
La investigación-acción como medio para innovar en las ciencias experimentales

Francisco Javier Diego-Rasilla*

Resumen

Se realizó una investigación acción en enseñanza secundaria para potenciar el trabajo experimental en la enseñanza de las ciencias. Los propósitos de esta investigación acción fueron: (1) estimular el trabajo en equipo entre los profesores del Departamento de Ciencias, (2) fomentar la innovación en el aula, (3) incrementar de modo significativo el tiempo dedicado al trabajo en el laboratorio, (4) promover la formación del profesorado del Departamento de Ciencias mediante la investigación, (5) incrementar el número de clases prácticas que reciben los alumnos e (6) instruir a los alumnos en los pasos del método científico a través de una metodología práctica.

Palabras Clave:

Ciencias experimentales, enseñanza secundaria, investigación acción, innovación, prácticas de laboratorio

Abstract

An action research was carried out in secondary education to promote the experimental work in science teaching. The aims of this action research project were: (1) to promote the teamwork among teachers from the Sciences Department, (2) to encourage innovation in the classroom, (3) to significantly increase the time devoted to laboratory work, (4) to promote training of science teachers through investigation, (5) to increase the number of practical classes for students and (6) to teach the students the scientific method using a practical methodology.

Keywords:

experimental sciences, secondary education, action research, innovation, laboratory classes

*Colegio Marista Champagnat (Salamanca)
fjdiego.sa@maristascompostela.org

1. Introducción

El conocimiento científico busca ofrecer una explicación de la realidad sustentada en un planteamiento empírico basado en la aplicación del método científico (Sabariego Puig y Bisquerra Alzina, 2004). Sin embargo, en los centros educativos se pretende que los alumnos aprendan ciencia focalizando el esfuerzo en lograr transmitir los contenidos conceptuales, dando poca prioridad al proceso constructivo de conocimientos a través del desarrollo de actividades prácticas (González-Dávila et al., 1998). Con frecuencia se olvida que los alumnos no sólo deben aprender ciencia, sino que también han de aprender a hacer ciencia (Hodson, 1994), y el método experimental proporciona al alumno la oportunidad de conocer qué es realmente la ciencia y cómo elabora un científico el conocimiento (Diego-Rasilla, 2004).

Por otro lado, algunos libros de texto utilizados en el aula no fomentan el tratamiento práctico de las ciencias experimentales. Muchos proponen actividades de consolidación y de refuerzo de conocimientos, muy ligadas al texto y poco favorecedoras de la creatividad; además, escasean con frecuencia las actividades de análisis, siendo muy reducido el número de actividades experimentales (García Barros y Martínez Losada, 2003; Pardo Santano, 2004). La idea de ciencia que algunos textos transmiten es limitada, quedando reducida a una actividad de aprendizaje pasivo en la que priman los conceptos y datos que aprender (Pardo Santano, 2004).

Los profesores, por su parte, frecuentemente están centrados en el desarrollo de los temarios, centrándose prioritariamente en los contenidos conceptuales programados y situando en un segundo plano los procedimientos y las actitudes. En esta situación, la falta de tiempo para el desarrollo eficaz de los conceptos se convierte en la excusa más frecuentemente empleada para justificar el pobre tratamiento experimental de las asignaturas del área científica.

Nuestra práctica educativa incluye una fuerte carga teórica, no complementada suficientemente por el trabajo práctico en el laboratorio; habitualmente no hacemos ciencia con nuestros alumnos, sino que más bien la enseñamos con la intención de que la aprendan (Fumagalli, 1993; Diego-Rasilla, 2004). Este diagnóstico de la situación nos condujo a realizar una investigación educativa que contribuyera a lograr que lo experimental adquiriera un mayor protagonismo en la educación de nuestros alumnos en el ámbito científico; fomentando, además, el trabajo en equipo y la coordinación entre el conjunto de los profesores del Departamento de Ciencias.

Con esta investigación se pretendió alcanzar seis objetivos: (1) estimular el trabajo en equipo entre los profesores del Departamento de Ciencias, (2) fomentar la innovación a

través del diseño de prácticas de laboratorio atractivas y motivadoras para los alumnos, (3) incrementar de modo significativo el número de horas de trabajo que realizan los profesores del Departamento de Ciencias en el laboratorio, (4) promover la formación del profesorado del Departamento de Ciencias mediante la investigación y el fomento de los aspectos prácticos relacionados con sus áreas de conocimiento, (5) incrementar el número de clases prácticas que reciben los alumnos e (6) instruir a los alumnos en los pasos del método científico a través de una metodología práctica.

