cognitivo se veían afectados por mensajes implícitos en el currículo, mensajes desmotivadores de la autonomía. Dichos factores también se veían afectados por la relación profesor-alumno y por una amplia brecha entre el len-

guaje y los conceptos propuestos por el currículo de ciencias y la habilidades y niveles reales de los estudiantes (Hanrahan, 1994, 1995a, 1995b). Estos estudios comprendieron el cambio gradual de lo que Carr y Kemmis (1986) describieron (en términos de "intereses constitutivos del conocimiento") como un "interés técnico" en la investigación de procesos cognitivos, hacia un "interés emancipatorio" en la investigación del dominio científico, con sus implicaciones sociológicas y éticas. El objetivo primordial pasó de facilitarle al alumno el cambio conceptual, a proporcionarle un mayor conocimiento del contexto, contenido y significación personal de su aprendizaje.

El estudio se realizó con un grupo de octavo grado, supuestamente regular, constituido por quince alumnos y nueve alumnas, de un colegio parroquial católico con un número de estudiantes superior al promedio normal, pertenecientes a los niveles socioeconómicos más bajos. Esto, puesto que el objetivo de Mary era estudiar la forma de hacer relevante la ciencia para todos los alumnos, no sólo para aquellos pocos con posibilidades de convertirse en científicos. En general, el grupo mostró un nivel particularmente bajo de conocimientos básicos en sus exámenes de ingreso (El Octavo año es el primero de secundaria en Queensland).

## **Diseño y Métodos**

### *Metodología*

La metodología elegida para este estudio fue la investigación-acción participativa o cooperativa. Hubo cuatro razones para adoptar la investigación acción. Primero, la teoría del "cambio conceptual" tuvo implicaciones no sólo en el cambio de los estudiantes, sino también en el cambio del profesor y del currículo. Si la investigación consistía en ayudar a los profesores para transformar la práctica tradicional, la teoría sugeriría la participación activa de éstos en dicha investigación (Taylor, 1992), con apoyo, por supuesto, de literatura sobre el de los profesores (p.e., Peterman, 1993). Segundo, valiéndose de ciclos de reflexión y acción, este tipo de investigación proporciona la flexibilidad necesaria para intentar una intervención cooperativa en un complejo social como el salón de clase, donde cualquier cambio de un elemento del sistema equilibrado,

seguramente tendrá implicaciones en el resto del sistema. Tercero, la investigación-acción permite la participación del profesor y de los estudiantes en la interpretación de información y en la toma de decisiones. Esto significa que el cambio puede negociarse progresivamente entre las diferentes partes. Como se puede sustentar, tanto desde la perspectiva de "acción comunicativa" habermasiana (Kemmis, 1995) como desde una perspectiva más pragmática de la psicología organizacional similar a la utilizada en el estudio etnográfico de caso dadas sus características: la observación rigurosa y la participación permanente en el medio. Estas particularidades permitieron un análisis profundo del contexto cultural, fundamento necesario para entender y problematizar las prácticas culturales supuestas en ese contexto. También, facilitaron un mayor acercamiento de la "experiencia personal" (Clandinin & Connelly, 1994) a la investigación, al sobrepasar lo generalmente aceptable o necesario en la investigación-acción participativa. Esto posibilitó que el papel de Mary como investigadora fuera también foco de la investigación-acción y permitió que cierto tipo de "encuesta narrativa" formara parte del mismo proceso, tal como Mary lo estaba haciendo

La metodología no constituyó la situación cooperativa ideal de Kemmis & McTaggart (1988), a pesar de lo que Mary esperaba. En un principio, y tal vez durante todo el estudio, ésta fue esencialmente su investigación. Sin embargo, el profesor contribuyó significativamente con la planeación, la acción y la evaluación, especialmente con el transcurrir del tiempo. De igual forma, los estudiantes constituyeron fuentes significativas de información durante todo el proceso, a pesar de estar mínimamente implicados en la planeación y la evaluación.

