




**CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS
DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

Sede Sur
Departamento de Investigaciones Educativas

**INVESTIGAR EN EL AULA DE CIENCIAS. EXPERIENCIAS E
IDEAS DOCENTES EN TORNO AL TRABAJO POR PROYECTOS
EN SECUNDARIA**

Tesis que presenta

 **BIBLIOTECA
"Juan Manuel Gutiérrez-
Vázquez"**
**INVESTIGACIONES EDUCATIVAS
CINVESTAV - IPN**

José Luis Blancas Hernández

Para Obtener el Grado de

Maestro en Ciencias

En la Especialidad de

Investigaciones Educativas

**CINVESTAV
IPN
ADQUISICION
LIBROS**

Directora de Tesis: Dra. María Teresa Guerra Ramos

México, D.F.

Mayo, 2013

Calzada de los Tenorios 235, Col. Granjas Coapa, C. P. 14330, Apartado Postal 86-355, México, D. F.
Tel. 54 83 28 00, Fax 56 03 39 57

CLASIF..	T-639
ADQUIS..	BIE: 39076
FECHA:	09-10-2013
PROCED..	DOU-2013
\$	

ID-210251-1001

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA
SECRETARÍA DE ECONOMÍA
COMISIÓN NACIONAL DE VALUACIÓN



CINVESTAV
DIE
ADQUISICIÓN
LIBROS

Para la elaboración de esta tesis se contó con el apoyo de una beca del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).



BIBLIOTECA
"Juan Manuel Gutiérrez-
Vázquez"

INVESTIGACIONES EDUCATIVAS
CINVESTAV - IPN

A mis padres, Laura y Juan Bernardo,
pilares para cumplir mis proyectos y alcanzar mis metas.
Por todo su amor, apoyo y comprensión incondicional.
Por enseñarme a ser fuerte aún en los momentos más difíciles.
Porque todo lo que ahora soy ha sido posible gracias a su esfuerzo.
En todo momento los llevo conmigo y en mi corazón.
Los amo con todo mi ser.

A mis hermanos, Miguel Ángel y Juan Manuel.
Por complementar mi vida día con día.
Por su compañía en todo momento.
Por compartir y celebrar nuestros logros.
Por las risas y complicidades.
Por ser parte de mí.

A mi Bota, Chabe y Quintín; mis abuelitos,
ejemplos de vida, fortaleza y carácter.
Por todas sus bendiciones.
Por todo su cariño y amor.

A la memoria de mi Boto, mi abuelito;
quien seguramente estará feliz y orgulloso de
verme, ahora sí, convertido en maestro.

ALBERTO RIVERA
Asesor de Investigación
CINVESTAV-UNIDAD MONTERREY

Agradecimientos

Sirvan las siguientes líneas para agradecer y reconocer a todos cuantos me ayudaron y acompañaron en el proceso de construcción de esta tesis que hoy entrego a la comunidad académica. De antemano ofrezco una disculpa si omito mencionar a alguien.

A toda mi familia, que es extensa; por aportarme fe, amor y apoyo en el arduo camino de la vida.

A todos mis amigos que, sin estar expresamente citados, me acompañaron a lo largo de este camino. Las risas, diversiones y experiencias vividas y compartidas hicieron que el proceso de construcción de mi tesis fuera mucho más ligero. ¡Ustedes saben quiénes son!

A mi amiga Karla María, quien se aventuró conmigo a realizar un posgrado. Por ser mi hombro en los momentos de mayor angustia, por las eternas discusiones que hemos tenido "hasta en la sopa", pero sobre todo por abrirme las puertas de su hogar y su corazón. Juntos nos hemos visto crecer.

A la Dra. Diana Patricia Rodríguez Pineda, por introducirme al campo de la 'Educación en Ciencias', por alentarme a realizar estudios de maestría y por seguir y vigilar mis pasos durante mi trayectoria por ésta. Con ella he tenido el gusto de crecer académicamente y compartir logros profesionales y personales.

Al Dr. Ángel D. López y Mota por alentarme a seguir con mis estudios de posgrado, por siempre tener disposición para una charla y sobre todo por compartir con sencillez sus conocimientos y saberes.

A los profesores del Departamento de Investigaciones Educativas (DIE) y a mis compañeros de maestría de la generación 2010-2012. Especialmente a Abril, Aleida, Carlos, Luis Manuel, Yoselín y Efrén; quienes fueron parte de esta historia y contribuyeron, desde su trinchera, con ideas, ánimos y sustanciosas críticas. Con ellos formé una valiosa y sincera amistad, compartí inolvidables momentos y profundas e interesantes discusiones. A Rosy, por todo su apoyo y atención en asuntos de carácter administrativo. A Rocío, por su amabilidad, apoyo y compañerismo brindado durante mi estancia académica en CINVESTAV-Unidad Monterrey.

A la Dra. María Teresa Guerra Ramos, por guiar este trabajo y por todo el apoyo brindado en mi trayectoria por la maestría. Sus valiosas recomendaciones y sugerencias enriquecieron significativamente mi tesis y me permitieron virar la mirada hacia otras formas de aproximarse a la enseñanza de las ciencias. Gracias, porque a pesar de la distancia, siempre estuvo presente y atenta en los momentos de crisis y no crisis que constituyeron parte de la construcción de esta tesis.

A mi comité dictaminador, Dra. Alma Adrianna Gómez Galindo, Dra. Antonia Candela y Dra. Laura Cházaro; quienes amablemente se tomaron el tiempo de leer mis ideas y reflexiones. Cada una, con su experiencia profesional y agudeza investigadora, contribuyó a mejorar y fortalecer la construcción de este trabajo.

A los directivos de la secundaria donde realicé el trabajo de campo y a los profesores de ciencias que, amablemente y de forma desinteresada, aceptaron participar en esta investigación. Para ellos, mi mayor reconocimiento a su gran labor profesional.

José Luis Blancas Hernández
México, D. F., mayo 2013

Resumen

Desde una perspectiva sociocultural y situada, y en el marco de la enseñanza de las ciencias a través de la investigación, este estudio documenta cómo –en sus respectivas aulas– tres profesores de ciencias de secundaria configuran la práctica de la investigación en la realización de una concreta y particular experiencia de *trabajo por proyecto*. También documenta las ideas que cada profesor ha desarrollado en torno a este tipo de trabajos prácticos, a la investigación científica y a la investigación científica escolar. Estas ideas permiten entender lo observado en el aula e imprimirle sentido y significado.

El estudio –de carácter descriptivo y cualitativo– combina el análisis de entrevistas semiestructuradas, observaciones de clase y algunos materiales elaborados por los profesores y/o alumnos. De manera general, los hallazgos muestran tanto experiencias de proyecto como ideas de los profesores más elaboradas que otras. A través de las actividades que articularon las experiencias de proyecto, los profesores configuraron en sus respectivas aulas la práctica de una investigación centrada en la búsqueda, sistematización y comunicación de información. Las ideas de los profesores tuvieron el carácter de ser dialógicas, históricas y resultado de una construcción social; estas ideas estuvieron conectadas con formas de concebir la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en situación escolar. A partir de los resultados se ofrecen varios mensajes sobre aspectos a profundizar en futuros estudios, así como para el desarrollo curricular y la formación docente.

El estudio responde a la necesidad, en el contexto de la reforma curricular a la educación secundaria en México, de brindar información sobre cómo las prácticas, las representaciones y los conocimientos de los profesores de ciencias interactúan con la innovadora y recién incorporada propuesta del *trabajo por proyectos*; la cual demanda una enseñanza basada en la investigación y aspectos de la naturaleza de la investigación científica.

Abstract

From a sociocultural and situated perspective, in the context of the enquiry based teaching, this study documents how –in their respective classrooms– three teachers of sciences of secondary form the practice of the enquiry in the accomplishment of a concrete and particular experience of *work for project*. The study also documents the ideas that every teacher has developed around this type of practical works, the scientific enquiry and the scientific school enquiry. These ideas allow to understand the observed in the classroom and to attribute sense and meaning.

The study –of descriptive and qualitative character– combines the analysis of semistructured interviews, observations of class and some materials elaborated by the teachers and/or students. In a general way, the findings show both project experiences and ideas of the teachers more elaborated than different. Across the activities that articulated the project experiences, the teachers formed in their respective classrooms the practice of an enquiry centred on the search, systematizing and communication of information. The ideas of the teachers had the character of being dialogics, historical and result of a social construction; these ideas were connected to ways of conceiving the teaching and the learning of sciences at school. The results several messages offer on aspects to investigate in future studies, as well as for the curricular development and the teacher training.

The study answers to the need, in the context of the curriculum reform to the secondary education in Mexico, of offering information about how the practices, the representations and the knowledge of the teachers of sciences interact with the innovative offer of the *work for projects*; which demands an enquiry based teaching and aspects of the nature of scientific enquiry.

Introducción	1
Capítulo 1 Puntos de partida para abordar el estudio	5
El problema de estudio. Planteamiento y justificación	6
Abordaje teórico-conceptual	11
La práctica de enseñar ciencias. Una perspectiva sociocultural.	11
El aula de ciencias: un espacio en continua construcción.	16
El trabajo por proyectos como espacio de actividad científica escolar.	20
Abordaje metodológico	24
El trabajo de campo.	25
El proceso de análisis.	29
Notación utilizada en la presentación de los datos.	32
Capítulo 2 La ‘investigación’ en las expectativas curriculares para enseñar ciencias	35
La ‘investigación’ en el currículum de ciencias estadounidense	36
Recuento histórico sobre la perspectiva de la investigación.	37
Nociones en torno a la investigación en el currículo estadounidense.	40
<i>La investigación como modo de comprender la ciencia.</i>	43
<i>La investigación como modo de aprender ciencias.</i>	44
<i>La investigación como estrategia de enseñanza.</i>	46
Algunas críticas a los <i>National Science Education Standards</i> .	48
La ‘investigación’ en el currículum de ciencias de México	51
La propuesta curricular para enseñar ciencias.	52
El trabajo por proyectos en el Programa de Estudios.	55
El trabajo por proyectos en los libros de texto.	62
Retos que las expectativas curriculares plantean a los profesores	67
Capítulo 3 Investigar sobre sismos. La experiencia de proyecto en el aula de Fabián	71
La realización del proyecto en el aula	72
Las ideas del profesor Fabián: sentidos y significados	87
El caso de Fabián: a manera de cierre	98

Capítulo 4 Investigar sobre sismos y reutilización del agua. Las experiencias de proyecto en las aulas de Irma	103
Irma en dos experiencias de proyecto	104
La realización de un proyecto sobre sismos.	104
La realización de un proyecto sobre la reutilización del agua.	117
El pensamiento de Irma	129
Sentidos comunes a las experiencias de proyecto.	129
Las ideas de la profesora.	132
El caso de Irma: a manera de cierre	142
Capítulo 5 Investigar sobre técnicas criminalísticas. La experiencia de proyecto en el aula de Gabriela	147
La realización del proyecto en el aula	148
Las ideas de la profesora Gabriela: sentidos y significados	162
El caso de Gabriela: a manera de cierre	173
Capítulo 6 Reflexiones y consideraciones generales. A manera de cierre	179
Conclusiones generales del estudio	180
En torno a las prácticas de enseñanza.	181
En torno al pensamiento de los profesores.	185
Implicaciones del estudio	190
Reflexiones en torno a la metodología y forma de abordar el estudio	194
Hacia futuros caminos de indagación	197
Referencias bibliográficas	199
Anexos	
1. Proyecto “¿Cómo se propagan y previenen los terremotos?”	209
2. Proyecto “¿Quién es el delincuente? El análisis en la investigación científica”	215
3. Proyecto “¿Qué hacer para reutilizar el agua?”	219

Tabla 1.1	Características generales de los profesores que participan en el estudio	26
Tabla 1.2	Aspectos explorados en la entrevista inicial	26
Tabla 1.3	Rasgos generales de la observación del proyecto para cada profesor	27
Tabla 1.4	Datos empíricos construidos en el trabajo de campo	29
Tabla 2.1	Estándares de contenido para la ciencia como investigación	44
Tabla 2.2	Estándares de contenido para el aprendizaje como investigación	45
Tabla 2.3	Estándares de enseñanza como investigación	47
Tabla 2.4	Tipos de proyectos sugeridos en el Programa de Estudios de la asignatura Ciencias	57
Tabla 2.5	Etapas para implementar un TpP en clases de ciencias	58
Tabla 3.1	Descripción general de lo observado en la práctica del profesor Fabián (Física)	73
Tabla 3.2	Las ideas del profesor Fabián	97
Tabla 4.1	Descripción general de lo observado en la práctica de la profesora Irma (Física)	105
Tabla 4.2	Descripción general de lo observado en la práctica de la profesora Irma (Química)	118
Tabla 4.3	Las ideas de la profesora Irma	141
Tabla 5.1	Descripción general de lo observado en la práctica de la profesora Gabriela (Química)	149
Tabla 5.2	Las ideas de la profesora Gabriela	173

Lista de figuras

Figura 1.1	Modelo general de análisis	30
Figura 2.1	Procedimientos y actitudes para la enseñanza de las ciencias en secundaria	55
Figura 2.2	Proyectos propuestos para la asignatura Ciencias II con énfasis en Física	60
Figura 2.3	Proyectos propuestos para la asignatura Ciencias III con énfasis en Química	61
Figura 3.1	Las anotaciones de Fabián en su explicación al grupo	75
Figura 3.2	Preguntas proporcionadas por Fabián a sus alumnos	82
Figura 4.1	Plan de proyecto de la profesora Irma	108
Figura 4.2	Hoja de trabajo para realizar un guión radiofónico	110
Figura 4.3	Aspectos a evaluar del proyecto en clase de Irma	115
Figura 4.4	Rúbrica utilizada por Irma para evaluar la presentación del proyecto	128
Figura 5.1	Páginas de Internet sugeridas por el libro de texto utilizado por la profesora Gabriela.	153



Quino (2004), *Toda Mafalda*, Argentina, Ediciones de la Flor.

En México, como en otros países, enseñar ciencias en secundaria es una compleja actividad humana que requiere superar no pocas dificultades. Los profesores tienen que enseñar un amplio y exigente currículum a jóvenes de entre 12 y 15 años de edad –con diversos orígenes, intereses y motivaciones– y lograr que accedan –de modo significativo y relevante– a una cultura científica. Los profesores se enfrentan, además, a difíciles condiciones de trabajo; tales como un alto índice de alumnos, que casi todas sus horas por las que están contratados sean frente a grupo, que se desplacen de una escuela a otra para sumar el máximo de horas posibles y con ello mejorar su ingreso económico, un precario apoyo profesional tanto en lo pedagógico como en lo material, entre otras.

La reforma curricular a la educación secundaria de 2006, como cualquier propuesta de cambio educativo, trajo consigo una concepción renovadora de la enseñanza de las ciencias con múltiples y sustantivas demandas hacia el profesorado. Entre otras cosas, la propuesta curricular para enseñar ciencias incorporó la idea innovadora de proponer y demandar al profesor la realización de *trabajos por proyectos* para desarrollar actividades y tareas relacionadas con la investigación científica. Con este tipo de trabajo práctico se pretende proveer a los estudiantes de una oportunidad para introducirse en el mundo de la ciencia como una actividad interesante, desafiante y comprensible. A través de esta innovación curricular se convoca a los profesores a virar de una enseñanza tradicional de la ciencia –centrada en el conocimiento como producto– a una enseñanza renovadora –centrada en los procesos de construcción de conocimiento–.

La incorporación de esta propuesta de innovación al currículum de ciencias no es algo trivial, por el contrario, plantea varios desafíos a los profesores de ciencias; como abandonar formas de trabajo bastante arraigadas, modificar sus concepciones y saberes acerca de lo que es la ciencia y lo que implica enseñarla y dominar eficazmente y en poco tiempo una propuesta con la que tienen una total falta de familiaridad. Más aún, los profesores se enfrentan a una ausencia de esquemas de

formación que los apoyen en la introducción, gradual y sistemática, de dicha propuesta a sus prácticas de enseñanza cotidianas.