Se consideró interesante abordar estos objetivos finales mediante una investigación educativa sobre el profesorado. Una investigación que no sólo se ocupase de saber y conocer cómo es el profesorado, o cómo y por qué piensa y actúa de una forma concreta, sino que también se preocupara por saber cómo y qué le hace ser como es y qué es capaz de hacerle cambiar (Forner, 2000).

2. Metodología

Este trabajo se sustenta en tres características esenciales de toda investigación educativa (Sabariego Puig y Bisquerra Alzina, 2004):

- Se desarrolla a través de los métodos de investigación.
- Tiene el objetivo básico de desarrollar conocimiento científico sobre educación, así como resolver los problemas y mejorar la práctica y la institución educativa.
- Está organizado y es sistemático para garantizar la calidad del conocimiento obtenido.

Esencialmente, el tema de nuestra investigación educativa es la formación del profesorado, dirigida a potenciar la calidad en el desarrollo de la actividad docente. Se trata de un plan de formación de los profesores en la utilización del laboratorio para la realización de prácticas con los alumnos, de modo que esta investigación genere una dinámica de trabajo capaz de romper las inercias responsables del limitado uso de los laboratorios de Física, Química y Biología-Geología en Enseñanza Secundaria Obligatoria y Bachillerato.

Esta investigación pretende potenciar la dimensión colectiva frente a la individual y se plantea como un proceso planeado y ejecutado por los propios actores de la situación objeto de estudio, de modo que el profesorado no es un simple receptor de los resultados producidos por la investigación, sino que se convierte en un agente capaz de producir y mediar el conocimiento (Sabariego Puig y Bisquerra Alzina, 2004).

Estas características hacen de ella una investigación acción, caracterizada por ser participativa y, al mismo tiempo, colaborativa (Bennett, 1994). Es participativa, ya que los profesores participan con la intención de mejorar sus propias prácticas (Latorre Beltrán, 2004), y es una investigación colaborativa puesto que el grupo de profesores coordina sus conocimientos, esfuerzos y energías, delimitando el marco de problemas motivo de estudio, construyendo de modo crítico y cooperativamente el proceso para efectuar la investigación, y así poder encauzar las acciones hacia la obtención del objetivo común. Además, de este modo se logra el aprendizaje de una metodología de comunicación y de acción compartida y se conforma el grupo como agente y marco investigador (Cano Flores, 1996).

La investigación acción educativa viene definida por una serie de actividades que llevan a cabo los profesionales de la educación con el propósito de mejorar la calidad de sus acciones (Latorre Beltrán, 2004). Considerando los rasgos que definen la investigación acción propuestos por Latorre Beltrán (2004), nuestra investigación se ha caracterizado por presentar los siguientes:

- Es participativa; las personas participan porque desean mejorar sus propias prácticas.
- La investigación sigue una espiral de ciclos de planificación, acción, observación y reflexión.
- Es colaborativa, se realiza mediante un trabajo en equipo.
- El enfoque no es jerárquico, ya que los participantes establecen una relación de iguales con sus aportaciones a la investigación.
- Es un proceso sistemático de aprendizaje orientado a la práctica.
- Induce a teorizar sobre la práctica.
- Somete a prueba las prácticas, las ideas y las suposiciones.
- Implica registrar y analizar nuestras impresiones sobre lo que ocurre.
- Implica cambios que afectan a las personas.
- Realiza análisis críticos de las situaciones.
- Los resultados conducen a mejoras prácticas durante y después del proceso de investigación.

El proceso de investigación acción ha sido efectuado siguiendo el modelo de Kemmis y McTaggart (1988, 2000). Normalmente, el proceso de investigación acción es descrito, aunque de modo incompleto, como una secuencia de pasos, representados típicamente como una espiral de ciclos. Cada ciclo está constituido por varias etapas (Figura 1):

- a) Desarrollar un plan de acción críticamente informado para mejorar aquello que está ocurriendo.