### *Métodos*

Debido a que la metodología fue combinada, se utilizaron métodos investigativos de la investigación-acción, del estudio de caso y de las experiencias personales, particularmente donde estos se sobreponen. Se emplearon métodos que son componentes esenciales en el ciclo de la investigación-acción: planeación, acción, observación y reflexión (Kemmis & McTaggart, 1988), aunque dichos métodos se extendieron o se adaptaron para lograr otros objetivos de la investigación. Por lo tanto, la investigación se desarrolló en muchos niveles y propendió a combinar los com-

ponentes del ciclo de la investigación-acción. Por ejemplo, reuniones de revisión y planeación con el profesor y demás personal, o con los estudiantes, ya fueran entrevistas individuales de carácter formal, entrevistas grupales más cortas o conversaciones informales; todas ellas fuentes de recolección de datos tomadas también por Mary para el trabajo etnográfico. Además, sus reflexiones escritas sobre la acción también constituyeron "apuntes analíticos" de las prácticas culturales evidentes en el entorno, informes personales de su experiencia en la investigación de estas prácticas e hipótesis sobre cómo esta experiencia podría influir en el análisis, en las conclusiones y en todo el proceso investigativo. Igualmente, las actividades del diario de los estudiantes, así como las respuestas escritas de Mary y, con menos frecuencia, las del profesor de la clase, no sólo constituyeron una parte importante de la acción, sino que también hicieron parte de la información recolectada sobre la cultura y constituyeron un elemento valioso en el análisis de datos (reflexiones de algunos participantes). Esto también fue válido para los informes periódicos realizados por Mary o por el profesor a lo largo de la investigación. De esta manera, los cuatro componentes del ciclo estuvieron presentes continuamente, algunas veces fundidos y otras veces con-fundidos.

Se empleó la triangulación con el fin de fortalecer el rigor de la investigación (Dick, 1996a), en ella Mary utilizó una variedad de perspectivas en sus observaciones. No obstante, la investigación fue más cristalizada que triangulada (Richardson, 1994), puesto que con el tiempo los hallazgos fueron gradualmente filtrados de acuerdo con la significación emergente de los datos y sin intentar confirmar "verdades objetivas".

### *Procedimiento*

El estudio se realizó durante el año escolar, desde el final del mes de febrero hasta la mitad del mes de noviembre, y con un receso de un mes en mitad de año. También, hubo una visita para negociar la entrada al colegio al final del año anterior. Durante la investigación, Mary asistió a las cuatro sesiones semanales, en tanto le fuera posible.

En los primeros meses, antes de que los estudiantes comenzaran a escribir el diario, el objetivo de Mary era simplemente observar y colaborar en la clase, con el fin de familiarizarse con el contexto cultural. Sin

embargo, las conversaciones con el profesor la llevaron a realizar talleres ocasionales y a dirigir la clase en varias oportunidades, inclusive a presentar ejercicios introductorios sobre la elaboración del diario. El objetivo de Mary había sido involucrarse mínimamente en la acción, pero el profesor consideró su papel como el de una profesora del equipo, aunque fue él quien se encargó de la enseñanza la mayor parte del tiempo.

Mary empleó una o dos horas diarias, generalmente al finalizar el día, para elaborar informes analíticos y detallados de cada clase observada. Ella recolectó datos del diario de los estudiantes, de sus exámenes, de otras herramientas escolares como boletines informativos, de las reuniones escolares y de profesores y de sus conversaciones con otros miembros del colegio. De manera detenida, entrevistó al profesor en dos oportunidades: antes de comenzar la investigación y al final del segundo y del tercer período escolar, aunque estas "entrevistas" se asemejaron más a diálogos que a los monólogos inducidos que sugiere la entrevista periódica. Al final del segundo período entrevistó a los alumnos en pequeños grupos y luego, al final del año, los entrevistó por parejas. Como sugerencia del profesor, conversó en varias oportunidades con el profesor encargado del manejo de los recursos, una de esas conversaciones contó con la presencia del profesor anfitrión. Mary grabó y transcribió todas las entrevistas; también filmó varias clases, escuchó y estuvo atenta a cualquier aspecto de primer orden que hubiera sido pasado por alto.