¿Qué significó para los profesores la propuesta de trabajo por proyectos? ¿Qué aspectos les han resultado más accesibles de esta propuesta? ¿Cuáles más difíciles? ¿Cómo materializan en sus aulas esta propuesta? ¿Cómo apoyar a los profesores a enseñar ciencias a través de la investigación? Estas fueron algunas de las principales interrogantes que dieron origen a la construcción del proyecto de investigación del cual se deriva el estudio reportado en esta tesis. La propuesta de este proyecto partió de reconocer que: a) un estudio sobre la enseñanza de las ciencias no puede limitarse al análisis de las propuestas curriculares oficiales, es necesario aproximarse a lo que ocurre en los contextos reales, es decir, las aulas escolares; y b) cuando se quiere incorporar a los profesores a nuevas formas de enseñar, poco se sabe qué piensan y cómo este pensamiento influye en su práctica cotidiana. Estas fueron las principales razones que me permitieron arribar al estudio de la acción y el pensamiento de los profesores de ciencias.

En el campo de la 'Educación en Ciencias'¹ desde hace tiempo se ha reconocido que lo que los profesores piensan, conocen, saben y hacen en el salón de clases, determina u orienta de manera significativa lo que los alumnos aprenden con respecto a las ciencias. La amplia literatura especializada en esta área de trabajo muestra la existencia de una variedad de aproximaciones teórico-conceptuales y metodológicas, así como contextos de análisis y de poblaciones atendidas. Con este tipo de investigaciones, entre otras cosas, se busca proporcionar bases sólidas para comprender los dilemas y planteamientos con los que los profesores se enfrentan en sus prácticas, así como explorar y describir su base de conocimientos profesionales. El proyecto de investigación del que se deriva el estudio reportado en esta tesis asumió el reto de avanzar en claridad conceptual y en el acercamiento cualitativo a la acción y pensamiento docente, particularmente en aspectos relevantes y cercanos a las prácticas de los profesores, como lo es, en este caso, una propuesta de innovación.

Así pues, en esta tesis documento y describo –desde una mirada sociocultural y situada– las experiencias de tres profesores de ciencias de secundaria al realizar un trabajo por proyecto en sus respectivas aulas de ciencias. También describo las ideas

¹ Con 'Educación en Ciencias' hago referencia a un particular campo de investigación educativa y también a un campo de intervención y desarrollo, el cual busca identificar y resolver cuestiones relacionadas con la enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales –biología, física y química– a partir de determinadas áreas de trabajo e interés (López, 2003; Merino, Gómez y Adúriz-Bravo, 2008).

que cada profesor ha desarrollado respecto a la investigación científica, la investigación escolar y al trabajo por proyectos; las cuales permiten entender lo ocurrido en el aula e imprimirle sentido y significado. Se trata de un estudio que busca profundizar en el análisis y comprensión de la forma en que las prácticas de enseñanza de los maestros de ciencias de secundaria, sus conocimientos, habilidades pedagógicas y condiciones materiales y contextuales, interactúan con la innovadora –y recién incorporada– propuesta curricular del trabajo por proyectos. Es, además, un estudio que recupera lo mejor de las prácticas de enseñanza para comprenderlas con miras de orientar hacia el futuro propuestas de innovación o formación docente mucho más apegadas a la compleja realidad escolar.

La presentación del estudio está organizada en seis capítulos. En el capítulo uno presento una descripción del problema que motivó el estudio y los referentes teóricos que fueron empleados para el análisis, y que permiten conceptualizar la enseñanza de las ciencias como práctica de naturaleza social, el aula de ciencias como un espacio dinámico en continua construcción y una visión del trabajo por proyectos como un genuino espacio de actividad científica escolar. Estos referentes provienen de un enfoque sociocultural y situado de las prácticas sociales y de la actividad científica escolar. Finalmente en este mismo capítulo describo la estrategia metodológica para abordar el estudio.

En el capítulo dos describo y analizo cómo la perspectiva de la enseñanza de las ciencias a través de la investigación se hace presente en la retórica pedagógica de las propuestas curriculares de ciencias. En un primer apartado expongo la manera en que dicha perspectiva se ha plasmado en el particular caso del curriculum de ciencias de Estados Unidos. A través de esta exposición pretendo mostrar el caso de una propuesta curricular que ha sido bastante sostenida y explícita respecto a dicho enfoque. En el segundo apartado, y para el caso de nuestro país, describo cómo y de qué forma se incorporaron aspectos del enfoque de la investigación en la propuesta curricular de trabajo por proyectos (TpP) para la enseñanza de las ciencias en secundaria; producto de la reforma implantada en 2006. Finalmente presento un conjunto de comentarios y reflexiones en torno a la aproximación, propósitos y principios de las expectativas curriculares para la enseñanza de las ciencias, en sus aspectos relacionados con la promoción de la investigación en las aulas escolares.

Los capítulos tres, cuatro y cinco, constituyen la parte analítica del estudio aquí presentado. En cada uno de ellos describo las experiencias de proyecto que realizaron,

en sus respectivas aulas, tres profesores de ciencias de una escuela secundaria; así como también el repertorio de ideas que han construido en torno a la investigación y el trabajo por proyectos. El capítulo tres está centrado en el caso de Fabián, profesor de la asignatura Ciencias II con énfasis en Física, quien realizó una experiencia de proyecto relacionada con los sismos. El capítulo cuatro presenta el caso de la profesora Irma, quien realizó dos experiencias de proyecto; una en su asignatura Ciencias II con énfasis en Física relacionada con los sismos y otra en la asignatura Ciencias III con énfasis en Química acerca de la reutilización del agua. El capítulo cinco describe el caso de Gabriela, profesora de la asignatura Ciencias III con énfasis en Química que realizó un proyecto relacionado con las técnicas criminalísticas.

De manera general, el análisis muestra diferencias cualitativas entre los tres casos de profesores, tanto en la realización de las experiencias de proyecto como en las ideas expresadas. Sin embargo, las experiencias de proyecto configuraron en las aulas de ciencias la práctica de una investigación centrada en la información. Las ideas de los profesores tuvieron el carácter de ser dialógicas e históricas, resultado de una construcción social. Los resultados del análisis permiten mostrar que enseñar ciencias es una compleja actividad profesional que requiere y demanda la adquisición y puesta en acción de conocimientos saberes, habilidades, destrezas, actitudes, etc.

Finalmente en el capítulo seis desarrollo una serie de reflexiones que se desprenden del análisis realizado en el estudio. Estas reflexiones están organizadas en torno a: conclusiones generales del estudio, implicaciones que se derivan del mismo para el desarrollo curricular y la formación docente, algunas críticas a la metodología y forma de abordar la práctica y el pensamiento docente y aspectos a profundizar en futuros estudios con respecto a la enseñanza de las ciencias a través de la investigación y el trabajo por proyectos.

Sólo resta decir que el trabajo de investigación que reporto en esta tesis me ha permitido darle continuidad a mi interés por indagar el pensamiento y la acción de los profesores de ciencias, cultivado durante la realización de mi tesis de licenciatura. En este sentido, puede verse como una travesía en mi propia formación académica. Ojalá que el trabajo de investigación –a partir de su análisis, crítica y réplica– sea una aportación y contribución significativa a un campo de investigación que se viene consolidando en nuestro país: la ‘Educación en Ciencias’.

Capítulo 1

Puntos de partida para abordar el estudio



BIBLIOTECA
"Juan Manuel Gutiérrez-
Vázquez"

INVESTIGACIONES EDUCATIVAS
CINVESTAV - IPN

En el marco de la enseñanza de las ciencias a través de la investigación –y desde una mirada sociocultural y cualitativa– en el presente estudio analizo las prácticas de enseñanza de tres maestros de ciencias de una escuela secundaria durante la realización de un trabajo por proyecto (TpP). A través del análisis describo cómo en el aula de ciencias, y desde la perspectiva de los profesores, se configura la práctica de la investigación en la realización de una concreta y particular experiencia de proyecto. Con el análisis también exploro y describo las ideas que los profesores han desarrollado en torno a la investigación y el TpP; y que permiten entender lo observado en el aula e imprimirle sentido y significado. El estudio responde a la necesidad, en el contexto de la reforma curricular a la educación secundaria en México, de brindar información sobre cómo las prácticas, las representaciones y los conocimientos de los maestros de ciencias interactúan con la innovadora y recién incorporada propuesta del *trabajo por proyectos* (TpP).

El propósito de este capítulo es mostrar los puntos de partida del estudio que se reporta en esta tesis; para dar cuenta de ellos, está estructurado en tres apartados. En el primer apartado presento una descripción del problema que motivó el estudio: su construcción, justificación, propósitos y preguntas de indagación. En el segundo presento los referentes conceptuales más importantes y que fueron empleados para el análisis descriptivo: una conceptualización de la enseñanza de las ciencias como práctica de naturaleza social, del aula de ciencias como un espacio dinámico en continua construcción y una visión del trabajo por proyectos como un genuino espacio de actividad científica escolar. Estos referentes provienen de un enfoque sociocultural y situado de las prácticas sociales y de la actividad científica escolar.

Finalmente, en el tercer apartado, presento algunos elementos que constituyeron la estrategia metodológica del estudio aquí reportado: el trabajo de campo, el proceso de análisis del corpus de datos empíricos y la notación utilizada para la presentación de los datos. De acuerdo con lo argumentado por Duit (2006) y de manera general, el estudio puede ser ubicado en dos de los principales ámbitos de

indagación del campo 'Educación en Ciencias': la investigación sobre enseñanza y aprendizaje y la investigación sobre cuestiones curriculares y políticas para la enseñanza de las ciencias.

El problema de estudio: planteamiento y justificación

La enseñanza de las ciencias tiene entre sus principales propósitos brindar una alfabetización científica de calidad a los niños y jóvenes que transitan por los niveles básicos de educación. Esta labor se ha identificado como loable ante un mundo en el que cotidianamente interactuamos y nos relacionamos con ideas y productos de las ciencias; aunque a la vez como ambiciosa y problemática. Ambiciosa, porque implica considerar a las ciencias como educativas, especialmente si reconocemos que éstas se desarrollan en contextos acotados y con finalidades particulares. Problemática, porque no es fácil conseguir que las ciencias sean aprendidas de forma significativa por niños y jóvenes con conocimientos, aptitudes y actitudes diferentes.

Al interior del campo de la 'Educación en Ciencias', los diversos programas de investigación y desarrollo han generado una variedad de enfoques para enseñar ciencias (Campanario y Moya, 1999; Pozo y Gómez, 2009), los cuales han sido propuestos como vías para alcanzar la efectividad de la alfabetización científica. Como sostienen Pozo y Gómez (2009), en estos enfoques de enseñanza subyacen determinados fundamentos epistemológicos y de aprendizaje; a su vez, establecen objetivos formativos y criterios para seleccionar y organizar contenidos y para proponer una variedad de estrategias y actividades didácticas.

Uno de los enfoques con mayor auge es la enseñanza de las ciencias a través de la investigación. Este enfoque se ha empleado como argumento de renovación pedagógica para hacer hincapié en que los alumnos deben comprender la construcción del conocimiento y adquirir las habilidades necesarias para indagar sobre el mundo natural (Barrow, 2006; Bybee, 2000, DeBoer, 1991; Flick and Lederman 2004). El supuesto central es que la construcción del conocimiento científico en la escuela ha de reflejar, en cierta forma, la manera en que los científicos producen y construyen dicho conocimiento, es decir, la práctica científica (Anderson, 2007). Con estos argumentos, se sostiene que la enseñanza de las ciencias debe proporcionar a los alumnos experiencias escolares cercanas al trabajo científico (Millar, 2004).

La enseñanza de las ciencias a través de la investigación es un tema relevante dentro de la 'Educación en Ciencias' (Anderson, 2007). Se destacan los estándares estadounidenses para la enseñanza de las ciencias (NCR, 1996; 2000) –los cuales han impactado en el diseño y fundamentación curricular de otros países–, el *Informe Rocard* para la unión europea (Rocard, et.al. 2007), así como las compilaciones sobre el tema realizadas por Duschl y Grandy (2008), Flick y Lederman (2004) y Minstrell y van Zee (2000). Algunas de las principales líneas trabajo dan cuenta de:

- El pensamiento de estudiantes y profesores sobre la investigación (p.e. Cañal, Travé, y Pozueloz; 2011; Schwartz et al, 2004; Wallace y Kang, 2004).
- Las formas y estrategias para enseñar alguna disciplina científica a través de la investigación (p. e. Minner, Jurist y Century, 2010; Schwartz y Crawford, 2003).
- La forma en que profesores en ejercicio aplican en el aula de clase la investigación (p. e. Lee, et.al, 2006; Minstrell y van Zee, 2000).
- Las habilidades y procedimientos asociados a la investigación que se promueven en los materiales educativos y en el aula (p.e. Al-Naqbi, 2010).
- El impacto de programas de formación para profesores –en ejercicio o en formación– en los cuales se busca que tengan experiencias en realizar trabajos relacionados con la investigación científica (p.e. Pozuelos y Travé, 2004; van Zee, et. al., 2005; Windschitl, 2002, 2004).

Algunos países han incorporado en sus currículos de ciencias, de manera implícita o explícita, contenidos y actividades que promueven la enseñanza de las ciencias a través de la investigación. Al respecto, Abd-El-Khalick, et.al, (2004) llevaron a cabo una revisión sobre cómo esta perspectiva ha sido plasmada e interpretada en el diseño y desarrollo curricular de ciencias de algunos países; entre los que figuran Australia, Estados Unidos, Israel, Líbano, Inglaterra, Taiwan y Venezuela. Estos autores, a partir de su revisión analítica, destacan que en los distintos currículos se hacen diversas conceptualizaciones sobre la investigación –que suelen ser coincidentes en las ideas centrales– y que se proponen una variedad de experiencias de aprendizaje –o actividades escolares– que promueven la enseñanza y aprendizaje por investigación.

A partir de lo anterior, cada vez es más común identificar en documentos curriculares que el papel del profesor de ciencias es crucial para que los alumnos

comprendan y se familiaricen con la práctica de la investigación (Crawford, 2000; NCR, 1996; 2000). En consecuencia se demanda a los profesores diseñar y ejecutar actividades didácticas que involucren a los alumnos en trabajos prácticos de investigación con el fin de familiarizarlos con las formas en que trabajan los científicos, con la diversidad de procesos relacionados tanto con la producción y comunicación de conocimiento científico así como con los procesos de evaluación y comunicación del mismo (Duschl y Grandy, 2008; Minstrell y van Zee, 2000).

En México, la manera en que históricamente se ha buscado efectuar cambios y transformaciones en los niveles básicos de educación ha sido a través de reformas curriculares mediante las cuales se pretende introducir enfoques pedagógicos, materiales nuevos, programas de formación dirigidos a profesores, innovaciones educativas, etc. (Latapí, 1998). Estas acciones, diseñadas y planteadas por la autoridad educativa, suelen ser medidas oficiales para promover, principalmente, cambios en las prácticas educativas.

Particularmente con la reforma a la educación secundaria ocurrida en 2006, el estudio de las ciencias en este nivel educativo tiene como propósito consolidar en los jóvenes una formación científica básica (SEP, 2006). Entre otros aspectos, la enseñanza basada en la investigación tiene una fuerte presencia en la retórica pedagógica del currículo oficial de ciencias producto de ésta reforma, (SEP, 2006a, 2006b). Como en otros países, se incorporó la idea innovadora de proponer espacios de trabajo práctico que permitan al profesor involucrar a sus alumnos en actividades relacionadas con la investigación (Anderson 2007). A través de los documentos y materiales educativos oficiales, los maestros son convocados a realizar e incorporar sistemáticamente en sus prácticas de enseñanza *trabajos por proyectos* (TpP). La propuesta y fundamentación del trabajo por proyectos del currículo oficial de ciencias retoma los planteamientos de Aurora LaCueva (2002).