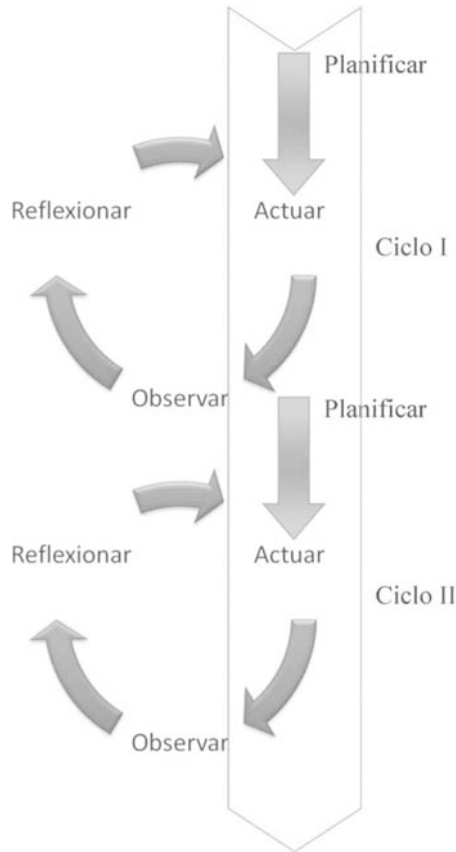


Figura 1. La espiral de ciclos

- b) Actuar; lo que comúnmente se denomina acción.
- c) Observar los efectos de la acción en el contexto en que tiene lugar.
- d) Reflexionar en torno a esos efectos como base para una nueva planificación con la que iniciar un nuevo ciclo autorreflexivo.

En realidad, el proceso no es tan preciso como sugiere esta espiral. Los diferentes ciclos de actividad habitualmente solapan entre sí y los planes iniciales se vuelven obsoletos rápidamente como consecuencia de lo aprendido por la experiencia. Además, el proceso puede organizarse en dos ejes que se encuentran en continua interacción (Figura 2): uno estratégico, constituido por la acción y la reflexión, y otro organizativo, constituido por la planificación y la observación (Latorre Beltrán, 2004).