Sin embargo, debido a que las entrevistas se transcribieron principalmente después de finalizar el estudio de la investigación-acción, se emplearon para el análisis cuantitativo. Durante el estudio, las entrevistas fueron más útiles en las sesiones de reflexión crítica al revisar la última acción y planear la siguiente. Asimismo, los informes progresivos sobre la investigación escritos por el profesor a sus colegas de ciencias sirvieron como una forma de revisión, al igual que el informe sobre el estudio presentado por Mary en una conferencia y en la institución.

#### *Diario escrito de los estudiantes*

El diario de diálogo reflexivo fue el principal medio de intervención didáctica utilizado. En él los estudiantes escribieron sobre su propia experiencia de las ciencias y sobre su interpretación personal de los conceptos científicos y del aprendizaje. Por su parte, Mary y el profesor dieron sus

respuestas de apoyo. El diario fue diseñado para incentivar la confianza de los estudiantes en su manera de pensar y de escribir. En un comienzo, éste tuvo tres características esenciales: (a) los estudiantes podían expresar lo que quisieran; (b) sus respuestas no se juzgarían por su validez científica o por su corrección ortográfica o gramatical y (c) todas las respuestas serían bienvenidas, con el ánimo de que los estudiantes tuvieran el derecho de darle significado a su propia experiencia.

Con el fin de estimular la autoridad de los estudiantes sobre el diario, el profesor y Mary concedieron a los alumnos la decisión de algunos aspectos de su configuración, entre ellos la adopción de un nombre en clave. El permitirles escribir anónimamente resultó ser la cuarta característica importante del diario, ya que escribir sería menos arriesgado, y esto, a su vez, los animaría a decir lo que pensaban.

Después de describir a los estudiantes la naturaleza y propósito del diario escrito, se les pidió, como primera intervención, sugerir nombres para éste y escoger uno de ellos. De allí surgió el nombre BLAST (Book of learning about science and technology), y el logotipo fue una flecha en forma de cohete despegando. Así pues, cada alumno eligió un nombre clave para identificar su diario.

Estas actividades pretendían que los alumnos comprendieran, por medio de pequeñas señales, que podían participar en las decisiones sobre lo que sucedía en su clase de ciencias. Dicho respaldo a la autonomía del estudiante en su pensamiento y aprendizaje constituyó un rasgo importante de todas las actividades del diario realizadas en adelante y, posteriormente, también caracterizó otras actividades. Una de ellas, la cual proporcionó un estímulo similar a la autonomía del estudiante sobre su pensamiento, aunque originalmente su propósito era recolectar información, consistió en entrevistas centradas en la interacción grupal, realizadas por Mary con grupos de estudiantes. Estos parecían llevar implícito el mensaje de que lo pensado y dicho era importante.

Se decidió también estructurar las tareas para guiar un poco a los estudiantes sobre qué escribir en sus diarios (en el cuadro 1 se observan ejemplos de estas tareas). En términos generales, su objetivo era reflexionar sobre: (a) el tema de estudio y el significado de las palabras claves; (b) cómo pensaban los estudiantes que aprendían ciencias; (c) sus opiniones sobre la asignatura y sobre la escuela; (d) qué observaban o qué

hacían en sus investigaciones prácticas, y (e) qué no entendían de una unidad o de una actividad.

Se pidió a los estudiantes asumir una posición metacognitiva frente a su propio aprendizaje (es decir, reflexionar acerca de sus impresiones e intereses). Mary estaba particularmente interesada en que, desde el punto de vista de la ciencia cognitiva como del de la teoría crítica, se dirigieran los procesos de pensamiento conscientes así como los aspectos emocionales y motivacionales subyacentes.

Mary esperaba que el profesor también asignara tareas escritas y respondiera a los textos de los estudiantes. Este sólo lo hizo algunas veces, y, aunque leía todos los diarios, era Mary quien los respondía y fijaba la próxima tarea. Esto se debió principalmente a que sólo ella disponía de tiempo para hacerlo, aunque la mayoría de los estudiantes tenía a escribir notas muy cortas que raramente se excedían de una o dos oraciones.