En la propuesta curricular de ciencias de educación secundaria el TpP se considera como una vía privilegiada para promover que los alumnos integren y desarrollen conocimientos, habilidades y actitudes científicas. El programa de estudios (SEP, 2006b) propone tres tipos de proyectos, cada uno con características y fines particulares; a saber: científicos, tecnológicos y ciudadanos. Este programa de estudios sugiere cuatro etapas para desarrollar en las aulas de ciencias cualquiera de estos proyectos: planeación, desarrollo, comunicación y evaluación. Para cada asignatura, el programa demanda realizar un proyecto en cada cierre de los primeros cuatro bloques

y uno, o más de uno, durante todo el quinto bloque. A partir de ello, los libros de texto de cada una de las asignaturas desarrollan y reinterpretan la propuesta de TpP.

La intención de promover con el TpP un acercamiento a la práctica de la investigación puede considerarse como una innovación recién incorporada en la reforma al curriculum de ciencias de educación secundaria. Sin embargo, las propuestas de innovación curricular son sólo una declaración de intenciones con lineamientos para la acción, es necesario dar seguimiento a su implementación sin perder de vista a los actores clave y los contextos en que estas aterrizan. Aún se sabe relativamente poco sobre cómo las propuestas de innovación impactan en el pensamiento de los profesores y cómo, desde su práctica, responden a estos dispositivos (Mueller y Bentley, 2007).

Cuando se hacen esfuerzos por incluir en las prácticas escolares enfoques y aproximaciones pedagógicas novedosas, es pertinente dedicar alguna atención a cómo las prácticas de enseñanza de los maestros, sus conocimientos y actitudes, las habilidades pedagógicas y las condiciones materiales y contextuales interactúan con las innovaciones. Avanzar en esta línea se vuelve relevante dado el papel crítico que tienen los maestros de promover la investigación en las aulas de ciencias, en la forma en que orientan la actividad de sus alumnos durante la construcción del conocimiento científico y en los mensajes que éstos construyen sobre el propio trabajo científico.

A partir de lo esbozado anteriormente, las preguntas que orientaron el estudio que se reporta en esta tesis son las siguientes:

1. ¿Qué actividades realizan los profesores con sus estudiantes para promover la investigación en el contexto de un trabajo por proyectos?
2. ¿Qué sentidos y significados atribuyen los profesores a esas actividades?
3. ¿Qué ideas respecto a la investigación y el trabajo por proyectos han desarrollado los profesores?
4. ¿Cuáles son, para ellos, los principales asuntos pedagógicos asociados a la investigación y al trabajo por proyectos?

De manera general, los propósitos del estudio son describir y comprender cómo en el aula de ciencias los profesores configuran la práctica de la investigación en la realización de una concreta y particular experiencia de proyecto. Propósito que está relacionado con las dos primeras preguntas de investigación. El estudio también tiene

como propósito explorar y describir las ideas que los profesores de ciencias han desarrollado en torno a la investigación y el TpP, y que permiten entender lo observado en el aula, así como imprimirle sentido y significado; propósito relacionado con las preguntas tres y cuatro.

En el estudio aquí reportado no me interesa establecer la relación entre el pensamiento y la práctica docente desde la óptica de la propuesta curricular, ni mucho menos evaluarla desde perspectivas epistemológicas o de aprendizaje. Mi interés está puesto en reconocer esa relación desde la propia perspectiva de los profesores y comprender sus prácticas de enseñanza en su contexto real y cotidiano. Busco destacar que el pensamiento y la práctica de los profesores de ciencias es construcción y resultado de su actuar cotidiano en el aula de clase, de su historia como sujetos y de la apropiación que han hecho de los discursos pedagógicos que se les presenta en distintos materiales curriculares.

En este sentido, el estudio se encuentra cercano a los trabajos que, en el campo de la 'Educación en Ciencias', analizan las prácticas de enseñanza cuando los profesores se ven involucrados en situaciones y experiencias de trabajos prácticos asociados al enfoque de la investigación (p.e. Howes, Lim y Campos, 2009; Windschitl, 2002; 2004) y a los estudios que exploran el pensamiento de los maestros desde una perspectiva situada (p.e. Guerra, 2006; Guerra, Ryder, y Leach, 2010; Keller y Dixon, 2001). También es cercano a aquellos estudios que reconocen la existencia de relaciones entre la implementación de una propuesta fundamentada en la investigación y el pensamiento de los profesores, su biografía personal y profesional y las condiciones escolares específicas y recursos culturales a su alcance (Forbes y Davies, 2010; Roehrig, Kruse y Kern, 2007; Schneider, Krajcik, y Blumenfeld, 2005).

De acuerdo con MacNeill y Krajcik (2008) aún son pocos los estudios que se ocupan de analizar las prácticas de los profesores en el marco de la enseñanza a través de la investigación. Esta es una razón más para realizar estudios que centren el análisis y comprensión en el desarrollo de las prácticas de enseñanza, para con ello dar cuenta de diversos aspectos que favorecen, limitan o complejizan la implementación de propuestas que promueven la enseñanza de las ciencias a través de la investigación. Es importante reconocer que estas propuestas son sólo una declaración de intenciones con lineamientos para la acción; es necesario dar seguimiento a su implementación sin perder de vista a los actores clave y sus contextos particulares.

Abordaje teórico-conceptual

El enfoque teórico-conceptual en el que se sustenta el estudio que se reporta en esta tesis es una construcción intelectual que recurre, relaciona y articula distintas perspectivas teóricas; las cuales han tomado tiempo en arribar a la investigación sobre la práctica y pensamiento de los profesores y a su vez han implicado una crítica a la manera de abordar estos procesos (Candela, Rockwell y Coll, 2009; Guerra, 2011; Putman y Borko, 2000). Estas perspectivas provienen de enfoques que conceptualizan las prácticas sociales como aspectos complejos, dinámicos y situados de la realidad social y cultural; el salón de clases como un contexto de construcción y configuración de prácticas sociales y educativas; y la actividad científica escolar como una genuina y situada forma de implicarse en prácticas cercanas a la actividad científica.

En las siguientes secciones desarrollo cada una de las anteriores perspectivas teóricas, desde las cuales intenté describir y comprender las prácticas de enseñanza de los maestros, así como el repertorio de ideas que subyace en su pensamiento.

La práctica de enseñar ciencias. Una perspectiva sociocultural.

La práctica de enseñar ciencias alude al conjunto de actividades de los maestros que tienen que ver con la acción de enseñar un determinado contenido científico escolar con el propósito de que alumnos particulares aprendan lo que es objeto de enseñanza –conceptos, habilidades, actitudes–.

Desde una perspectiva sociocultural, en este trabajo concibo la enseñanza de las ciencias como una práctica de naturaleza social que es realizada por profesores particulares, en contextos escolares también particulares (Lave, 2001; Wenger, 2001). Implica la realización de un conjunto de actividades que se configuran en un contexto –que en el caso de mi estudio es la secundaria–, que les da estructura y coherencia (Lave, 1991, 2001). A su vez, implica procesos activos y creativos de producción (Chartier, 1995, 1999), participación (Lave y Wenger 2003; Wenger, 2001) y apropiación (Bajtín, 1989) de sentidos, significados y saberes.

La práctica de enseñar ciencias “connota hacer algo, pero no simplemente hacer algo en sí mismo ni por sí mismo; es hacer algo en un contexto histórico y social que otorga una estructura y significado” (Wenger, 2001: 71) a lo que profesores y

hacen en ella. Es una práctica social que se configura a partir de las relaciones e interacciones de profesores y alumnos y se dimensiona en contextos escolares específicos y en momentos históricos determinados. En el caso de mi estudio, la práctica de enseñar ciencias en secundaria se dimensiona en “la trama de significados y relaciones que se tejen en la escuela misma, y en la que se entrecruzan normas escolares, condiciones de trabajo y concepciones de los sujetos” (Sandoval, 2000: 16). Esta trama cultural permite que profesores otorguen sentido a sus actos y a las relaciones e interacciones que se dan entre ellos y sus alumnos.

Enseñar ciencias es una práctica realizada por profesores con historias y saberes particulares que comparten, a su vez, una historia social colectiva (Rockwell y Mercado, 2003). Lo que ocurre en dicha práctica no está del todo determinado por las disposiciones normativas curriculares oficiales, sino más bien, por la acción y el conocimiento que los profesores cotidianamente construyen, comparten y ponen en juego en determinadas actividades; que en el marco del presente estudio están relacionadas con promover la investigación en el aula en la realización de una experiencia de proyecto.

Los profesores de ciencias, a través de las relaciones e interacciones que establecen con sus alumnos, dan sentido y existencia al conjunto de actividades escolares que configuran su práctica. Los profesores son quienes las diseñan, proponen y explicitan; en ellas subyacen sus experiencias profesionales y personales y sus conocimientos y saberes (Mercado, 2002). Los alumnos, a través de su participación, las replantean, modifican, enriquecen o rechazan; les dan un sentido y significado. De esta manera, las actividades relacionadas con la investigación en el aula son construcciones colectivas definidas y dimensionadas en la trama cultural de la escuela secundaria.

La perspectiva sociocultural sobre la actividad situada sugiere una especie de imbricación y relación entre las acciones en la práctica y el contexto en que éstas tienen lugar (Lave, 1991). En este sentido, la actividad de los sujetos “adopta formas diferentes en situaciones diferentes. La especificidad de la práctica... en una situación y la discontinuidad entre situaciones constituyen una base provisional para derivar explicaciones de la cognición como nexo de relación entre la mente y el mundo en que ésta opera” (Lave, 1991: 17). Esta aseveración sugiere que los procesos cognitivos se generan en situaciones específicas y que, por lo tanto, son particulares y situados puesto que ocurren en un contexto específico pero dinámico.

Lo anterior adquiere valor para el estudio que se reporta en esta tesis. Las acciones que los profesores despliegan en el aula para involucrar a sus alumnos en una genuina investigación científica escolar, están situadas en experiencias de proyecto concretas y particulares. A su vez, las ideas que los profesores expresan en torno a la investigación están situadas en el trabajo por proyectos. Un aspecto importante en mi estudio para señalar lo situado es el reconocimiento de las condiciones materiales de las prácticas de enseñanza. Estas condiciones no refieren únicamente a la infraestructura de la escuela sino que incluyen los recursos físicos, las condiciones laborales, la organización escolar del espacio y del tiempo y las prioridades de trabajo que resultan de la negociación cotidiana entre maestros, alumnos, autoridades y padres, etc. (Rockwell y Mercado, 2003).

En el estudio aquí reportado, considerar las condiciones materiales se volvió un aspecto importante al momento de comprender la práctica de los profesores; esto permitió señalar no sólo la forma en que limitan, posibilitan o enriquecen lo que ellos y sus alumnos hacen, sino también identificar los sentidos que dicha práctica adquiere. Al mismo tiempo permitió identificar las posibles contradicciones con lo estipulado normativamente.

Desde los planteamientos de Wenger (2001:80-83) participar en una práctica es formar parte de ella, lo cual conlleva a una implicación activa por parte de los sujetos que la configuran. Participar en una práctica requiere estar afiliado y vinculado con otros sujetos que también participan en ella. Lo que caracteriza a esta participación es el reconocimiento mutuo entre los integrantes de dicha práctica. La participación “es tanto personal como social. Es un proceso complejo que combina hacer, hablar, pensar, sentir y pertenecer” (Wenger, 2001: 80). Como señalaré más adelante, los profesores de ciencias constantemente promueven la participación de sus alumnos en las actividades de investigación relacionadas con un TpP; sin embargo, las participaciones no son del todo convergentes, no todos participan de manera legítima.

Lave y Wenger (2003) proponen el término “participación periférica legítima” para señalar que las interacciones en una práctica involucran inicialmente a los sujetos de manera limitada y con formas asimétricas de participación; a medida que los sujetos avanzan y se integran a la práctica se espera una evolución en su participación. Esta noción de participación es importante porque, como veremos más adelante, en las actividades de investigación que articulan la realización de un proyecto, no todos los alumnos participan de igual forma, ni con el mismo grado de implicación.

La participación que se da en la práctica de enseñar ciencias conforma la experiencia de los sujetos que en ella están implicados y afiliados. En tanto configuración social emergente, tiene características y particularidades fruto de la variedad y diversidad de las participaciones de profesores y alumnos. La participación en la práctica de enseñar ciencias la entiendo como las contribuciones que profesores y alumnos realizan y comparten para el logro de una determinada actividad. Estas contribuciones están íntimamente ligadas con la apertura de espacios que posibilitan no solo dichas contribuciones, sino también compartir, o no, significados.

Los procesos de apropiación y producción (Bajtín, 1982; Chartier, 1995, 1999; Rockwell, 2005; 2007) permiten situar los usos y sentidos que los profesores dan a los recursos culturales disponibles para su actuar. Mijail Bajtín (1982) recurre al proceso de apropiación para analizar la manera en que, en la producción de géneros literarios y discursivos, se incorporan y emplean herramientas discursivas acumuladas históricamente. Para Bajtín (1982:349) "cada obra tiene sus raíces en un pasado lejano. Las grandes obras literarias se preparan a través de los siglos, y en su época de creación solamente se cosechan los frutos maduros del largo y complejo proceso de maduración". Para este autor la palabra tiene así una dimensión histórica cultural: cualquier acto de creación literaria ocurre gracias a toda la experiencia presente y manifiesta en el transcurso de vida del sujeto creador. Esta apropiación histórica-discursiva imprime sentidos y significados a cada obra literaria.

Desde la mirada analítica de Bajtín (1982), la creación literaria no es pura. El sujeto creador no inventa su propio lenguaje, más bien hace uso del contenido lingüístico que ha experimentado a lo largo de su vida, y que ha incorporado a la misma, como material para construir su obra. Todo discurso literario es de naturaleza dialógica puesto que contiene un intercambio y entrecruce de posturas, voces, concepciones sobre el mundo y alusiones a distintos saberes (Bajtín, 1982: 350). Cada acto donde el sujeto hace uso de la palabra se ve sobrecargado de discursos que refieren a otros sujetos, a otros tiempos, a otros espacios.¹ Esta noción de dialogicidad permite imprimir de sentidos y significados a lo que los profesores hacen y dicen en situaciones y condiciones particulares.

¹ Al respecto, es interesante lo que Bajtín (1982:350) expone sobre Shakespeare "como todo artista, construía sus obras no a partir de elementos muertos, no de ladrillos, sino de *formas* ya cargadas de sentido, plenas de sentido. Por lo demás, también los ladrillos poseen una determinada forma espacial y, por consiguiente, en las manos del constructor expresan algo". [el subrayado es mío].

Por su parte Roger Chartier (1995, 1999) concibe la lectura como una práctica cultural realizada en un contexto en el que los significados compartidos en torno a dicho acto son construidos por las personas en sus interacciones. Vista la lectura como práctica, Chartier rescata la actividad productiva y creativa, tanto material como simbólica, de las personas en el acto de leer. Al respecto señala que las "prácticas son siempre creadoras de usos o de representaciones en modo alguno reducibles a las voluntades de los productores de discursos y normas" (Chartier, 1995:12). En este sentido, la práctica lectora implica un proceso inventivo de sentidos que es expresado en una diversidad de usos y maneras de leer. Es un proceso inventivo, sostiene Chartier, porque en la práctica de la lectura "siempre existe una distancia entre la norma y lo vivido, entre el dogma y la creencia, entre los mandatos y las conductas. Es en este desfase en el que se imponen las reformulaciones y las desviaciones, las apropiaciones y las resistencias" (Chartier, 2007: 115). Desde esta mirada, la práctica de la lectura es una manifestación dinámica, abierta, heterogénea e histórica.