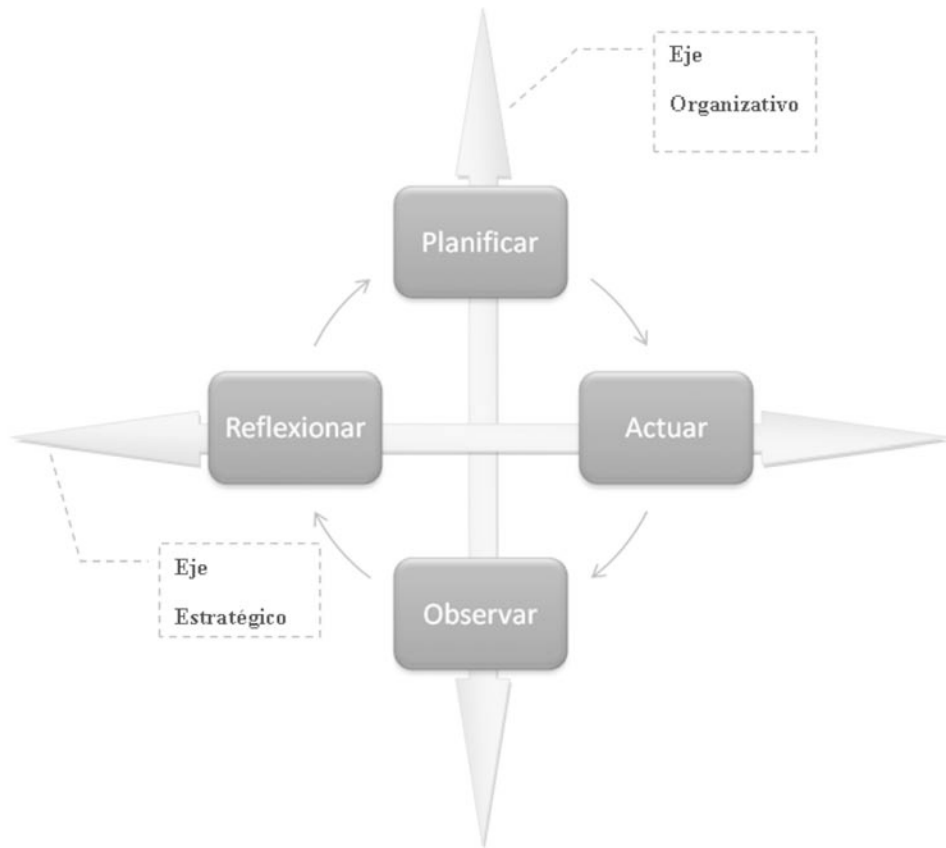


Figura 2. Dimensiones de la investigación

El método de investigación utilizado está orientado a obtener conocimiento aplicado y solucionar un problema práctico; es, por tanto, una investigación directamente orientada a la práctica educativa (Latorre *et al.*, 1996). El objetivo final de este tipo de investigación es llegar a mejorar la calidad del proceso educativo, por lo que favorece la reflexión sobre la propia práctica educativa y facilita la toma de decisiones que contribuyan a mejorarla (Bartolomé, 1997). A continuación se exponen cada una de las etapas del proceso de la investigación acción realizada.

2.1 Planificación

Tomando como base el modelo de Kemmis y McTaggart (1988) enfocamos el problema objeto de estudio planteándonos tres cuestiones:

- a) ¿Qué está sucediendo ahora?
- b) ¿En qué sentido es problemático?
- c) ¿Qué podemos hacer al respecto?

Estas tres cuestiones fueron el hilo conductor que permitió analizar nuestro grado de satisfacción con el trabajo realizado con nuestros alumnos en las diferentes asignaturas de Ciencias. Las respuestas que cada uno de los miembros del equipo de profesores dio a estas preguntas suscitaron un debate en busca de un diagnóstico de nuestra situación de partida y de aquellos aspectos que considerábamos prioritario mejorar. Conviene señalar que estuvieron implicados diez profesores, impartiendo cada uno varias asignaturas objeto de esta investigación; la docencia de tales asignaturas fue compartida con otros compañeros en la mayor parte de los casos.

Desarrollamos un plan de acción en el que consideramos tres aspectos (Latorre Beltrán, 2004):

- a) El problema o foco de la investigación.

Iniciamos el proyecto de investigación identificando el problema sobre el que actuar con el objetivo de llevar a cabo acciones de mejora. Se trató de alcanzar el acuerdo en torno al foco de estudio y llegamos a la conclusión de que la mayor parte de las asignaturas impartidas por el Departamento de Ciencias (Ciencias de la Naturaleza, Biología y Geología, Física y Química,...) se caracterizan por ser ciencias experimentales, pero no son tratadas como tales en nuestro trabajo con los alumnos, dado que los laboratorios apenas se utilizan.

Nuestra intención fue identificar un área a mejorar, con el convencimiento de que era posible generar el cambio y de que este cambio produciría una mejora en nuestra práctica docente.

En resumen, el foco de la investigación cumplía una serie de requisitos esenciales para el logro de nuestros objetivos: (1) era de interés para todo el equipo de profesores, (2) se trataba de un problema manejable y mejorable, e (3) implicaba aspectos importantes del proceso de enseñanza y aprendizaje.

- b) El diagnóstico del problema o estado de la situación.

Una vez identificado el problema efectuamos un diagnóstico del mismo a través de un debate constructivo, que permitió describir nuestra situación de partida. Se

identificaron así las causas del problema, que serían después comparadas con las evidencias obtenidas de los efectos del plan de acción.

Se constató que se estaban realizando en cursos anteriores en E.S.O y 1.º de Bachillerato (14 grupos) una media de 29 prácticas de laboratorio.

Resultó evidente para todos que los laboratorios no eran muy utilizados, alegándose como causas fundamentales:

- La falta de tiempo para hacer prácticas de laboratorio, debido a que era preciso emplearlo en desarrollar los contenidos conceptuales.
- La falta de tiempo para efectuar los montajes de las prácticas en el laboratorio.
- La dificultad que entraña el trabajo en el laboratorio con un número de alrededor de 30 alumnos.
- Algunos profesores se sienten más cómodos trabajando en el laboratorio algunas asignaturas, pero consideran que necesitan del apoyo de sus compañeros en otros casos.
- No existe un criterio común en cuanto a las prácticas de laboratorio a realizar con los alumnos.

Asimismo, el equipo de profesores consideraba que faltaba un proyecto común aglutinador de los esfuerzos de la totalidad de los miembros del Departamento de Ciencias, con frecuencia divididos en grupos de trabajo dedicados a diferentes proyectos.

Partiendo de esta base se dedicó un tiempo a efectuar una revisión documental con objeto de que todos tuviéramos suficiente información relacionada con el tema, sobre todo en lo relativo a guiones de prácticas de laboratorio, técnicas de trabajo en el laboratorio, materiales,...

c) La hipótesis acción o acción estratégica.