Las actividades escritas duraban aproximadamente 10 minutos y se realizaban una o dos veces cada quince días, cuando se disponía de tiempo entre las otras actividades curriculares. Mary o el profesor, aunque generalmente lo hacía Mary, formulaba la pregunta de manera breve, la escribía en el tablero y esperaba a que los alumnos respondieran, luego recogía las libretas. Cuando disponía de tiempo, Mary presentaba una retroalimentación colectiva al grupo sobre lo que había escrito; cuando citaba información de un diario determinado, utilizaba los nombres en clave. Luego, proporcionaba a los estudiantes la fotocopia de esa retroalimentación colectiva.

### *Análisis*

El análisis de datos fue flexible, fortuito, acumulativo y hermenéutico, basado en el ciclo de la investigación-acción. El programa de investigación fue flexible con el fin de interrumpir mínimamente los planes normales que el profesor tenía para la clase y con el fin de que su currículo tuviera prioridad. Las actividades diarias dependían de los resultados y reflexiones del día anterior y los hallazgos obtenidos a partir de los resultados tendían a unirse (es decir a cristalizarse, Richardson, 1994). Debido a los múltiples compromisos del profesor y a que Mary permanecía gene-

**Cuadro 1.**  
Ejemplos de actividades asignadas a los estudiantes  
para elaborar el diario escrito

- Comprensión personal de lo que significan palabras como, seres vivos, foco, lente.
- Anotaciones sobre lo observado durante una demostración.
- Qué pensaban del uso de un microscopio para observar los objetos.
- Elaboración de un bosquejo sobre su manera de prepararse para un examen.
- Reflexión sobre sus impresiones acerca de los resultados de un examen.
- Sus opiniones sobre qué era importante saber de un tema.
- Comparación de los ejercicios de textos corrientes con las nuevas hojas de trabajo que exploran los significados de las palabras.
- Una pregunta que se les hubiera ocurrido después de hacer una investigación.

raímente en la institución y su horario era más flexible, ésta pudo hacer los arreglos necesarios para entrevistarse con el profesor cuando a él le fuera posible; 1 no siempre podía decidirse con anterioridad. En consecuencia, las reuniones y discusiones no se realizaron muy regularmente, y en los ciclos se notaba más retrospcción que avance.

Posteriormente, Mary concluyó que realizaba una investigación-acción con ciclos casi diarios, aunque con más momentos de reflexión que de acción, mientras que los principales ciclos del profesor correspondían de manera aproximada con los períodos escolares y su comienzo y final consistían en entrevistas. En medio de esto, Mary y el profesor articulaban ciclos menos formales, centrados en los diarios BLAST o en otras actividades realizadas cada una o dos semanas, antes y después de las cuales Mary y el profesor hablaban al respecto de manera informal.

Entre y durante los ciclos, Mary utilizó los informes analíticos como su principal método de investigación. Desarrolló ideas y teorías a partir

de la reflexión sobre la acción anterior y luego las ponía a prueba con nuevas observaciones en la acción siguiente. A lo largo de la investigación, éstas le sirvieron de ayuda para clarificar ideas que luego retroalimentaría con algo de colaboración, puesto que se las presentaría al profesor anfitrión. Sus consideraciones también se vieron influenciadas por colegas críticos, con quienes compartía su experiencia investigativa, por medio de correos electrónicos sobre investigación acción, y por su participación en la edición de un libro que compila informes de proyectos de investigación-acción, escrito también por sus colegas.

Teniendo en cuenta que la observación se centró en todas las actividades de la clase y no sólo en las del diario, las teorías articuladas se basaron principalmente en la impresión general sobre el currículo de ciencias, lo cual incluyó el diario. Por esta razón, tanto la discusión como la acción cambiaron gradualmente y se enfocaron en otras actividades de clase, puesto que se hizo obvio que agregar una práctica sin haber cambiado otras, transmisoras de mensajes contrarios, posiblemente no tendría, a la larga, ningún efecto en los estudiantes. En términos generales, las nuevas acciones consistieron en desmitificar los géneros de los textos científicos y los exámenes de ciencias, al igual que discutir las diferencias entre los términos técnicos utilizados por la ciencia y el significado de dichos términos en el uso cotidiano. En una ocasión, por ejemplo, la investigadora realizó una actividad sobre la manera de encontrar la idea principal de un párrafo; el profesor, en otra sesión, guió a los estudiantes para lograr una visión general y dar la primera respuesta emotiva a una nueva unidad de estudio.