En este sentido, Roger Chartier (1999) utiliza la noción de apropiación para señalar la diversidad de usos, interpretaciones y comprensiones que las personas hacen de los textos en prácticas específicas de la lectura. La apropiación adquiere el carácter de logro colectivo cuando los recursos culturales, como el libro o los textos para la práctica de la lectura, son tomados y empleados dentro de determinadas configuraciones sociales. Apoyándose en los planteamientos de Roger Chartier, Rockwell (2007:29) sostiene que el concepto de apropiación permite situar las acciones de las personas "que toman posesión de los recursos culturales disponibles y que los utilizan. Al mismo tiempo, alude al tipo de cultura arraigada en la vida cotidiana, en objetos, herramientas, prácticas, imágenes y palabras, tal y como son experimentados por las personas".

En un símil con los planteamientos de Chartier, considero que en su práctica, los profesores se ven implicados en procesos de actividad productiva y creativa, tanto material como simbólica. En esta práctica se manifiestan invenciones cotidianas (de Certeau, 1996) que tienen un sentido fundado en la experiencia, que hacen frente a la normativa pedagógica que fundamenta la enseñanza de las ciencias en secundaria y a lo institucional de la propia escuela. Estas invenciones permiten reconocer la existencia de prácticas contradictorias y diversas dentro de los espacios escolares. Desde esta perspectiva, en mi estudio rescato lo que profesores hacen cotidianamente y que va más allá de lo normativo y oficial que la institución escuela les demanda hacer.

Lo señalado anteriormente me permite considerar que los profesores construyen sus ideas acerca de una determinada noción en sus experiencias como sujetos enteros. En las experiencias de trabajo del aula, y en la reflexividad que éste impone (Schön, 1992), es donde los profesores se apropian de los conocimientos que posiblemente requieren para sus respectivas prácticas de enseñanza (Rockwell y Mercado, 2003). La apropiación es un proceso en el que los profesores crean y reelaboran ideas provenientes de distintos momentos y contextos (Rockwell, 2005).

Aquello que manifestaron los profesores de ciencias acerca de su trabajo de enseñanza, si bien es un producto personal e individual, también es histórico y social. Las ideas de los profesores son entonces el resultado de construcciones sociales e históricas puesto que en ellas se hacen presentes huellas de acciones provenientes de otros momentos y ámbitos socioculturales particulares. Así, las acciones e ideas de cada profesor dialogan con estas huellas; lo cual imprime de sentidos y significados a dichas ideas y acciones.

El aula de ciencias: un espacio en continua construcción.

La enseñanza de las ciencias es una práctica de naturaleza social realizada por sujetos particulares en contextos también particulares que se caracteriza por ser intrincada, histórica y situada. Dado que lo cotidiano de la vida escolar no define el alcance o delimitación de dicha práctica (Rockwell, 2003), considero el aula² como uno de los espacios donde ésta se materializa.

Es en el aula donde profesor y alumnos interactúan en conjunto en la co-construcción de contenidos científicos escolares particulares. Parte de la experiencia escolar (Rockwell, 2003) se configura en el aula puesto que ésta última llega a constituirse como un mundo cotidiano cargado de significado, acciones y rutinas familiares. Por ello, el aula adquiere el carácter de ser un sistema complejo y dinámico de actividad propiamente humana, cuya naturaleza antecede a nuestra inclusión a ella. Así, lo que en el aula ocurre es parte de la experiencia cultural, de esa experiencia escolar cotidiana, hecho que le confiere ser una realidad social.

Dentro del aula se construyen y constituyen maneras compartidas de actuar, interactuar y comprender. En ella se crean, además, patrones de acción que de alguna

² En este trabajo empleo *aula* como sinónimo de “salón de clase” o “aula de clase” (cuyo significado, según el Diccionario de la Lengua Española, es: *Sala donde se celebran las clases en los centros docentes*).

manera promueven cierta estabilidad a lo que ocurre y sucede en ella. El concepto de aula va más allá de un espacio físico temporal. En este espacio confluyen distintos aspectos que hacen que el aula adquiera sentido propio, así como también sentido para profesores y alumnos. Con en esta mirada, es posible caracterizar el aula como:

“contexto o sistema conformado por un conjunto de elementos –los alumnos, los profesores, los contenidos, las actividades de enseñanza, los materiales de que se dispone, las prácticas e instrumentos de evaluación, etc.– que se relacionan e interactúan entre sí, originando complejos intercambios y transacciones responsables del aprendizaje, objetivo último que se persigue” (Coll y Solé, 2001: 361).

Desde esta conceptualización se apuntala a considerar el aula como un contexto que se construye conjuntamente entre los elementos físicos y las actividades en las que se implican los sujetos que en él se mueven; en cierto sentido como un espacio en continua construcción (Nespor, 2002). Ello invita a tomar conciencia de la complejidad del aula y considerar que lo que en ella ocurre incide tanto en el proceso de enseñanza como en el de aprendizaje. Lo que en el aula sucede no sólo se debe a las relaciones e interacciones entre los distintos elementos que la conforman; en cierto sentido su dinámica está marcada y configurada por las coordenadas de lo escolar y por decisiones que vienen de fuera de la escuela, como lo son las disposiciones pedagógicas oficiales (Coll y Solé, 2001).

A partir de esta mirada se busca comprender, más que evaluar, qué, cómo y en qué condiciones los profesores de ciencias promueven la investigación en un contexto específico y particular como es el aula. Así pues, se hace necesario considerar que la investigación que ocurre en el aula de clase obedece a determinantes tanto de carácter formal –ideológicos o institucionales, curriculares u organizativos y metodológicos, que tienen que ver con las estrategias de enseñanza– así como determinantes de carácter informal –pensamiento y experiencia del profesor y de los alumnos, condiciones materiales, medios con los que cuenta, etc.– y también a variables y factores que determinan la participación de los alumnos en dicha práctica.

Para Colomina, Onrubia y Rochera (2001), el aula de clase es un sistema dinámico y cambiante en el que profesor y alumnos se ven implicados, de manera conjunta y a través de intercambios comunicativos, en el abordaje de actividades escolares. El resultado de lo que se pretende con estas actividades ocurre de forma gradual a través del tiempo y a veces puede ser no observable. Las decisiones

tomadas para planear y ejecutar estas actividades son también inaccesibles a simple vista. Estos fenómenos, por un lado, ocurren como parte de complejos eventos ocurridos en determinadas secuencias de tiempo y de espacio y, por el otro, se ubican en escalas de tiempo bastante diversas (Nespor, 1994).

Por lo tanto, indagar el aula de clase implica reconocer y reflexionar sobre su historicidad, multidimensionalidad, simultaneidad, inmediatez e imprevisibilidad que se manifiestan y presentan durante el desarrollo de las actividades científicas escolares y en los sucesos que ocurren dentro de ella (Doyle, 1986, citado en Coll y Solé, 2001:362). Son estas características del aula las que orientan y determinan las actuaciones de profesores y alumnos en la realización de actividades relacionadas con la práctica de la investigación científica escolar. Desde esta mirada, el foco de atención es la co-construcción que profesores y alumnos hacen de las actividades que giran alrededor de un contenido científico escolar. En el caso de la presente tesis, el foco de atención está en la forma en que profesores y alumnos configuran actividades relacionadas con la investigación sobre un tópico. Así como también las condiciones materiales que hacen que se configuren estas actividades y no otras.

Por otro lado, diversos autores atribuyen un papel destacado a los procesos comunicativos y conversacionales que en el aula se suscitan (Candela, 1999; Cazden, 1991; Edwards y Mercer, 1987; Lemke, 1997). El lenguaje y sus distintas manifestaciones se miran como una herramienta comunicativa que profesores y alumnos utilizan para interactuar y participar alrededor de una actividad científica escolar. Al mismo tiempo, este lenguaje compartido permite que profesores y alumnos construyan y comuniquen significados respecto a los contenidos científicos escolares. Para Edwards y Mercer, (1987) las pautas y actos comunicativos que se generan en el aula no son definidas únicamente por el estilo personal de profesores y alumnos, están influidas por ciertas tradiciones escolares. El lenguaje en el salón de clases se considera como un modo social de acción, de pensamiento y de comunicación; es, de acuerdo con Edwards y Mercer (1987), el instrumento a través del cual se ejerce la influencia educativa.

Los procesos que ocurren al interior del aula son procesos eminentemente interactivos y comunicativos. En estos procesos profesores y alumnos se ven implicados en la construcción y reconstrucción de sistemas de significados articulados a contenidos específicos (Mortimer & Scott, 2003). El desarrollo de esta construcción es posible por la confluencia y articulación de diversas influencias educativas, como la

interacción que el profesor mantiene con los alumnos ó aquellas interacciones que los alumnos mantienen entre sí. Estas influencias educativas se ejercen por el uso que profesores y alumnos hacen del lenguaje.

Así pues, las acciones e interacciones que se dan entre profesor y alumnos al interior del aula, son constituidas en y a través del discurso (Candela, 1991, 1999). De esta manera, el contexto del aula se construye a partir de la interacción y relación social entre profesor y alumnos: por la situación generada por sus participaciones, por las actividades curriculares propuestas y por la reconstrucción de estas, por la organización grupal y además, por las expectativas de la propia institución de la que forma parte (Candela, 1999; Cazden, 1991). En este sentido se puede apuntalar que en el aula de ciencias se genera una dinámica interactiva y relacional entre profesores y alumnos en la construcción del conocimiento científico escolar. Esta dinámica, siguiendo a Colomina, Onrubia y Rochera (2001:444-447):

- Resalta la articulación e interrelación de las actuaciones del profesor y de los alumnos en una situación concreta de enseñanza y aprendizaje.
- Se refiere a las actuaciones interrelacionadas de los participantes en torno a un contenido específico o a una determinada tarea de aprendizaje.
- Otorga una relevancia fundamental a la dimensión temporal de los procesos de enseñanza y aprendizaje.
- Incluye tanto los intercambios comunicativos cara-a-cara entre profesor y alumnos como el conjunto más amplio de actuaciones de uno u otro que pese a su apariencia individual, toman en realidad su significado en el marco más amplio de la actividad conjunta.
- Las actuaciones interrelacionadas de los participantes en torno a una tarea o contenido de aprendizaje se construyen a medida que se desarrolla el proceso mismo de enseñanza y aprendizaje.
- La interactividad se regula de acuerdo con un conjunto de normas y reglas que determinan en cada momento quién puede decir o hacer algo, cuándo, cómo, sobre qué y respecto a quién, es decir, que determinan la estructura de participación.

Desde esta mirada se puede considerar la investigación que se configura en el aula de ciencias como una práctica y proceso de naturaleza eminentemente social, cultural y comunicativa. El papel del profesor radica en articular, distribuir y guiar la construcción de significados que realizan los alumnos en torno a determinadas actividades. El acto de enseñar ciencias es una actividad humana cuya razón de ser radica en la intención deliberada de ayudar a otros a aprender: a apropiarse de ideas, habilidades,

procedimientos, actitudes, valores, etcétera, relacionados con el mundo de las ciencias naturales (Guerra y Jiménez, 2011).

Lo anterior da razón, tal como lo argumenta Chartier (2004), a que en medio de los dogmatismos y normatividades oficiales que le se imponen, el profesor es un sujeto actuante en su cotidianeidad más próxima, que es el aula. En esta actuación se ven inmiscuidos procesos de reflexión que parten del reconocimiento de las necesidades propias y exigencias que le demanda este espacio donde lleva a cabo su actividad cotidiana (Schön, 1998). En esta actuación ocurren procesos de construcción de conocimiento pedagógico que implica una teorización sobre el objeto de enseñar ciencias. Consecuencia de ello es que dicho saber guía y orienta su actuar cotidiano; le permite afrontar y resolver demandas y exigencias sociales de sus alumnos, institucionales, entre otras (Mercado, 2002).

Bajo los supuestos anteriores, es posible caracterizar las aulas de ciencias como espacios en continua construcción. En estos espacios los profesores y alumnos construyen y reconstruyen las experiencias de la vida cotidiana escolar. Las acciones e interacciones que se configuran al interior de las aulas de ciencias son construidas de manera simultánea en y a través de actos comunicativos. Así concebida, el aula de ciencias se vuelve un espacio importante para promover actividades escolares relacionadas con la investigación (Jiménez, 2003).

El trabajo por proyectos como espacio de actividad científica escolar.

En los últimos años, en la didáctica de las ciencias se viene sosteniendo que éstas son el resultado de una actividad humana compleja donde se produce y se usa el conocimiento. Partiendo de ello, se considera que la enseñanza de las ciencias en situación escolar no puede serlo menos; también debe concebirse como una actividad (Izquierdo, 2000).

La enseñanza debe permitir, por ejemplo, que los alumnos observen el mundo natural y con ello generen evidencias, que planteen preguntas significativas, que diseñen formas de evaluar resultados, identificar datos anómalos, comunicar ideas, producir argumentos, planificar acciones para abordar un problema o fenómeno, trabajar en equipo, diseñar y construir dispositivos e instrumentos, buscar información, etc. Estas, y otras actividades, son parte de la actividad científica y también han de serlo de la actividad que se desarrolla en el contexto escolar. Sin embargo al recrear

en las escuelas la actividad científica hay que tener presente que lo que hacen profesores y alumnos se encuentra inmerso en una dimensión cultural que hace que los sentidos y significados atribuidos a estas actividades sean diferentes a los de los científicos.

Las actividades científicas que realizan los científicos, y que les permiten producir, evaluar y comunicar el conocimiento, tienen sentido para ellos porque están insertas en una *dimensión cultural* Elkana (1983) que es intrínseca e inherente a dicha actividad. Esta dimensión permite que los científicos atribuyan significados, valores, sentidos y entendimientos a lo que hacen cotidianamente; es decir, hace que dicha actividad –y su contexto más próximo– sea inteligible y valiosa para ellos.

Al igual que los espacios de trabajo de los científicos –academias, laboratorios, institutos, etc.– las escuelas son ámbitos en los que, y a través de una trasposición didáctica (Chevallard, 1997), se realiza una genuina actividad científica. Las escuelas pueden ser concebidas entonces como ámbitos en los que profesores y alumnos participan en actividades científicas escolares de creación, aplicación, evaluación y difusión que permiten la construcción social de conocimientos científicos escolares. Estas actividades están atravesadas por la trama de relaciones y condiciones materiales que conforman la dimensión cultural de la escuela (Rockwell, 1997).

La enseñanza de las ciencias no ha de limitarse ni centrarse exclusivamente en la transmisión de los conceptos, marcos teóricos y modelos científicos. El mayor reto para la enseñanza de las ciencias es que los alumnos se involucren en una *actividad científica escolar*, con sus propias características, metas y campo de aplicaciones (Izquierdo, Sanmartí y Espinet; 1999). Una de las formas más usuales de generar un contexto de actividad científica escolar es mediante el desarrollo de trabajos prácticos.

El papel del trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias ha sido extensamente abordado (Barberá y Valdés, 1996; Caamaño, 2003; del Carmen, 2000; Lunetta et al., 2007). En la didáctica de las ciencias se ha sostenido, de manera general, que estos trabajos ofrecen experiencias de aprendizaje que no están disponibles en otras áreas escolares y que, a través de ellos, los estudiantes tienen la valiosa oportunidad de comprender conceptos científicos, desarrollar habilidades y destrezas científicas, interesarse y motivarse por el conocimiento científico y acercarse y comprender aspectos de la naturaleza de la ciencia.

Algunos autores han clasificado los trabajos prácticos en función de distintos criterios, finalidades, tipo de apertura, según el modelo didáctico, etc. (Caamaño, 2003;

Díaz y Jiménez, 1999; Sanmartí, 2002). Sin embargo, los tipos de trabajos prácticos que más se destacan para la enseñanza de las ciencias son experiencias, ejercicios prácticos, experimentos e investigaciones. Si bien cada uno de estos tipos de trabajo tiene su importancia y valor para la enseñanza de las ciencias; en esta tesis –y en el marco de una visión situada del aprendizaje (Brown, Collins and Duguid, 1989)– las investigaciones ofrecen a los estudiantes la oportunidad de trabajar como los científicos en la construcción del conocimiento científico escolar.