Una vez hecha la revisión documental, es el momento de diseñar el plan de acción estratégico para mejorar en nuestra práctica docente. Inicialmente detallamos los papeles a desempeñar por cada uno de los miembros del equipo, la coordinación, las fases del proceso, el calendario de reuniones,...

El cronograma de la acción estratégica aparece detallado en la tabla 1.

Se establecieron cinco fases de trabajo y en el orden siguiente:

- Fase 1: Selección de prácticas a realizar en cada curso y asignatura, adecuándolas a las características de los alumnos. Los profesores seleccionaron las prácticas correspondientes a la asignatura y curso que les fueron asignados y llevaron la propuesta al equipo de trabajo para ser discutida y aprobada por consenso.
- Fase 2: Elaboración de guiones de prácticas. Cada profesor elaboró o seleccionó aquellos que le correspondían.
- Fase 3: Realización de las prácticas por parte de los profesores. El conjunto de profesores realiza todas las prácticas seleccionadas, pero en cada práctica uno de los profesores es el encargado de dirigir su desarrollo. Algunas de las prácticas serán grabadas en video.
- Fase 4: Realización de las prácticas por parte de los alumnos. Son acompañados por su profesor de referencia, aunque, cuando la organización horaria del centro lo permite, otro profesor del Departamento de Ciencias puede servir de apoyo en el laboratorio.
- Fase 5: Diseño y creación de una página web en la que se presente diversa información sobre las prácticas de laboratorio, incluidos los guiones de prácticas y los videos realizados.

2.2 Acción

La acción se desarrolla a partir del cronograma (Tabla 1) donde se describen los pasos y tiempos necesarios para efectuar la acción estratégica. Fue proyectada como un cambio reflexivo de la práctica y, naturalmente, tiene sus limitaciones debido a que todo este proceso se encuentra inmerso en el conjunto de actividades que se mantienen en el centro, algunas de las cuales condicionan el desarrollo de esta investigación. Por este motivo, el plan de acción se constituye como un plan flexible y abierto al cambio, lo que nos permite adaptarlo a las necesidades que surgen en la vida diaria del centro (Latorre Beltrán, 2004).

En esta fase es preciso ser sistemáticos en la recogida de datos que nos sirvan de apoyo en el momento de la reflexión, de modo que sea posible constatar que los cambios esperados han tenido lugar. En nuestro caso los datos correspondieron a los siguientes indicadores:

	2005			2006					
	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Fase 1: Selección de prácticas	Seis sesiones de 90 minutos								
Fase 2: Elaboración de guiones									
Fase 3: Laboratorio- Profesores					Seis sesiones de 120 minutos				
Fase 4: Laboratorio- Alumnos				52 sesiones de 60 minutos					
Fase 5: Página web								Tiempo indeterminado	

Tabla 1. Cronograma de la acción estratégica de la investigación

- Número de prácticas diseñadas por cada curso de E.S.O. y Bachillerato.
- Número de prácticas de laboratorio realizadas por los profesores del equipo de trabajo.
- Número de prácticas de laboratorio realizadas por los alumnos de cada curso de E.S.O. y Bachillerato.
- Número de horas de clases prácticas en el laboratorio recibidas por los alumnos en cada curso de E.S.O. y Bachillerato.
- Número de prácticas de laboratorio grabadas en video y publicadas a través de la página web del Departamento de Ciencias de la Naturaleza.

2.3 Observación

Es la tercera etapa del ciclo de la investigación acción e implica la recogida y análisis de datos que nos permitan identificar evidencias sobre el alcance de la mejora pretendida. Nos centramos en los indicadores señalados anteriormente, que aportan evidencias claras con las que mostrar que el cambio de la situación se está produciendo (Tablas 2 y 3). Además, es interesante presentar el trabajo a otros, para que valoren si la mejora establecida ha tenido lugar (McNiff et al., 1996). En este sentido, resultó particularmente interesante aprovechar un curso de formación, impartido por el autor a profesores de otro colegio Marista de la Provincia Compostela, para presentar el trabajo y escuchar otros puntos de vista.