## **Hallazgos**

Presentaremos los hallazgos en dos partes: los particulares, correspondientes a la actividad del diario escrito y los generales, provenientes de todas las actividades de clase.

### *Respuesta de los estudiantes al diario escrito*

En general, los estudiantes apreciaron las dos formas de comunicación implícitas en el diario. Asimismo lo hizo el profesor, quien

afirmó conocer más que nunca lo que los estudiantes pensaban. Al principio le pareció desalentador, puesto que ellos expresaban sus dificultades, pero luego descubrió que ese conocimiento le permitiría adaptar su clase para satisfacer mejor las necesidades de los alumnos. Esto permitió a los estudiantes sentir que tenían más influencia en el currículo, lo cual puede explicar en parte el hecho de que continuaran comprometidos y cumpliendo con sus tareas durante todo el año, mientras que para la mayoría de los otros profesores que consideraban muy bajo su nivel de lectoescritura, se habían convertido en un problema disciplinario.

El apoyo a los diarios fue evidente, en particular durante las mini-entrevistas grupales. En ellas los alumnos manifestaron su gusto por los diarios, pues éstos significaban:

- autoridad sobre sus propias opiniones y sentimientos;
- espacio libre para cometer errores, arriesgarse y hacer críticas al profesor;
- mayor autoridad sobre su contribución a la clase;
- oportunidad para reflexionar sobre sus procesos de pensamiento y aprendizaje;
- un aprendizaje relevante y personalmente significativo y
- un ambiente en que las ideas de todos eran importantes de considerar.

Durante las entrevistas, los estudiantes expresaron con mucho entusiasmo sus preferencias (ver en el cuadro 2 algunas de sus opiniones). La mayoría de ellos prefería escribir en el diario que hacer ejercicios del libro; tendían a considerar los escritos como un "escape al trabajo". Muchos estudiantes pidieron tener con más frecuencia la oportunidad de escribir en sus diarios. Algunos pedían mayor acceso a ellos. Comentaban que, en ocasiones, cuando querían escribir, no tenían sus diarios, y luego, cuando se les pedía hacerlo, tenían muy poco que decir. Un estudiante afirmaba que tener el diario hacía las ciencias menos aburridas; otro opinaba que lo que escribían los alumnos era una retroalimentación útil para el profesor.

**Cuadro 2.**

## Apartes de las entrevistas grupales con los estudiantes

AR: Podemos decirte lo que realmente sentimos frente a las ciencias y podemos hacerlo más a menudo en las asignaturas en las que tenemos dificultades...

HA: ...Escribir nuestras opiniones..... como, él tiene algo que ver en eso, pero no tanto como nosotros; y ni él ni nosotros vamos a tener problemas por lo que decimos. Porque si decimos nuestra opinión, es posible que nos metamos en problemas, pero es más fácil si la escribimos.

TA: Bueno, sus ventajas ... eh... por ejemplo, ustedes los profesores saben qué deben mejorar y qué no. Como cuando los estudiantes se quejan... por ejemplo si un estudiante se queja, el profesor actúa, ¡perfecto!

TA: Los BLAST, sí realmente son buenos, porque se puede escribir lo que se ha hecho y lo que se ha aprendido y se puede volver a leer, como espede de notas. Y también para los exámenes puedes estudiar de ellos, si copiaste algo importante.

AH: Así no nos aburrimos de las dendas.

Los comentarios del profesor (escritos en notas informales a sus colegas , al final del período de investigación) confirmaron que el diario fue una retroalimentación útil para él y que los estudiantes se beneficiaron al proporcionarla.