De acuerdo con Caamaño (2003), los trabajos de tipo investigativo son defendidos por partidarios de una enseñanza atomística –quienes consideran que deben ser realizados después de haber adquirido ciertos conocimientos y habilidades simples– y por partidarios de una enseñanza holística –quienes los consideran como actividad central y principal–. Sin embargo, como señala Caamaño (2003), sea cual fuere su lugar en la enseñanza, los trabajos de investigación en el aula de ciencias aluden a un conjunto de actividades didácticas dirigidas a la resolución de un problema teórico o de carácter práctico.

Los trabajos de tipo investigativo implican la articulación de una variedad de actividades de investigación escolar. Estas actividades pueden considerarse como “híbridos atribuidos a la cultura de la ciencia pero pertenecientes a la de la escuela” (Reigosa y Jiménez, 2000: 276), es decir, tienen un valor intrínsecamente formativo. A través de ellas se demanda a los estudiantes algún tipo de actividad física o mental con el fin de que se apropien de dominios relacionados con las ciencias –conceptos, habilidades, destrezas, actitudes–. Pueden ser desde muy estructuradas y dirigidas por los profesores, hasta aquellas abiertas y orientadas por los intereses de los alumnos (Bell, Smetana y Binns; 2005).

A partir de lo esbozado anteriormente –en esta tesis y para el caso de la enseñanza de las ciencias– concibo el *trabajo por proyectos* (TpP) como la forma de realizar investigaciones en el contexto escolar. Es decir, ubico al TpP dentro de los trabajos de tipo investigativo. Desde una visión situada de la enseñanza, Díaz-Barriga (2006:19) argumenta que en el TpP “se reconoce que el aprendizaje escolar es ante todo un proceso de enculturación mediante el cual los estudiantes se integran de manera gradual en una comunidad o cultura de prácticas sociales”. En este sentido, si desde la didáctica de las ciencias se busca una enseñanza que propicie una genuina actividad científica escolar, el TpP es un espacio privilegiado para ello.

De acuerdo con Díaz-Barriga (2006), el TpP encuentra sus raíces en los planteamientos de John Dewey, quien lo consideraba como una de tantas experiencias educativas que permitirían renovar la enseñanza y aprendizaje de la ciencia. Para la misma autora, en su desarrollo histórico, el TpP ha ido adquiriendo los fundamentos y perspectivas psicológicas y pedagógicas del acto educativo según distintas épocas. Actualmente se nutre de planteamientos cercanos a la perspectiva situada del aprendizaje y no sólo se aplica para el caso de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales, sino también para las ciencias sociales.

Para Perrenoud (2000:4), el TpP en el contexto escolar puede apuntalar a varios objetivos:

1. Lograr la movilización de saberes o procedimientos, es decir, construir competencias.
2. Dejar ver prácticas sociales que incrementan el sentido de los saberes y de los aprendizajes escolares.
3. Descubrir nuevos saberes, nuevos mundos, en una perspectiva de sensibilización o de "motivación".
4. Plantear obstáculos que no pueden ser salvados sino a partir de nuevos aprendizajes, que deben alcanzarse fuera del proyecto.
5. Provocar nuevos aprendizajes en el marco mismo del proyecto.
6. Permitir identificar logros y carencias en una perspectiva de autoevaluación y de evaluación final.
7. Desarrollar la cooperación y la inteligencia colectiva.
8. Ayudar a cada alumno a tomar confianza en sí mismo, a reforzar la identidad personal y colectiva a través de una forma de *empowerment*, de toma de un poder de actor.
9. Desarrollar la autonomía y la capacidad de hacer elecciones y negociarlas.
10. Formar para la concepción y la conducción de proyectos.

Por otro lado, los argumentos de Katz y Chard (2000) también ayudan a entender el TpP como un trabajo de investigación en la enseñanza de las ciencias. De manera general, estos autores definen como proyecto el proceso de investigación de un tema que, en el contexto escolar, vale la pena estudiarse, y que puede ser realizado por un solo estudiante, por un grupo pequeño de estos o por todo el grupo que conforma la clase. En esta línea, Castrillón (2007:118) sostiene que “el objeto de un proyecto radica en un esfuerzo investigativo enfocado en encontrar respuestas para preguntas sobre un tema, hechas por los estudiantes, o el docente, o el docente junto con los estudiantes”. En este sentido, el TpP privilegia una auténtica investigación escolar en la que se implican y participan profesores y alumnos.

Visto así, el TpP conlleva el desarrollo, ejecución y articulación de diversas actividades relacionadas con la creación, aplicación, evaluación y difusión del conocimiento, es decir, guarda ciertos paralelismos con los contextos de actividad científica. En la realización de proyectos, los alumnos tienen oportunidad de involucrarse en operaciones epistémicas –para la construcción y validación del conocimiento– y en operaciones procedimentales y técnicas –para la creación del conocimiento– (Jiménez y Díaz, 2003). Pero también en operaciones sociales –como el trabajo en equipo, la cooperación, la interacción con otros, la regulación (Wenger, 2001)– y en aquellas operaciones que promueven el accionar de valores asociados a la práctica científica (Echeverría, 2002). En conjunto, estas operaciones pueden ser consideradas como características de la actividad científica.

A partir de los puntos anteriores, concibo el TpP no como una simplificación del trabajo que realizan los científicos eruditos, sino como una reelaboración didáctica y formativa que tiene como referente aquel, pero que toma en consideración el contexto escolar y las finalidades más amplias de la alfabetización científica: promover que las nuevas generaciones se apropien de una manera racional de dar sentido al mundo natural y de relacionarse con él.

Abordaje metodológico

El estudio que se presenta en esta tesis es de carácter cualitativo (Dorio, Sabariego y Massot, 2004; Erickson 1989,1998). Como recordaremos, el estudio tiene dos propósitos: 1) describir y comprender, desde la perspectiva de los profesores, cómo en el aula de ciencias se configura la práctica de la investigación en la realización de una concreta y particular experiencia de proyecto. 2) Explorar y describir las ideas que los profesores de ciencias han desarrollado en torno a la investigación y el TpP, y que permiten entender lo observado en el aula, así como también imprimirle sentido y significado.

En las siguientes secciones describo la estrategia metodológica que orientó el estudio con el fin de alcanzar los propósitos planteados. En la primera sección describo en qué consistió el trabajo de campo: la selección de los profesores que participaron en el estudio y algunas de sus características, así como la forma en que se aplicaron determinados instrumentos para la obtención de un corpus de datos. En la segunda

sección describo el procedimiento seguido para analizar los datos obtenidos en el trabajo de campo y, finalmente en la tercera sección, muestro la notación usada en la presentación de algunos los datos empíricos empleados en el proceso analítico.

El trabajo de campo.

La escuela en donde realicé el trabajo de campo es una secundaria general³ localizada en la Delegación Coyoacán, al sur de la Ciudad de México. Fueron tres los criterios para seleccionar esta secundaria: su ubicación y su factible acceso, la facilidad brindada por los directivos para realizar el trabajo de campo y la disponibilidad de los profesores para participar en el estudio. Estos criterios dan razón a lo señalado por Erickson (1986), para quien el trabajo de campo es un proceso deliberado e influenciado por las condiciones del mismo.

Al momento de realizar el trabajo de campo, la escuela secundaria atendía dos turnos, el matutino y el vespertino; y en ella operaban cinco grupos por grado en cada uno de ellos. Fue en el turno matutino en el que se desarrolló todo el trabajo de campo. En esta escuela secundaria laboraban, entre otros, cinco profesores que tenían a su cargo alguna de las asignaturas de ciencias naturales de acuerdo con el Plan de estudios 2006 (SEP, 2006). En esta secundaria realicé el trabajo de campo en dos momentos: el primero a finales del ciclo escolar 2010-2011 –mayo y junio– y el segundo a principios del ciclo escolar 2011-2012 –de septiembre a noviembre–.

El primer momento del trabajo de campo permitió un acercamiento con los directivos para explicar mis objetivos y tema de investigación e interés. Posteriormente, hablé grupalmente con los cinco profesores de ciencias para exponerles el propósito del estudio y la forma en que éste se llevaría a cabo. En esta exposición, les señalé que se trataba de una invitación a participar en el estudio más que algo obligatorio o normativo. Al final, aceptaron participar tres profesores, cuyas características generales las presento en la tabla 1.1.

³ En México el nivel de educación secundaria se divide en tres modalidades: secundaria general, secundaria técnica y telesecundaria, las cuales atienden, regularmente a alumnos de entre 12 y 15 años de edad, aproximadamente.

Tabla 1.1 Características generales de los profesores que participan en el estudio

Profesor*	Materia(s) que imparte	Experiencia docente	Formación académica	Grupos a cargo
Fabián	Ciencias 2	4 años	Licenciado en educación básica (secundaria) con especialidad de Biología.	2º A 2º B 2º C
Irma	Ciencias 2 y Ciencias 3	4 años	Licenciada en educación básica (secundaria) con especialidad de Química.	2º D 3º C 3º E
Gabriela	Ciencias 3	32 años	Química farmacobióloga/ profesora normalista	2º E 3º A 3º B 3º D

* El nombre de profesor fue cambiado para conservar y respetar su anonimato.

Fuente: elaboración propia

Durante el primer momento del trabajo de campo, y de manera individual, apliqué a los profesores Fabián, Irma y Gabriela una entrevista inicial a profundidad y semi-estructurada (Taylor y Bogdan, 1992). Bajo la idea de un escenario de relevancia pedagógica y situada, las preguntas de la guía de entrevista giraron alrededor del *trabajo por proyectos* y su realización en el aula de ciencias.⁴ El objetivo fue proveer a los profesores de un contexto que los estimulara a expresar sus ideas, opiniones y actitudes para identificar sus percepciones sobre aspectos específicos (Tabla 1.2).

Tabla 1.2 Aspectos explorados en la entrevista inicial

- Trayectoria académica de los profesores
- Requerimientos de formación de los profesores.
- Reacciones del profesor ante la reforma a la educación secundaria (particularmente en el área de ciencias)
- Reacciones del profesor ante el "trabajo por proyectos"
- La opinión del profesor sobre los libros de texto
- La realización de trabajos por proyectos en la práctica escolar
- Experiencias significativas relacionadas con la enseñanza de las ciencias

Fuente: elaboración propia

⁴ Inicialmente, la guía de entrevista fue piloteada con tres profesores de ciencias de distintas secundarias. Este pilotaje tuvo como propósito validar la inteligibilidad y pertinencia de las preguntas y la información obtenida a través de ellas, así como también dar cuenta del tiempo promedio para su realización. El análisis de los resultados de este pilotaje permitió hacer ajustes a algunas de las preguntas de la guía de entrevista, e incluso eliminar varias de ellas. Posteriormente se elaboró una segunda versión de la guía de entrevista la cual, finalmente, fue aplicada a los profesores Fabián, Irma y Gabriela.

Las entrevistas se condujeron en algunos espacios de la propia escuela, tales como la sala de maestros o el laboratorio escolar. El día, hora y espacio en que se realizó la entrevista fueron tratados y acordados directamente con cada profesor. Su duración fluctuó entre 40 y 50 minutos, fueron audiograbadas y posteriormente transcritas.

En el segundo momento del trabajo de campo observé a los profesores, de manera no participante (Postic y Ketele, 1988), realizando un proyecto en uno de los grupos a los que impartían clase.⁵ La elección del grupo corrió por cuenta de cada profesor; es probable que hayan elegido ese grupo con el propósito de presentar una especie de "grupo modelo" en el que se desempeñaban armoniosamente. Los profesores no recibieron ningún tipo de entrenamiento especial ni se les hicieron sugerencias para realizar el proyecto. En la tabla 1.3 presento el o los grupos en donde observé a cada profesor durante cierto número de sesiones, el trabajo por proyecto realizado y el libro de texto que empleaban al momento del trabajo de campo.

Tabla 1.3 Rasgos generales de la observación del proyecto para cada profesor

Profesor	Grupo observado	Proyecto realizado (de acuerdo con SEP, 2006)	Libro de texto	Sesiones observadas*
Fabián	2º A (38 alumnos)	¿Cómo se propagan y previenen los terremotos?	Cuervo, Alfonso (2009)	6
Irma	2º D (34 alumnos)	¿Cómo se propagan y previenen los terremotos?	Cuervo, Alfonso (2009)	4
	3º E (37 alumnos)	¿Qué hacer para reutilizar el agua?	Chamizo, José (2008)	6
Gabriela	3º D (38 alumnos)	¿Quién es el delincuente?	Chamizo, José (2008)	4

* Estas sesiones fueron señaladas por los profesores como aquellas en las que realizarían una actividad relacionada con la realización del proyecto.

Fuente: elaboración propia

En la observación de las sesiones de clase elaboré notas de campo, las cuales permitieron rescatar aspectos relevantes sobre las acciones de los profesores durante la realización del proyecto, así como también de algunos hechos ocurridos en el aula. Con ello fue posible elaborar, posteriormente, registros de observación en los que

⁵ Previo a estas observaciones de clase, observé a los profesores en ciertas sesiones donde abordaron algunos de los contenidos curriculares de sus respectivas asignaturas. Estas observaciones previas tuvieron el objetivo de familiarizarme con el grupo y su dinámica, así como con el trabajo de cada profesor. Esto con el propósito de que en las sesiones de observación clave –las de realización del proyecto– los profesores y sus alumnos actuaran con "mayor naturalidad" frente a la presencia de un extraño.

intenté recrear el contexto de las condiciones de la práctica de los profesores así como lo ocurrido en la sesión de clase.

Durante las sesiones observadas audiograbé la voz de los profesores mediante una grabadora digital y un micrófono de solapa; instrumentos que los profesores, con consentimiento, portaron durante la sesión. Estos audios permitieron recuperar los intercambios comunicativos del profesor ya sea con todo el grupo, con algunos equipos de trabajo o con ciertos alumnos. El número de sesiones audiograbadas correspondió con el número de sesiones observadas y la duración de las mismas varió de un profesor a otro. Estos audios fueron transcritos respetando el turno de habla del profesor y de los alumnos.

Posterior a la observación de alguna de las sesiones, o de varias de ellas, apliqué una segunda entrevista con el fin de ahondar más en los sucesos y acciones que me llamaron la atención de lo observado y que se relacionaban con la realización del proyecto. Estas entrevistas tuvieron más el sentido y carácter de conversaciones y charlas, pero siempre referidas y orientadas por lo que había sucedido en la clase. También fueron audiograbadas y transcritas pero, a diferencia de las entrevistas iniciales, su duración fue variable según el profesor; se dieron en la misma clase, durante el traslado de un salón a otro, durante las horas que los profesores no estaban frente a grupo ó incluso durante el receso. Estas entrevistas me permitieron conocer las inquietudes, intereses y demandas de los profesores respecto al trabajo escolar, así como aspectos de su práctica que se vinculaban con otros espacios de su historia personal y familiar así como con experiencias en su formación profesional.

Así pues, la transcripción de las entrevistas iniciales, los registros de observación, la transcripción del discurso del profesor y la de las entrevistas posteriores a las observaciones, constituyen el material empírico del estudio. Este material fue complementado con documentos de diversa índole obtenidos durante las observaciones –ejercicios de los alumnos, materiales de los propios profesores, la referencia a algunas fuentes de información o páginas de internet, etc.–. En la tabla 1.4 condense el corpus de los datos empíricos recolectados en el trabajo de campo.