Fueron establecidas tres reuniones, dirigidas por el coordinador de la investigación acción, en las que el equipo de profesores implicados analizó los incidentes surgidos durante la aplicación del plan, realizándose los reajustes que se estimaron necesarios. En cada una de las reuniones fueron evaluados los objetivos del grupo de trabajo, valorando objetivamente los indicadores señalados anteriormente y recogiendo estas valoraciones en una ficha de seguimiento de la investigación acción. Estas reuniones tuvieron una duración de 60 minutos y se realizaron en la segunda mitad de los meses de diciembre, marzo y mayo. Aunque en todas ellas se trabajó en la tercera etapa del ciclo de la investigación acción (observación), también la reflexión tuvo un papel relevante, especialmente en la última de las reuniones.

2.4 Reflexión

La reflexión constituye la fase que cierra el ciclo, da paso a la elaboración del informe final y, normalmente, al replanteamiento del problema para iniciar un nuevo ciclo de la espiral autorreflexiva. No es una fase aislada, ni algo que debe tener lugar exclusivamente al final de la investigación, sino una tarea que también se realiza mientras se está llevando a cabo el estudio (Latorre Beltrán, 2004).

	1.º ESO			2.º ESO			3.º ESO				4.º ESO			1.º Bachillerato	
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	D	A	B	C	A	B
Ciencias de la Naturaleza	1	1	1	4	3	4									
Biología y Geología							3	3	3	5	3	3	3	4	4
Física y Química							2	2	2		0	0	1	0	0

Tabla 2. Indicadores de evaluación de la investigación acción (alumnos).
Número detallado de prácticas de laboratorio realizadas por los alumnos.
Cada práctica tuvo una duración de 60 minutos

	Ciencias de la naturaleza	Biología y geología	Física y química
Número total de prácticas diseñadas	6	10	9
Número de prácticas realizadas	0	0	6
Número de videos publicados en Internet	0	0	4
Número de prácticas publicadas en Internet	6	10	9

Tabla 3. Indicadores de evaluación de la investigación acción (profesores)

La reflexión, llevada a cabo mediante diálogos reflexivos entre los profesores del equipo, permite efectuar un examen sistemático del propio trabajo como educadores, comprobando si las acciones llevadas a cabo funcionan o no en la práctica (Smith y Sela, 2005). Ciertamente, llegados a este punto comienza un nuevo ciclo de investigación ya que surgen nuevas hipótesis a partir de las evidencias encontradas. Esto es lo realmente interesante del proceso de investigación acción, es recurrente, un ciclo nos conduce a un nuevo proceso de investigación, lo que nos permite comprender mejor nuestro ejercicio profesional y convertirnos en investigadores de nuestra práctica educativa (Latorre Beltrán, 2004).

3. Resultados y discusión

Es importante señalar la evolución de nuestra idea general a través del tiempo. Como fue indicado anteriormente, una investigación debe ser flexible y la acción debe tener capacidad de adaptación a las circunstancias del centro educativo (Latorre Beltrán, 2004). En nuestro caso, la necesidad de sumar esfuerzos para desarrollar otros aspectos de la vida colegial ha limitado considerablemente el tiempo disponible para esta investigación. Esto ha obligado a redimensionar la acción, que debe ser siempre realista, y replantear el foco de estudio de modo que el problema fuera manejable. Así, se decidió no trabajar con el segundo curso de bachillerato, dadas las características peculiares de este nivel, que requiere una atención especial y está muy condicionado por las pruebas de acceso a la universidad. Además, la fase 3 (realización de las prácticas por parte de los profesores) se limitó a las prácticas de Física y Química, quedando la Biología y la Geología para un nuevo ciclo de la investigación acción a desarrollar durante el año 2007.

Uno de los logros más importantes de una investigación acción de este tipo es el estímulo que supone para el trabajo en equipo de los profesores. Tradicionalmente,