Para mí fue realmente importante la retroalimentación brindada por los estudiantes, dado que normalmente no la recibía, pues la comunicación se veía obstaculizada... Pude acercarme de manera más fácilmente a sus necesidades de aprendizaje. Aunque originalmente los diarios se diseñaron para que los estudiantes escribieran sus interpretaciones de los conceptos científicos, tendimos a hacer preguntas emotivas más generales. A los alumnos les pareció mejor de esta forma y se pudo obtener información muy valiosa, puesto que hacían aportes sólidos a la clase, los procedimientos tendían

a construir una atmósfera de aprendizaje mejor de lo que se hubiera logrado de otra manera. De hecho, este grupo en particular se distinguía por su lentitud, desde el punto de vista del proceso de lecto-escritura, y los problemas disciplinarios eran evidentes. Yo mismo me sorprendí cuando hice el comentario "en ocasiones son ruidosos, pero es agradable enseñarles" (segundo informe a los colegas de ciencias, en noviembre).

Pocos estudiantes afirmaron tener dificultades para pensar en lo que iban a escribir. Esto se suponía, puesto que muchos preferían las preguntas con respuestas obvias. Igualmente, la mayoría de los alumnos tenían un nivel bajo de lecto-escritura, y pocas habilidades para escribir, eran alumnos que normalmente habían tenido escasas experiencias agradables con la escritura y que habían aprendido a evitarla en lo posible. Algunos, aunque no hacían críticas fuertes a los diarios, admitían "no hacer mucho". Estos eran en general estudiantes que mostraban ser "actores estrellas" durante las discusiones de clase, cuando el profesor les hacía preguntas sobre su enseñanza o sobre el capítulo relevante del texto.

### **Principales reacciones de los estudiantes**

Los alumnos se mostraron asombrados por la franqueza que se permitía en las entrevistas. Una alumna llegó incluso a pedir que devolvieran el casete, después de notar una especie de "faux pas" en lo que dijo uno de sus compañeros, y quedó sorprendida cuando se afirmó que aquello que su compañero había dicho estaba "bien". Obviamente, ellos esperaban que se desaprobara su expresión de sentimientos u opiniones negativos sobre la asignatura. Este hecho confirmó la sospecha de Mary de que los estudiantes no tenían en cuenta sus apreciaciones personales en favor de lo que suponían que el profesor esperaba, situación en la que no es posible estimular la reflexión sobre sus procesos de aprendizaje.

La mayoría de los estudiantes afirmaron que raramente habían cursado ciencias en los años anteriores. De manera significativa, los alumnos que hablaron de una experiencia considerable en las ciencias durante la primaria, fueron los que obtuvieron los mayores puntajes en las pruebas, lo cual sirve de fundamento a las teorías que resaltan la importancia

de los conocimientos previos afines con el nuevo aprendizaje (p.e. Jones & Idol, 1990).

En general, los estudiantes tuvieron un comportamiento mejor en la clase de ciencias que en sus otras clases. Los estudiantes con menos inclinaciones académicas fueron conocidos durante el año por ser "perturbadores" en las otras asignaturas, pero no manifestaron dicho comportamiento en la clase de ciencias. Sin embargo, los problemas de comportamiento no desaparecieron por completo. Algunos alumnos plantearon en las entrevistas que, por el hecho de participar más en las clases, otros compañeros los intimidaban susurrándoles bruscamente, cuando el profesor no se daba cuenta.

Mary, en contraste con sus previos intentos con la investigación en el aula, encontró que tanto ella como el profesor habían cambiado el curso de la investigación. Por su parte, al aceptar las limitaciones de la realidad práctica presentes en sus teorías y por parte de él, al reconocer que un "ambiente de aprendizaje no-amenazante" no necesariamente implica más manejo de los problemas del comportamiento o menos estudiantes con buen rendimiento.

Mary también descubrió que las conversaciones con el profesor mejoraron cuando ella misma se hacía susceptible a la crítica, al enseñar. Tanto ella como el profesor coincidieron en que tenían que desempeñar un papel importante en la investigación de clase, y que la investigación acción, por su flexibilidad y respuesta a las situaciones de la clase y de la escuela, era una manera agradable y útil de investigar en el aula.