El trabajo de campo me dio la posibilidad de identificar condiciones materiales en las que los profesores desarrollan su práctica. Por ejemplo, logré identificar cómo se relacionan con sus alumnos, las formas en que los organizan para realizar algún trabajo, las diversas actividades pedagógicas que realizan, el uso que hacen del libro de texto y otros materiales –como los de laboratorio o de cómputo–, los espacios

físicos en donde trabajan –salón de clase, laboratorio, salón de cómputo–, así como el tiempo del que disponen y algunas actividades que institucionalmente se les demanda cubrir –como activación física, trabajo colegiado, trabajo con padres de familia, etc.–.

Tabla 1.4 Datos empíricos construidos en el trabajo de campo

Fuente de datos	Información	Soporte	No.
Entrevistas iniciales	Acercamiento inicial sobre qué piensa del trabajo por proyectos, cómo lo trabaja, los retos que enfrenta, etc.	Audiograbaciones Transcripción	3
Observaciones de clase	Actividades para realizar un proyecto: condiciones materiales, interacciones, etc.	Notas de campo Registros ampliados	20
Grabación de aula	Intercambios comunicativos en el aula	Audiograbaciones Transcripción	20
Entrevistas posteriores	Sentido y significados de algunos aspectos observados	Notas de campo Transcripción	9
Materiales	Materiales de trabajo en el aula	Físico, digital, etc.	

Fuente: elaboración propia

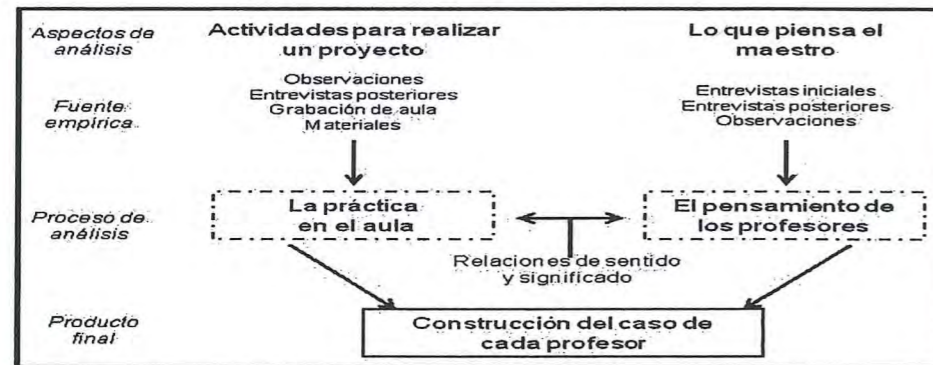
El proceso de análisis.

Un estudio de carácter cualitativo, como señalan Miles y Huberman (1994), implica una trayectoria de reducción y transformación de información; es un proceso que conlleva constantemente una toma de decisiones. El procedimiento analítico realizado en el estudio que se reporta en esta tesis inició con una extensa, profunda y constante exploración de varias formas de abordar y presentar los datos. Este procedimiento no fue lineal; siguió una trayectoria discontinua de elaboración y reelaboración analítica y reflexiva, de avances y retrocesos. Esto permitió determinar y construir una forma de proceder para extraer y obtener significados plausibles con procedimientos analíticos pertinentes y comunicables.

En este sentido, la figura 1.1 representa, de manera general, el modelo de análisis construido para la presente investigación. En esta figura se pueden observar las interrelaciones entre los aspectos de análisis, las fuentes de donde provienen los datos empíricos, el señalamiento de los procesos de análisis y los productos finales. Como muestra la figura, el análisis general condujo a dos tipos de análisis –señalados en los recuadros de línea punteada–, los cuales fueron aplicados a cada uno de los profesores que participan en el estudio. Cada uno de estos procesos analíticos implicó

maneras de proceder distintas, el empleo y cruce de ciertas fuentes de datos y la consideración de aspectos particulares y de interés para el presente trabajo de tesis. Estos procesos de análisis, al estar relacionados entre sí de manera articulada, permitieron construir todo un caso de estudio –recuadro de línea continua–.

Figura 1.1 Modelo general de análisis



Fuente: elaboración propia

A continuación describo en qué consistieron los procesos de análisis señalados en la figura 1.1, y que fueron aplicados a los referentes empíricos de cada uno de los profesores que participaron en el estudio:

1) *El análisis de la práctica en el aula.* Busca describir el proceso particular que siguió la realización del proyecto en el aula de ciencias y, a partir de esta experiencia concreta, comprender lo ocurrido desde la perspectiva del profesor. Se trata de describir las actividades que llevaron a cabo los profesores para desarrollar este tipo de trabajos prácticos; qué características tienen, cómo se configuran, qué papel juega el alumno, etc.

Inicialmente –y a partir de los registros de observación y de la transcripción del discurso del profesor– elaboré una descripción general para cada una de las sesiones de clase observadas. Esta descripción general permitió identificar diferentes momentos que variaron en el orden, que hicieron referencia a diferentes temas o que pusieron énfasis en ciertos aspectos o tópicos relacionados con los contenidos curriculares; estos momentos fueron considerados como *episodios*. En este sentido, por episodio entiendo las acciones parciales delimitadas por alguna temática particular que, de manera articulada, integran y forman una clase de ciencias.

Posteriormente seleccioné los episodios en los que se identificaron actividades y tareas relacionadas con la realización del proyecto y, finalmente, fueron descritos

ampliamente para un análisis cualitativo detallado. Los episodios seleccionados variaron de un profesor a otro. A la descripción ampliada de los episodios de clase seleccionados incorporé datos de otras fuentes empíricas, tales como la transcripción del discurso del profesor en el aula, fragmentos de entrevistas posteriores y, según el caso, algunos materiales o documentos de trabajo.

El análisis de las entrevistas posteriores consistió en identificar el sentido que los profesores atribuyeron, explícitamente, a algunas de las acciones observadas en los episodios seleccionados. Las unidades de análisis fueron oraciones o grupos de oraciones de las transcripciones de las entrevistas. Es importante señalar que la transcripción del discurso del profesor no fue sometida a un análisis del discurso exhaustivo como tal, sino más bien permitió aportar información al trabajo descriptivo de los episodios.

2) *El análisis del pensamiento de los profesores.* Este proceso de análisis busca dar cuenta del conjunto de ideas relacionadas con la investigación, y los aspectos pedagógicos asociados a ella, que tienen y han desarrollado cada uno de los profesores a partir de sus experiencias individuales y colectivas, dentro y fuera del contexto escolar; ideas que permiten dar sentido a lo observado en el aula de clase. De acuerdo con la perspectiva teórica-conceptual, estas ideas pueden entenderse como formas retóricas que desarrollan los profesores en condiciones sociales concretas; a su vez, permiten estabilizar y dar significado y cierta coherencia a su experiencia como sujetos enteros. En este sentido, no me interesa evaluar y comparar las ideas de los profesores con enfoques –filosóficos epistemológicos o psicológicos– sobre la ciencia y su enseñanza y aprendizaje.

Los datos de este análisis provienen principalmente de las transcripciones de las entrevistas iniciales y posteriores a las sesiones de clase observadas de cada uno de los profesores participantes. Con el fin de describir el rango de respuestas, el análisis de las transcripciones se basó en una aproximación ideográfica-descriptiva, es decir, se obtuvieron rasgos y atributos cualitativos derivados de las mismas respuestas aportadas por los profesores.

Inicialmente, identifiqué en las transcripciones de las entrevistas oraciones relevantes que dieran cuenta de las posibles ideas de cada uno de los profesores. Estas ideas fueron caracterizadas a partir de los rasgos más sobresalientes de las propias expresiones de los profesores. Debido a la cantidad de información que se

debía procesar, no fue necesario recurrir a algún tipo de software especializado en el análisis de datos cualitativos.

Posteriormente un segundo analista involucrado en este estudio revisó la caracterización de las ideas iniciales en conjunto con las transcripciones de entrevista. Esto permitió identificar coincidencias y discrepancias entre ambos analistas y, a su vez, someter las ideas identificadas a un proceso cíclico de reelaboración y reflexión, con el cual se refinaron y definieron progresivamente. Cuando se presentaron discrepancias, ambos analistas discutieron las diferencias y llegaron a consensos en la mayoría de los casos. Finalmente las ideas de cada uno de los profesores fueron descritas detalladamente. En esta descripción busqué establecer, para cada profesor, relaciones de sentido y significado entre las acciones observadas en los episodios de clase seleccionados y las ideas expresadas e identificadas en las entrevistas.

Tal como se muestra en la figura 1.1, los dos procesos de análisis anteriores permitieron construir, como producto final, el caso de cada uno de los profesores. Esta construcción es congruente con la postura sociocultural y situada asumida en el presente estudio. De acuerdo con lo planteado por Stake (1999), a través de la construcción de cada uno de los casos busqué recuperar la particularidad de cada profesor, tanto de su experiencia de realizar un proyecto en el aula como de sus ideas y rasgos atribuidos.

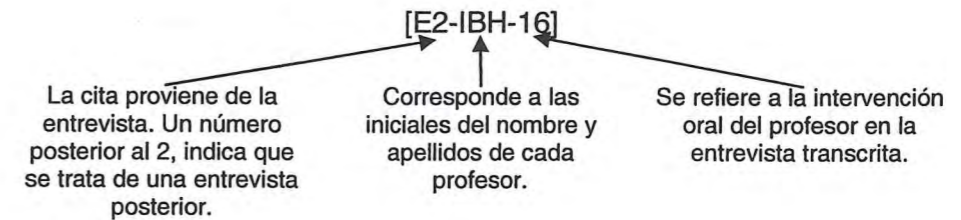
La construcción de cada caso implicó la redacción de lo que Rockwell (2009:72) llama "descripciones analíticas". Esta redacción consistió en una rica y densa descripción narrativa de carácter cualitativa que se concretó en textos que relataron eventos y evocaron imágenes y situaciones particulares a cada profesor. Estas descripciones fueron enriquecidas con ciertos referentes teórico-conceptuales, los cuales permitieron el análisis de lo descrito. De manera anticipada, cada caso descriptivo muestra experiencias e ideas diferentes y particulares a cada contexto e historia según el profesor; cualitativamente se puede decir que hay experiencias e ideas más elaboradas que otras.

Notación utilizada en la presentación de los datos.

La presentación de los resultados del análisis en cada uno de los procesos descritos anteriormente (ver figura 1.1) incluyó una selección de información proveniente de las

fuentes de datos. Para mostrar esta información en la presentación analítica fue necesario emplear una notación, la cual describo a continuación.

Para diferenciar del resto del texto las expresiones de los profesores provenientes de las transcripciones de las entrevistas –iniciales o posteriores–, estas aparecen como un solo párrafo y con márgenes más amplios que el texto principal. Cada cita termina con una etiqueta entre corchetes que proporciona información correspondiente al origen de la misma. A continuación muestro un ejemplo de etiqueta:



Para presentar las citas de entrevista fue necesario emplear algunas siglas o signos que, al tener un sentido particular, ayudaron a comprender mejor las expresiones de los profesores. Esta notación fue la siguiente:

Paréntesis	()	Agregan información que complementa la intervención del profesor o para añadir algunos datos que ayuden a entender mejor la situación o intervención
Puntos suspensivos	...	Indican que la intervención del profesor continúa y sólo se retoman unos contenidos de ella.
Comillas	“ ”	Indican que el profesor, al hablar, estaba citando a otra persona a hablar o que, hipotéticamente, aludía a una conversación con otros.

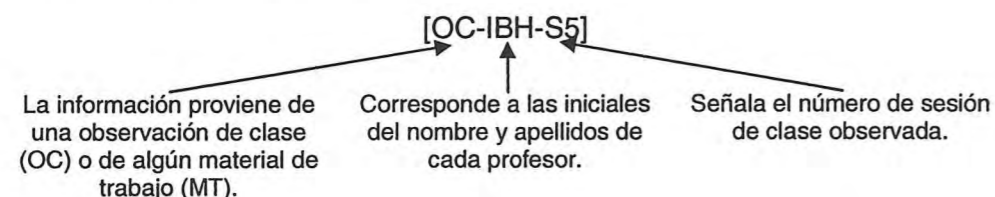
Por otro lado, para diferenciar los intercambios comunicativos entre el profesor y sus alumnos del resto del texto, estos también aparecen como un solo párrafo y con márgenes más amplios que el texto principal. Cada cita de este tipo termina con una etiqueta entre corchetes que proporciona información correspondiente a su origen. A continuación muestro un ejemplo de etiqueta:



Para ayudar a comprender de mejor forma los intercambios comunicativos en el aula de clase, fue necesario emplear cierta notación para la presentación de los mismos. Esta notación fue la siguiente:

Mo	Indica que habla el maestro
Ma	Indica que habla la maestra
Ao	Indica que habla un alumno
Aa	Indica que habla una alumna
As:	Más de dos alumnos o alumnas hablan al mismo tiempo
Op	Otra persona interviene en el intercambio comunicativo
NE	El diálogo o audio es inaudible
Palabras en <i>cursiva</i>	Señalan algo relevante desde el punto de vista del análisis
Palabras entre paréntesis ()	Agregan información relacionada con los intercambios comunicativos para ayudar a entender mejor la situación o intervención

En los textos descriptivos también se incorporan datos provenientes de las observaciones de clase y de algunos materiales de trabajo proporcionados por los profesores. Para diferenciar la información de estas fuentes del texto narrativo principal, ésta se presenta, en texto aparte, como “figura” y termina con una etiqueta entre corchetes que proporciona información correspondiente a su origen. Un ejemplo de este tipo de etiqueta es el siguiente:



Como se indica en la figura 1.1, los procesos de análisis permitieron la construcción narrativa del caso de cada profesor que participó en el estudio. Los resultados de los procesos de análisis para cada profesor los presento en los capítulos 3, 4 y 5 de esta tesis. El orden de la presentación de los casos se basó en dos criterios a) la lógica en que oficialmente están organizadas las asignaturas impartidas por los maestros (Ciencias II con énfasis en física para segundo grado y Ciencias III con énfasis en química para tercer grado) y b) el orden en que los maestros fueron entrevistados y observados, a saber: Fabián, Irma y Gabriela.

En las prácticas escolares inciden múltiples factores de distinta naturaleza; el currículum es uno de los principales marcos que fundamenta y configura muchas de las acciones que articulan estas prácticas. En el currículum se concretizan una serie de perspectivas y enfoques ideológicos de distinta índole que, en conjunto, expresan un proyecto educativo en sentido general. Siguiendo a Coll (2010: 21) “el currículum es un eslabón que se sitúa entre la declaración de principios generales y su traducción operacional, entre la teoría educativa y la práctica pedagógica, entre la planificación y la acción, entre lo que se prescribe y lo que realmente sucede en las aulas”. El currículum preside las actividades escolares; en cierto modo, precisa las intenciones de las mismas. A su vez proporciona el plan de acción para su ejecución en los espacios escolares. El currículum se disemina a través de documentos y publicaciones que, según los contextos y latitudes particulares, tienen carácter prescriptivo y obligatorio.

La práctica de la investigación que se realiza en clases de ciencias obedece, prioritariamente, a orientaciones y propuestas pedagógicas que son promovidas a través del currículum. Estas propuestas sugieren a profesores y alumnos ciertos recursos, estrategias y formas de llevar a cabo la investigación científica en el aula. Al tratar de comprender la práctica de los profesores de ciencias, es importante conocer y comprender el marco curricular que imprime de sentidos y significados a muchas de las acciones que, junto con sus alumnos, despliegan en los espacios escolares cuando se involucran en actividades auténticas relacionadas con la investigación. Desde la perspectiva adoptada en este trabajo, la acción y el pensamiento de los maestros está, en cierto modo, influido por lo expresado curricularmente; pero a la vez permiten una reelaboración del segundo.