la tarea docente se ha caracterizado por ser notablemente individualista (Lortie, 1975; Little, 1982) y, aunque el docente frecuentemente interacciona socialmente con sus colegas y en ocasiones trabaja con ellos en la organización del material curricular y en actividades de planificación, la vida laboral del profesor, independientemente de que sea veterano o principiante, suele ser marcadamente solitaria (Lortie, 1975; Huberman, 1989; Johnson, 1990; Goodlad y McMannon, 2004; Kardos, 2004). Prueba de ello son los indicadores aportados por el Instituto Nacional de Calidad y Evaluación (2006). El indicador P5.2, referido al trabajo en equipo de los profesores en Educación Secundaria Obligatoria, muestra que solamente el 41% de los profesores consideran que trabajan (“bastante o mucho”) en equipo la planificación de la tarea educativa, frente al 40% que consideran trabajar “algo” en equipo y el 19% que afirman hacerlo “poco o nada”. Por otro lado, tomando solamente a los profesores que manifiestan trabajar en equipo con “bastante o mucha” frecuencia, la preparación de las clases y la organización del material didáctico y curricular son las dos tareas docentes con los porcentajes más bajos de trabajo en equipo (26% y 34%, respectivamente). En general, el trabajo en equipo se da más en las tareas de análisis (61%) y reflexión (41%) de la práctica docente que en las actividades de planificación de la tarea educativa (Ver indicador P5.2. Sistema estatal de indicadores de la educación 2006. INCE, 2006).

En nuestro caso, el trabajo en equipo ha permitido un intercambio de opiniones, dudas y sugerencias muy enriquecedor y motivador, especialmente en las fases 1 y 3 del plan de acción estratégica (selección de las prácticas de laboratorio y realización por los propios profesores), potenciando así el trabajo en equipo en la planificación de la tarea educativa.

La realización de diseños de prácticas de laboratorio innovadores, con montajes creativos e imaginativos, que además fueron grabadas en video y publicados en Internet (http://champagnatsalamanca.maristascompostela.org/trabajo_06/index.htm) ha contribuido a satisfacer nuestro objetivo de fomentar la innovación a través del diseño de prácticas de laboratorio atractivas y motivadoras para los alumnos. La publicación en Internet de todo el material relacionado con las prácticas de laboratorio es de notable interés para los alumnos, pero la investigación acción nos ha llevado a considerar que debemos completar esta información con la exposición de presentaciones en clase, antes de acudir al laboratorio, como procedimiento para preparar previamente la práctica con los alumnos; también podrían ser utilizadas en el laboratorio para realizar algunas explicaciones previas o incluso durante el desarrollo de algunas prácticas.

Esta investigación acción ha contribuido a que el equipo de profesores haya visto incrementado de modo significativo el número de horas de trabajo que realizan en el

laboratorio. Así, además de las horas empleadas con los alumnos en el laboratorio, el montaje y la realización de las prácticas por el grupo de profesores ha contribuido a este objetivo. Las discusiones establecidas en torno al proceso de realización de cada práctica y el hecho de que un profesor preparara personalmente la práctica y la presentara a los demás miembros del equipo ha contribuido notablemente a promover la formación del profesorado del departamento mediante la investigación y el fomento de los aspectos prácticos relacionados con sus áreas de conocimiento.

El número de clases prácticas en el laboratorio recibidas por los alumnos se ha visto incrementado en un 79,3% (Tabla 2). Sin embargo, no puede considerarse el nivel alcanzado como óptimo; sin duda este es un aspecto en el que se debe avanzar. Después de todo este proceso algunos profesores siguen pensando que los amplios temarios son responsables de que en ciertas asignaturas el tiempo disponible para trabajar en el laboratorio sea limitado. Es preciso establecer a nivel del Departamento de Ciencias un compromiso serio en relación con el uso del laboratorio, es decir, establecer un calendario consensuado de uso del laboratorio con los alumnos, calendario que debiera cumplirse de forma prioritaria, independientemente de otros aspectos.

Todo el proceso seguido ha contribuido a instruir a los alumnos en los pasos del método científico a través de una metodología práctica. Además, aunque no estaba definido en el plan de acción inicial, alumnos del primer curso de Bachillerato han profundizado en el método científico mediante la realización de una investigación original que han plasmado en un artículo científico (véase Diego-Rasilla, 2004).

El balance global de la investigación acción ha sido claramente satisfactorio, aunque para valorar el interés de un proceso de este tipo no debemos estar mediatizados por los resultados esperados. Si los resultados no son los que esperábamos no debemos pensar que hemos fracasado en nuestra investigación acción. De hecho, hay que distinguir entre la acción, que no siempre logra sus propósitos, y la investigación acción que puede aportar una forma de hacer que otros pueden aprovechar. Estamos buscando nuevas formas de trabajar y no todas funcionan igual, ni de la misma manera en todos los contextos (Latorre Beltrán, 2004).

Agradecimientos

Aurora Álvarez, Monserrat Basco, Carmelo Benito, Gervasio Fuentes, José Luis García, Manuel García, Domingo Matías, Ascensión Salvador y Estela Sánchez formaron parte del equipo de profesores que trabajaron en este proyecto. El CFIE de Salamanca nos proporcionó financiación para la adquisición de libros.