### **Discusión y Reflexiones**

En síntesis, la actividad del diario escrito cumplió con los propósitos para los cuales se había planeado; en especial, el de proporcionar a los estudiantes un espacio libre para empezar a expresar sus pensamientos e impresiones sobre el aprendizaje de las ciencias. Pareció que el diario tuviera un efecto "anti-inhabilitador" (c.f. Kemmis, 1995) en los estudiantes y que éste fuera un factor importante en el éxito de la intervención investigativa. Asimismo, el diario brindó a los estudiantes la oportunidad de participar en el currículo. El profesor admitió observar problemas de

los que antes no era lo suficientemente consciente, así como la idea de cambiar su forma de enseñar para satisfacer de un modo eficiente las necesidades de los estudiantes.

El diario constituyó una vía alternativa para la expresión de los alumnos. En contraste con la opción de sólo poder contribuir exitosamente si se "habla el lenguaje del profesor", durante todo el estudio hasta el alumno con menos conocimientos de las ciencias, tuvo la oportunidad de participar y de que dicha contribución fuera considerada valiosa. Pudo haber sido este factor el que evitó que los estudiantes menos exitosos desistieran de la asignatura y reincidieran en conductas resistentes, por las que eran conocidos en la mayoría de los otros cursos. Esto se puede explicar, en parte, por la novedad y sobre-atención que implicó el proyecto de investigación, aunque, como lo señaló el profesor a cargo de los recursos, el efecto se prolongó, aún cuando la investigación ya no era novedad, ocho meses después de comenzar el estudio.

No obstante, los estudiantes aún presentaban deficiencias: La mayoría de ellos carecía de un conocimiento básico sobre lo que era el aprendizaje de las ciencias en general. Por ejemplo, cómo valerse de la organización del capítulo de un texto, cómo distinguir entre ideas principales y subordinadas, cómo "aprender" ciencias para un examen y cómo considerar los criterios que se emplearían para juzgar la forma de calificación de una pregunta. Los alumnos necesitaban que se les enseñara a leer ese código y a identificar esas claves. Cuando entraban al salón de clases parecían cruzar una barrera cultural y necesitaban una guía que les explicara lo que requerían en ese nuevo medio cultural (similar a Aikenhead, 1996). Sin esa guía aprendían inapropiadamente (simple memorización sin comprensión) o no aprendían (c.f., Lankshear & Lawler, 1987). En cualquiera de los casos, no tenían mucho éxito y parecían querer dejar las ciencias cuando se les presentara la primera oportunidad.

Se han criticado los escritos personales como técnica de enseñanza de las ciencias. Por ejemplo Martin (1990), quien sabiamente recomendaba a los profesores enseñar de manera explícita a sus alumnos los géneros y el lenguaje técnico de los textos científicos, admite estar "preocupado por la idea de que los escritos personales pueda ser utilizada en las ciencias" (p.87). Esto no es sorprendente, teniendo en cuenta que

Martin manifestó considerar los objetivos de la enseñanza de las ciencias como un asunto en gran medida concerniente a los profesores: "[introducir] a los estudiantes en los hechos científicos y en la metodología investigativa" (Martin, 1990, p. 107). Como él lo explicó el propósito del lenguaje científico consistía en "clasificar, descomponer, explicar y retomar las investigaciones que conforman la base de un punto de vista científico general" (Martin, 1990, p. 113). La reflexión sobre el estudio presentado en este documento fundamenta la concepción de este autor sobre la educación científica como un informe preciso de lo que sucede en muchas, o en la mayoría, de las clases de ciencias en las escuelas y al mismo tiempo fundamenta sus aportes sobre la importancia de enseñar los géneros científicos.

Sin embargo, este estudio no comparte el rechazo de Martin (1990) a los escritos personales, que parece reflejar una concepción reductora de lo que es el trabajo científico: clasificar, descomponer, explicar y narrar, sin dedicar mucho tiempo a la reflexión crítica o imaginativa, como al porqué o al para qué. Parece escapar a su atención el hecho de que sólo unos pocos estudiantes sobrevivan a este proceso árido y estéril para continuar y terminar sus estudios superiores en la educación científica y dejaron al resto con pocas esperanzas y con una experiencia de fracaso. Tampoco enfatiza en el grado de conocimientos previos que pueden ser necesarios para que los estudiantes accedan adecuadamente a los géneros científicos. Desde el punto de vista crítico del proceso de lecto-escritura Lankshear y Lawlen (1987) han aducido que cuando los estudiantes llegan a la clase sin estar familiarizados con el discurso pertinente, de hecho adquieren un dominio escolar "inadecuado", lo cual es disfuncional tanto en términos de logros escolares como en el manejo crítico de estructuras cotidianas.