En el presente capítulo me propongo describir y analizar la forma en que se ha incorporado la perspectiva de la investigación en la propuesta curricular para enseñar ciencias, particularmente en educación secundaria. Para cumplir con este propósito, en el primer apartado expongo la manera en que dicha perspectiva se ha plasmado en el particular caso del currículum de ciencias de Estados Unidos; país pionero en introducir

este enfoque como fundamento de la formación científica. Esta primera exposición pretende presentar el caso de una propuesta curricular que es bastante explícita respecto a dicho enfoque.

Debido a que el objeto de estudio de esta tesis se ubica en el marco de la reforma a la educación secundaria mexicana ocurrida en 2006, en el segundo apartado describo cómo y de qué forma se incorporaron aspectos del enfoque de la investigación en la propuesta curricular de trabajo por proyectos (TpP) para la enseñanza de las ciencias. Este apartado busca señalar las expectativas de la propuesta oficial en torno a este tipo de trabajos.

Finalmente, en un tercer apartado, presento una serie de comentarios y reflexiones en torno a la aproximación, propósitos y principios de las expectativas curriculares para la enseñanza de las ciencias en sus aspectos relacionados con la promoción de la investigación científica.

Es importante señalar que lo largo de este capítulo mantengo una postura crítica frente a la *retórica pedagógica* que subyace en las expectativas curriculares, tanto en la estadounidense como en la de nuestro país. De acuerdo con Guerra (2012), esta retórica refiere al lenguaje persuasivo que es utilizado en los documentos que configuran las propuestas curriculares, a través del cual se describe y esboza una visión idealizada de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias en situación escolar. En el caso de la presente tesis, uso esta noción para referir a las ideas, expresiones, señalamientos, etc., empleados en los documentos curriculares en relación con la enseñanza y aprendizaje de las ciencias a través de la investigación. Mi postura frente a esta retórica es que se trata de un discurso poco sensible a las condiciones materiales y contextuales en las que cotidianamente se gestan las prácticas escolares.

La 'investigación' en el currículum de ciencias estadounidense.

El caso más paradigmático de la incorporación y promoción a nivel curricular de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias a través de la investigación (*inquiry*), es el de Estados Unidos; el cual tiene una larga tradición pedagógica que se remonta a inicios del siglo pasado. Al respecto, considero este caso como un ejemplo de retórica pedagógica que es bastante explícita y detallada sobre la aproximación, propósitos y principios de la enseñanza de las ciencias a través de la investigación y que, a su vez,

está marcada por diversas vicisitudes. Este hecho ha permitido que la perspectiva estadounidense presente un considerable desarrollo de investigación teórica y empírica que se manifiesta en distintas materializaciones (p.e libros de divulgación, reportes de investigación de distinta naturaleza, materiales didácticos, propuestas pedagógicas, páginas electrónicas, etc.).

A partir de éste reconocimiento, en este apartado describo y comento las expectativas de la investigación en el currículum de ciencias estadounidense. Es importante señalar que a través de ésta descripción no busco alinearme a dicha perspectiva, sino más bien tomarla como punto de partida y referente para los propósitos de la presente tesis.

Recuento histórico sobre la perspectiva de la investigación.

A comienzos del siglo pasado, John Dewey (filósofo, pedagogo y psicólogo estadounidense) sugirió la enseñanza y aprendizaje de las ciencias a través de la investigación. De acuerdo con Guichot (2003), Dewey cuestionó el centralismo de la educación tradicional en los efectos sobre la experiencia de los sujetos, el carácter estático de sus fines, la concepción de preparación para el futuro, el autoritarismo centrado en los contenidos de enseñanza y la imposición dada al maestro de enseñarlos y la dada al alumno para aprenderlos. En este sentido, para Dewey (1995 [1910]),¹ la escuela daba mayor peso a la acumulación de información científica sobre los hechos naturales que rodean a los alumnos y en menor medida a experiencias educativas centradas en la acción, el pensamiento y la actitud científica.

Desde una visión pragmática,² Dewey (2004) postuló que la auténtica educación se efectúa mediante la experiencia. Para que la experiencia sea educativa, en ella se debe hacer uso de todas las capacidades cognitivas e intelectuales para lograr establecer verdaderas conexiones significativas entre lo que los sujetos hacen y lo que obtienen como conocimiento —o en todo caso, como aprendizaje—. La experiencia es educativa, según el pensamiento de Dewey, en tanto que a partir de las acciones aporta conocimiento; así se aprende haciendo en y por la experiencia.

¹ El texto al que aquí aludo fue una conferencia que Dewey dictó en 1909 en la *Conferencia anual sobre ciencia*, organizada por la American Association for the Advancement of Science y que fue publicado en 1910 en la revista *Science* 31 (787), pp. 121-127. En 1995 el texto fue reproducido por la revista *Science and Education*, versión considerada en éste trabajo.

² Pérez de Tutedela (1990) realiza un análisis minucioso de este movimiento filosófico norteamericano y las diversas perspectivas e implicaciones que tuvo en algunas disciplinas; entre los principales actores están Charles Peirce, William James y John Dewey.

Dewey (1995) propuso que la enseñanza de las ciencias se fundamentara en el quehacer científico. Para él, este quehacer estaba marcado principalmente por el método científico, empleado y seguido por los sujetos que se dedican a hacer ciencia. En este sentido, Dewey propuso que en la enseñanza de las ciencias se considerara el método científico y sus pasos como fundamento para utilizar la investigación como estrategia de enseñanza.

Para Dewey al promover la investigación en el aula, el profesor estaría acercando a los alumnos a la experiencia científica en la que se ponen en juego conocimientos, habilidades y actitudes. Así, los alumnos adquirirían el carácter de sujetos participativos en la experiencia de investigar en la escuela, mientras que el profesor los guía en este hacer. En este marco, Dewey hizo referencia a objetivos de la enseñanza de las ciencias que involucran la adquisición de habilidades de investigación, conocimientos sobre la naturaleza de la ciencia y la comprensión de un tema o contenido curricular en sí mismo (Bybee, 2000).

Para la década de 1960, Joseph Schwab argumentó que la ciencia debía enseñarse básicamente en consonancia con la manera en que operaba la ciencia moderna. Schwab (1966) sostenía que, en la escuela, la ciencia debía abordarse como un conjunto de estructuras conceptuales que se va revisando constantemente con el surgimiento de nuevas pruebas y evidencias. Los planteamientos de Schwab sugirieron que en la enseñanza de la ciencia ésta se presentara como un proceso de investigación (Bybee, 2000) a fin de permitir que los alumnos logren aprender la forma en que se hace ciencia, que para él era investigando sobre el mundo natural.

Para Barrow (2006), el principal aporte de Schwab en el terreno de la enseñanza de las ciencias es su énfasis en el trabajo de laboratorio como estrategia de investigación en el abordaje de un contenido científico. Schwab recomendó a los profesores de ciencias que realizaran primero experiencias de laboratorio en lugar de explicar el tema en el aula; es decir, que los alumnos realizaran primero actividades de laboratorio para que, a partir de las pruebas y explicaciones generadas con ellas, posteriormente el profesor explicara formalmente los principios y conceptos científicos.

Además de utilizar la investigación en el laboratorio para estudiar y abordar los conceptos científicos, Schwab sugería que los alumnos utilizaran y leyeran informes o libros acerca de la investigación científica con el propósito de que en el aula se generaran debates sobre los problemas, la información, el papel de la tecnología, la interpretación de los datos, las conclusiones reflejadas en el trabajo científico, etc. Para

Duschl y Hamilton (1998) esta sugerencia fue llamada por Schwab como "investigación dentro de la investigación".

Contemporáneo a Schwab, y en la misma línea de pensamiento, F. James Rutherford, fundador de la American Association for the Advancement of Science (AAAS), hizo un esfuerzo por reformar la enseñanza de las ciencias en el nivel básico de la educación de los Estados Unidos. Dicho proceso de renovación coincidió con el lanzamiento del Sputnik soviético en 1957; hecho que generó amplios debates en aquel país sobre el papel de la ciencia y la tecnología en su desarrollo político, económico y social (Barrow, 2006). El objetivo principal de esta reforma fue promover la formación científica de amplios sectores de la población con el propósito de propiciar el desarrollo y avance científico y tecnológico.

Rutherford (1964) (citado en Bybee, 2000) planteó la importancia de enseñar ciencias a través de los propios procesos de la ciencia, como lo es la investigación. Para Rutherford enseñar ciencias como un proceso de investigación permitiría que los alumnos tuvieran un acercamiento próximo a la manera en que se genera la ciencia y su producto, el conocimiento científico. Para él, al retomar la investigación como metodología de enseñanza no sólo se abordarían los contenidos curriculares, también se estaría acercando a los estudiantes a contenidos relacionados con la naturaleza de la ciencia en los que convergen aspectos de la historia y de la filosofía de la ciencia.

Bajo esta perspectiva, la propuesta reformista de Rutherford estaba centrada básicamente en aproximar a los alumnos al proceso de elaboración y generación de la ciencia. Para ello, consideraba importante promover en el contexto escolar el desarrollo de investigaciones con el fin de favorecer el aprendizaje de las distintas metodologías del trabajo científico. Para Rutherford el desarrollo de investigaciones era una buena oportunidad para introducir y dar sentido a los conceptos científicos; en especial consideraba idóneo el desarrollo de investigaciones que permitieran a los alumnos experimentar y manipular hechos y fenómenos científicos a fin de que éstos aplicaran y adquirieran los conceptos y las habilidades y destrezas de carácter científico y, a su vez, se motivaran por el mundo de la ciencia.

De acuerdo con Bybee (2000), en 1985 Rutherford promovió el Proyecto 2061; iniciativa de la AAAS para reformar la enseñanza de las ciencias en la educación secundaria de los Estados Unidos. En este Proyecto participaron científicos, matemáticos, ingenieros, físicos, filósofos e historiadores de la ciencia y educadores. El Proyecto 2061 describía lo que los alumnos debían saber y ser capaces de hacer con

relación a la ciencia al finalizar el duodécimo grado escolar. Como proyecto reformista incluía la difusión de materiales didácticos –como libros para el maestro– a través de los cuales se buscaba fomentar la enseñanza de las ciencias a través de la investigación científica.³

En general, el Proyecto 2061 preparó el escenario para que, en 1996, la *National Research Council* (NRC) publicara los *National Science Education Standards* con el propósito de reafirmar la convicción de que la perspectiva de la investigación es fundamental para el logro de la alfabetización científica (NRC 1996). De acuerdo con Collins (1998), los *Standards* fueron elaborados en un contexto sociopolítico particular, implicaron un proceso de debate, de acuerdos y desacuerdos entre varios actores y fuerzas de aquel país puesto que en ellos se establecieron las intenciones educativas respecto a la formación científica.

Nociones en torno a la investigación en el currículo estadounidense

La investigación ha sido un tema destacado en los currículos de ciencias de Estados Unidos que cobró auge desde la época en que se lanzó el Sputnik; hecho que derivó en fuertes replanteamientos sobre el papel de la educación científica en el desarrollo político, económico y social de aquella nación. Desde entonces el tema de la investigación ha persistido, y su relevancia para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias se ha visto materializada en la elaboración de los *National Science Education Standards* (NRC 1996) y posteriormente en el documento titulado *Inquiry and the National Science Education Standards* (NRC, 2000).

A pesar de esta larga tradición pedagógica, para algunos autores (Anderson, 2007; Flick and Lederman, 2004; Martín-Hansen, 2002; Minstrell y Van Zee, 2000) aún no queda clara la conceptualización teórica, y por tanto el significado, de la investigación científica y la forma en que se materializa en los contextos escolares. Sin embargo, de acuerdo con Anderson (2007) y Barrow (2006), lo que parece estar claro es que con el movimiento de la investigación en la educación científica se busca incorporar, al menos, tres aspectos relevantes. El primero de ellos está relacionado con entender y comprender, en el marco de la escuela, la forma en que se construye el

³ Uno de los principales materiales publicados fue el libro titulado *Science for All Americans* publicado en 1991 por Oxford University Press Inc. En nuestro país este libro fue publicado y editado por la SEP en 2008 como *Ciencia: conocimiento para todos*, y el cual forma parte de la colección Reforma Integral de la Educación Básica (Rutherford, 2008)

conocimiento científico. El segundo aspecto busca que la escuela sea un espacio en el que también, y según sus particularidades, se pueda construir, aplicar, evaluar, difundir y valorar ese conocimiento. Un tercer aspecto destaca el acercar a los alumnos al mundo de la empresa científica. En conjunto, estos aspectos tienden hacia una renovación de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales.

De acuerdo con Anderson (2007) y Barrow (2006) a pesar de que diversos educadores de la ciencia coinciden en estos tres aspectos, el principal problema es que manejan distintas conceptualizaciones de la investigación. El concepto designa gran variedad de acciones y posibilidades relacionadas con la creatividad y curiosidad humana para acercarse al mundo físico y natural en un intento por elaborar una comprensión racional de él. Al ser un concepto polifacético, el significado de investigación está más en función del uso que los especialistas en el campo de la 'Educación en Ciencias' hacen de dicho término que de una definición operacional precisa (Bruck, Lowery y Towns, 2002).

Si bien existe una diversidad de definiciones respecto al concepto de investigación, la mayoría de los educadores en ciencias y de los investigadores en el terreno de la educación científica parten de la definición que se presenta en los *National Science Education Standards*, en donde se considera que:

La investigación científica hace referencia a las diversas formas en que los científicos estudian el mundo natural y proponen explicaciones fundamentadas en evidencia derivadas de su trabajo. La investigación también se refiere a las actividades que llevan a cabo los estudiantes para generar conocimiento y comprensión sobre las ideas científicas y además, para entender la forma en que los científicos estudian el mundo natural.

La investigación es una actividad multifacética que implica hacer observaciones, plantear preguntas; examinar libros y otras fuentes de información para ver lo que ya se conoce; planificar investigaciones, revisar lo que ya se conoce a la luz de evidencia experimental; usar herramientas para reunir, analizar e interpretar datos, proponer respuestas, explicaciones y predicciones, y para comunicarlos. La investigación requiere la identificación de supuestos, el uso del pensamiento crítico y lógico y la consideración de explicaciones alternativas. Los estudiantes participarán en determinados aspectos de la investigación a medida que aprenden la forma científica de conocer el mundo natural, también deben desarrollar la capacidad de llevar a cabo investigaciones completas (NRC, 1996:23).

En esta amplia definición identifico, al menos, dos sentidos atribuidos al término de investigación: como categoría teórica que designa parte de la vida científica y como entidad fenoménica delimitada por ciertas creencias y prácticas científicas. En el primer sentido, como categoría teórica, se define un aspecto social que se abstrae del complejo quehacer científico. Por ejemplo, señalar que investigación alude a la observación minuciosa y detalla de un fenómeno natural para plantearse preguntas rigurosas sobre el mismo. En el segundo sentido, como cuerpo concreto de creencias y prácticas, se define la investigación como algo inherente a ciertos grupos sociales que la hacen inteligible y visible.

Para Barrow (2006), tanto a profesores de ciencias como a investigadores del terreno de la educación científica parecía no quedarles clara la definición de investigación que se presenta en los *National Science Education Standards* (NRC, 1996). Entre los principales dilemas, señala Barrow, es que no se entiende si la investigación es una estrategia de enseñanza, un contenido que habría que enseñar ó sugerencias de actividades particulares y específicas para enseñar ciertos contenidos científicos. En este contexto, la propia NRC publicó el documento titulado *Inquiry and the National Science Education Standards* (NRC, 2000) en un intento por aclarar el sentido de la investigación en la educación científica de la educación básica estadounidense. En este libro es posible identificar tres usos distintos, pero relacionados entre sí, sobre el concepto de investigación: como modo de comprender la ciencia, como modo de aprender ciencia y como estrategia de enseñanza.