4. Referencias bibliográficas

BARTOLOMÉ, M. (1997): *Metodología cualitativa orientada cap al canvi i la presa de decisions*. Barcelona, EDIUOC.

BENNETT, C.K. (1994): "Promoting teacher reflection through action research: What do teachers think?". *Journal of Staff Development*, 15(1), 34-38.

CANO FLORES, M. (1996): "La investigación colaborativa en educación". *Ciencia Administrativa*, Vol. especial, 55-59.

DIEGO-RASILLA, F. J. (2004): "El método científico como recurso pedagógico en el bachillerato: haciendo ciencia en clase de Biología". *Pulso*, 27, 111-118.

FORNER, A. (2000): "Investigación educativa y formación del profesorado". *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 39, 33-50.

FUMAGALLI, L. (1993): *El desafío de enseñar ciencias naturales*. Buenos Aires, Editorial Troquel, S.A.

GARCÍA BARROS, S.; Martínez Losada, C. (2003): "Análisis del trabajo práctico en textos escolares de Primaria y Secundaria". *Enseñanza de las Ciencias*, número extra, 5-16.

GONZÁLEZ DÁVILA, M.; LÓPEZ RAMOS, C.; SÁNCHEZ ROBLES, S.; DE AGÜERO ORMAZA, A. G.; ARLANZÓN LÁZARO, V. (1998): *Aproximación didáctica al estudio de la naturaleza*. Madrid, Editorial La Muralla, S. A.

GOODLAD, J. I.; MCMANNON, T. J. (2004): *The Teaching Career*. New York, Teachers College Press.

HODSON, D. (1994): "Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio". *Enseñanza de las Ciencias*, 12, 299-313.

HUBERMAN, M. A. (1989): "The professional life cycle of teachers". *Teachers College Record*, 91(1), 31-57.

INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD Y EVALUACIÓN (2006): *Sistema Estatal de Indicadores de la Educación 2006*. Ministerio de Educación Cultura y Deporte. Secretaría General de Educación y Formación Profesional. Madrid, Secretaría General Técnica Subdirección General de Información y Publicaciones.

JOHNSON, S. M. (1990): *Teachers at work: Achieving success in our schools*. New York, Basic Books, Inc. Publishers.

KARDOS, S. M. (2004): *Supporting and sustaining new teachers in schools: The importance of professional culture and mentoring*. Cambridge, Massachusetts, Harvard University.

KEMMIS, S.; MCTAGGART, R. (1988): *The Action Research Planner (3rd ed.)*. Victoria, Australia, Deakin University Press.

KEMMIS, S.; MCTAGGART, R. (2000): "Participatory action research" En: Denzin, N. y Lincoln, Y. (eds.) *Handbook of Qualitative Research (2nd Ed)*. Thousand Oaks California, Sage, 567-605.

LATORRE BELTRÁN, A. (2004): "La investigación acción". En: Bisquerra Alzina, R. (Coord.), *Metodología de la investigación educativa*. Madrid, Editorial La Muralla, S. A., 370-394.

LATORRE, A., DEL RINCÓN, D.; ARNAL, J. (1996): *Bases metodológicas de la investigación educativa*. Barcelona, Hurtado Ediciones.

LITTLE, J.W. (1982): "Norms of collegiality and experimentation: Workplace conditions of school success". *American Educational Research Journal*, 19(3), 325- 340.

LORTIE, D.C. (1975): *Schoolteacher*. Chicago, University of Chicago Press.

MCNIFF, J., LOMAX, P. & WHITEHEAD, J. (1996): *You and your action research project*. London, Routledge.

PARDO SANTANO, P. (2004): "¿Qué actividades proponen los libros de texto elaborados para enseñar Geología?". *Pulso*, 27, 49-60.

SABARIEGO PUIG, M.; BISQUERRA ALZINA, R. (2004): "Fundamentos metodológicos de la investigación educativa". En: Bisquerra Alzina, R. (Coord.), *Metodología de la investigación educativa*. Madrid, Editorial La Muralla, S. A., 19-49.

SMITH, K.; SELA, O. (2005): "Action research as a bridge between pre-service teacher education and in-service professional development for students and teacher educators". *European Journal of Teacher Education*, 28(3), 293-310.