Por el contrario, la retórica moderna, centrada en un movimiento mundial a favor de la "ciencia para todos", busca promover la enseñanza de las ciencias con el fin de hacerlas significativas para un mayor número de estudiantes. Más que formar a los estudiantes exclusivamente para carreras relacionadas con las ciencias, dicha enseñanza busca prepararlos para ser mejores ciudadanos (Aikenhead, 1996; Fensham, 1985,1992). Esto requiere la discusión crítica sobre los temas principales que constantemente son tratados en la mayoría de los currículos de ciencias, lo cual

sería imposible sin el apoyo de los profesores a la autonomía del pensamiento (c.f. Grolnick & Ryan, 1987). En cualquier caso, aun para los estudiantes que seguirán carrera en ciencias, como argumentaba Prain y Hand (1995), el enfoque objetivista y acrítico de la enseñanza y del aprendizaje de las ciencias no tiene como base la escritura corriente en la filosofía de la ciencia.

Las reflexiones del estudio indican que el diario de diálogo reflexivo hizo la enseñanza y el aprendizaje más fructíferos tanto para los estudiantes como para los profesores. La respuesta de apoyo tuvo un valor particular, sin ella los estudiantes no se habrían sentido ni escuchados ni animados para elaborar más textos no censurados. Estas actividades de escritura y de apoyo fueron necesarias para que el profesor observara a los alumnos como sujetos con inquietudes e intereses propios, y asimismo, para que los estudiantes sintieran que se respetaba su individualidad. Con la riqueza de la nueva información acerca de los alumnos y de sus dificultades, el profesor le dió mayor importancia a aspectos de lenguaje y de dominio en el aprendizaje de las ciencias y se preocupó menos por "abarcarse el contenido". Puso mayor interés en suscitar interrogantes en los alumnos y en colaborarles en los problemas desde la posición de éstos. Los alumnos, a su vez, compensaban al profesor al mantener el interés y la colaboración, al ser un grupo "agradable de enseñar", y al tener un desempeño al nivel de los demás grupos del mismo grado, a pesar de sus dificultades de aprendizaje.

Este hallazgo es por sí mismo significativo. Los estudiantes de la clase en la que se realizó el estudio tenían mala reputación por su mal comportamiento y su excesiva incompetencia en las demás asignaturas (y, al año siguiente, se hicieron casi inmanejables para un nuevo profesor), el profesor de ciencias no tuvo conocimiento de esto hasta finales del año. Por lo tanto, los enfoques de la enseñanza adoptados en el estudio empezaron a sugerir una respuesta a los problemas de alienación respecto de la educación y a los problemas de desempeño deficiente, particularmente entre los muchachos, en instituciones de este tipo. Sin embargo, debe aclararse que el estudio no "revela" o "prueba" que la actividad del diario fue el elemento que marcó la diferencia, y que todos los profesores de ciencias deben implementarla. Si la emplea un profesor con una filosofía diferente y sin el respaldo sincero al valor de los alumnos, es posible

que no tenga el mismo resultado que se obtuvo en esta clase, y hasta que origine consecuencias negativas.

La reflexión sobre el estudio indica que el elemento motor del diario en este caso fue el mensaje que transmitió a los estudiantes sobre la existencia de alguien a quien le importaba su manera de pensar y de sentir sobre su aprendizaje, sin tener en cuenta sus fracasos académicos; dicho aspecto se reforzaba con otras actividades curriculares. Es importante señalar que ese mensaje pudo haberse transmitido a los estudiantes por otros medios. Así, la reflexión sobre el estudio señala el hallazgo más general: el aprendizaje de las ciencias podría facilitarse al tener en cuenta la necesidad de los alumnos de ser apoyados, de ser escuchados y de que se responda a sus dificultades. Este hallazgo puede sorprender a muchos profesores de ciencias, aunque no debería hacerlo si se tiene presente que los alumnos también son seres humanos.