Para Anderson (2002, 2007) estos usos ofrecen la posibilidad de establecer una definición de investigación científica mucho más acotada y apropiada en términos de implicaciones para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Cada uno de estos usos está fundamentado en estándares de contenido –que para el contexto educativo mexicano puede equiparse a lo que curricularmente se conoce como aprendizajes esperados–; los cuales están repartidos según los grados escolares que componen la educación básica del sistema educativo estadounidense: grado k-4 (preescolar), grado 5-8 (primaria) y grado 9-12 (secundaria).

En los siguientes apartados desarrollo cada uno de los usos que en la perspectiva estadounidense se hace sobre el concepto de investigación. En esta descripción presento, a manera de ejemplo, los estándares de contenido para el nivel de educación secundaria del sistema educativo estadounidense (grado 9-12), nivel con el que se relaciona la presente tesis. Si bien estos tres usos permiten conceptualizar la

perspectiva de la investigación y, al mismo tiempo, ejemplificar una retórica pedagógica bastante explícita sobre dicha perspectiva, los estándares de contenido en que se plasman permiten señalar una serie de nudos problemáticos que invitan a reflexionar y valorar dicha perspectiva.

La investigación como modo de comprender la ciencia.

Un primer uso que se hace de la investigación en *Inquiry and the National Science Education Standards* (NRC, 2000) es ver a ésta como algo intrínseco a la ciencia. En este sentido se propone como contenido –implícito o explícito– particular para promover una comprensión acerca de aspectos relacionados con la naturaleza de la investigación científica. En general se alude a aquellos contenidos relacionados con la forma en que opera y funciona la ciencia y que permiten reflexionar sobre ello. El propósito de éstos contenidos es que los alumnos comprendan que la ciencia es una actividad intrínsecamente humana. Siguiendo a Duschl (1997), la introducción de estos contenidos permite favorecer el desarrollo de una visión mucho más dinámica de la ciencia, en la que se vinculan y articulan los procesos de descubrimiento, justificación y evolución del conocimiento científico.

En *Inquiry and the National Science Education Standards* (NRC, 2000) es posible identificar algunos aspectos o temas sobre la naturaleza de la investigación científica que más se destacan para la enseñanza y aprendizaje de la ciencias en los niveles básicos de educación. En conjunto, estos temas permiten caracterizar, de una manera mucho más puntual, las ideas sobre la investigación científica que se demanda enseñar a los profesores y que son consideradas como ideas importantes que los alumnos deben aprender. En la tabla 2.1 presento los estándares de contenido relacionados con la comprensión de la investigación científica que se explicitan en *Inquiry and the National Science Education Standards* (NRC, 2000) para el nivel de educación secundaria.

Los estándares relacionados con la investigación como contenido aluden a aspectos que tratan de dar cuenta de qué es la ciencia y cómo se elabora y qué elementos la componen. También aluden a aspectos sobre cómo evoluciona el conocimiento y los factores implicados en el desarrollo del mismo. En estos estándares es posible identificar aspectos relativos a cómo se relaciona la ciencia con la sociedad

en la que está inmersa y a las prácticas sociales y culturales que se gestan al interior de las comunidades científicas (ver NRC, 2000:168-171).

Tabla 2.1 Estándares de contenido para la ciencia como investigación.

Comprensión fundamental de la investigación científica (grado k12)
<ul style="list-style-type: none"> • Con frecuencia, los científicos investigan cómo funcionan los sistemas físicos, los vivos o los que son diseñados. • Los científicos llevan a cabo investigaciones por un sinnúmero de razones. • Los científicos confían en la tecnología para optimizar la recolección y manipulación de datos. • Las matemáticas son esenciales en la investigación científica. • Las explicaciones científicas deben responder a criterios tales como: la propuesta de una explicación debe tener consistencia lógica; debe guiarse por las reglas de la evidencia; debe estar abierta a cuestionamientos y a posibles modificaciones; debe basarse en conocimiento científico histórico y reciente. • Los resultados de la investigación científica, conocimiento y métodos nuevos, emergen de diferentes tipos de investigaciones y de las comunicaciones públicas entre científicos.

Fuente: NRC (2000:20)

Otro aspecto interesante sobre los estándares presentados en la tabla 2.1 es que –al ser enunciados declarativos sobre la ciencia planteados como incontrovertibles e incluso dogmáticos– no mencionan explícitamente mediante qué actividades o experiencias de aprendizaje los alumnos pueden llegar a dichos estándares de conocimiento sobre la ciencia. En este sentido los estándares aluden más a contenidos particulares sobre la ciencia que a la forma de enseñarlos; en consecuencia no señalan recomendaciones detalladas acerca de la preparación de los docentes para abordarlos en el aula de ciencias. Así pues, considero que los estándares, al ser enunciados ambiguos sobre la ciencia, son poco traducibles a los contextos escolares y dejan abiertos múltiples intersticios al momento de su transposición didáctica.

La investigación como modo de aprender ciencias.

Un segundo uso que se hace de la investigación en *Inquiry and the National Science Education Standards* (NRC, 2000) es ver a ésta como aquellos procesos que facilitan la adquisición de aprendizajes de carácter científico. En oposición a un enfoque de aprendizaje centrado en el dominio de ciertas habilidades, desde la perspectiva del aprendizaje basado en la investigación se busca que los alumnos tengan

oportunidades para desarrollar activamente las habilidades, destrezas y actitudes relacionadas con la práctica científica.

Así pues, este segundo uso de la investigación alude más a las actividades que se desarrollan en el contexto escolar –propuestas por el profesor o no– que ofrecen al alumno la oportunidad de vivenciar –en términos deweyanos– un proceso de investigación científica. De acuerdo con Anderson (2007), ya desde los *National Science Education Standards* se sugería ésta concepción de la investigación, donde se concebía que el aprendizaje debiera reflejar, en cierto sentido, la propia naturaleza de la investigación en el contexto científico. La idea que está de fondo en este uso de investigación es que aprender ciencia implica hacer ciencia.

Para el propio Anderson (2007), en esta concepción de investigación es posible identificar un posicionamiento teórico respecto al aprendizaje de las ciencias: el constructivismo. Desde este posicionamiento se considera, de manera general, que los alumnos se ven implicados, por la gestión del profesor o no, en la proposición de soluciones, el diseño de investigaciones, el planteamiento de supuestos e hipótesis y creando nuevas preguntas sobre un tema. En este sentido, reconocer que los alumnos construyen conocimientos exige aproximar las actividades de aprendizaje a las características del trabajo científico.

En la tabla 2.2 presento los estándares básicos de contenido relacionados con el aprendizaje como investigación que se explicitan en *Inquiry and the National Science Education Standards* (NRC, 2000) para el nivel de educación secundaria.

Tabla 2.2 Estándares de contenido para el aprendizaje como investigación (Grado K12).

<ul style="list-style-type: none"> • Identifique las preguntas y los conceptos que guían las investigaciones científicas. • Diseñe y lleve a cabo investigaciones científicas. • Utilice la tecnología (TICs) y las matemáticas para mejorar las investigaciones y las comunicaciones. • Formule y revise explicaciones científicas y modelos usando la lógica y la evidencia. • Reconozca y analice explicaciones y modelos alternativos. • Comunique y defienda un argumento científico.
--

Fuente: NRC (2000:19)

Los estándares presentados en tabla anterior aluden, en cierto modo, a un listado de habilidades científicas básicas deseables de alcanzar en la enseñanza de las ciencias con la perspectiva de la investigación. Sin embargo, considero que dichas habilidades

son concebidas más como acciones motoras, desagregadas y asistemáticas que como acciones meramente intelectuales orientadas por un tema, problema, contexto o propósito particular. En este sentido los estándares dejan de lado –quizás sin ser una intención explícita– la consideración de que la actividad científica es una labor que involucra la puesta en práctica de una amplia variedad de habilidades intelectuales y procedimentales, que se complementan e interrelacionan para llegar a fines particulares en función de los contextos y situaciones en que se genera dicha actividad. No es sorprendente entonces que algunos autores lleguen a señalar una amplia variedad de habilidades de investigación (por ejemplo Al-Naqbi, 2010; Lee, et.al, 2006).

Otro aspecto a tomar en cuenta sobre los estándares de contenido para el aprendizaje como investigación (tabla 2.2), es que no mencionan explícitamente ejemplos y propuestas de actividades científicas escolares que los alumnos pueden realizar en el salón de clases –en acompañamiento y orientación del profesor de ciencias– para desarrollar y apropiarse de las habilidades, destrezas y procedimientos relacionados con la construcción de conocimiento científico. Esto a pesar de que la investigación se entiende como la diversidad de actividades y formas en que los científicos y los alumnos pueden, según sus contextos, estudiar el mundo (NRC, 1996).

Explicitar y ejemplificar las distintas actividades de aprendizaje que los profesores pueden implementar en sus contextos escolares es importante porque éstas son vehículos que facilitan una de las intenciones formativas de la perspectiva de la investigación científica: aprender a hacer ciencia. Sin embargo, es importante reconocer que las actividades de aprendizaje están en función de una perspectiva de aprendizaje. Es decir, la forma como se define el aprendizaje y cómo se cree que éste ocurre impacta en el diseño y ejecución de las situaciones y experiencias a través de las cuales se espera que los alumnos indaguen el mundo natural. En consecuencia, las actividades de aprendizaje priorizan y promueven, por un lado, ciertos objetivos y contenidos asociados tanto a la didáctica de las ciencias como a la investigación científica y, por el otro, los aspectos a evaluar (Pozo y Gómez, 2009).

La investigación como estrategia de enseñanza.

El último uso que se hace de la investigación en *Inquiry and the National Science Education Standards* (NRC, 2000) es ver a ésta como una estrategia de enseñanza que permite al profesor de ciencias abordar los contenidos científicos escolares que

son objeto de enseñanza y que, por ende, deben aprender los alumnos. De acuerdo con Chiappetta y Adams (1997), Fisher (2000) y Martin-Hansen (2002), la investigación como estrategia de enseñanza alude al conjunto de actividades que los profesores de ciencias ponen en marcha, en el contexto del aula, para trabajar los distintos contenidos curriculares, a las diversas formas en que estas actividades se articulan entre sí y a la orientación que toman para cumplir ciertas metas.

En este sentido, y de manera conjunta, los siete estándares para la investigación como estrategia de enseñanza aluden más una visión de lo que significa enseñar –en términos de lo que hace el profesor– siguiendo esta perspectiva (NRC, 2000). Aluden a aspectos relacionados con procesos de planeación didáctica y de diseño de actividades auténticas inherentes a la práctica docente. También aluden a áreas de competencia profesional identificadas en la práctica docente y, en cierto modo, a qué y cómo pueden los profesores poner en acción dicha perspectiva. En cierto modo, los estándares apuntalan a establecer y esbozar la propuesta de cómo enseñar ciencias a través de la investigación.

En la tabla 2.3 presento los estándares para la enseñanza a través de la investigación; es importante señalar que en este caso sólo son estándares generales, ya que cada uno de ellos involucra un número exhaustivo de estándares particulares.

Tabla 2.3 Estándares de enseñanza como investigación

<p>Estándar de enseñanza A Los profesores de ciencia planean para sus estudiantes un programa basado en la investigación.</p> <p>Estándar de enseñanza B: Los profesores de ciencia guían y facilitan el aprendizaje.</p> <p>Estándar de enseñanza C: Los profesores de ciencia se comprometen con la evaluación permanente tanto de su enseñanza como del aprendizaje de los estudiantes.</p> <p>Estándar de enseñanza D: Los profesores de ciencia diseñan y manejan ambientes de aprendizaje que dan a los estudiantes el tiempo, el espacio y los recursos necesarios para aprender ciencia.</p> <p>Estándar de enseñanza E: Los profesores de ciencia desarrollan comunidades de aprendices de ciencia que reflejan el rigor intelectual de la investigación científica y las actitudes y valores sociales conducentes al aprendizaje de ciencia.</p> <p>Estándar de enseñanza F: Los profesores de ciencia participan activamente en la planeación y desarrollo permanentes del programa de ciencia escolar.</p>
--

Fuente: adaptado de NRC (2000:22-23)

Los estándares presentados en la tabla 2.3 son enunciados que prescriben idealmente una caracterización de la enseñanza de las ciencias basada en la investigación, más que explicitar cómo los profesores pueden concretar dicho enfoque. En este sentido, al aludir a lo que se espera que haga un profesor de ciencias, los estándares dejan de lado las condiciones contextuales y materiales en las que los maestros desarrollan su actividad de enseñanza, así como también a los alumnos con los que trabaja y los contenidos escolares abordados; aspectos, sin duda, cruciales en el trabajo docente.

La perspectiva de la investigación desde este tercer uso, deja entrever que ésta se propone como una forma de enseñar ciencias en situación escolar, la cual se presenta como un enfoque alternativo a la enseñanza tradicional de las ciencias que prioriza procesos de aprendizaje por transmisión. La enseñanza de las ciencias como investigación demanda a los profesores situar a los alumnos en un contexto de actividad científica –similar a la de los científicos– bajo una atenta y discreta dirección de su parte para que éstos se apropien de los conocimientos relativos a la naturaleza de la ciencia y, a su vez, desarrollen las habilidades, destrezas y actitudes científicas.

Finalmente, considero que los estándares mostrados en la tabla 2.3 no necesariamente tienen que ser vistos como el deber ser de la enseñanza o como una caracterización de lo que significa enseñar investigando, y mucho menos como aspectos para evaluar y medir la investigación generada en el aula. Más bien, y como apuntalan Minstrell y van Zee (2000), estos estándares de enseñanza pueden verse como orientaciones de lo que los profesores de ciencias pueden hacer en su contexto cotidiano escolar con el fin de lograr ciertos propósitos educativos relacionados con la educación científica.

Algunas críticas a los *National Science Education Standards*.

El desarrollo de los *National Science Education Standards* puede considerarse, siguiendo a Collins (1998), como la respuesta del gobierno estadounidense a una necesidad inminente de su sistema educativo: reformular y replantear los propósitos formativos de la educación científica y, junto con ello, la forma de enseñar ciencias. Estos *Standards* señalan, a grosso modo, los conocimientos científicos básicos y elementales que deben adquirir los alumnos, ofrecen, además, niveles de enseñanza y herramientas para medir el conocimiento científico que estos han adquirido. Asimismo,

promueven la excelencia en la enseñanza y el desarrollo profesional de los docentes, así como las prácticas de evaluación y rendimiento académico.

La descripción de los *Standards* que realicé en el apartado anterior muestra múltiples significados en torno a la perspectiva de la investigación científica, pero que se complementan y articulan con miras a renovar la enseñanza de las ciencias en situación escolar. Si bien en esa descripción ya he señalado algunas críticas particulares a dichos *Standards*, estos, en tanto documento de política educativa, presentan una serie de problemas relacionados con su implementación. Siguiendo a Johnson (2007) y Rodríguez (1997) los principales problemas son de orden político, cultural y técnico, mismos que están relacionados entre sí.

Los problemas de carácter político, tienen que ver, precisamente, con que a través de los *Standards* se busca uniformizar la educación científica, los aprendizajes y, especialmente, tener un control en la rendición de cuentas. Es decir, se hace mucho más fácil para las autoridades educativas regular, controlar y asegurar la inspección de la implementación de los mismos (Johnson, 2007). Los *Standards* son utilizados, dentro de la política educativa estadounidense, como enunciados que establecen y señalan criterios puntuales, sencillos y medibles de enseñanza y aprendizaje y que, en consecuencia, los maestros tienen que considerar como metas educativas generales.

Los *Standards* son un marco de referencia para los profesores de lo que los alumnos deben saber y saber hacer al finalizar un grado o nivel escolar; por tanto son elementos considerados como importantes en los procesos de evaluación. Como marco de referencia, los *Standards* comunican a los padres de familia los saberes que sus hijos están adquiriendo, o que deberían adquirir, en su formación académica. Pero los *Standards* también informan y hacen público, a la sociedad en general, lo que se espera de la educación en sí, de los aprendizajes elementales que se han de adquirir en las escuelas y lo que los maestros deben enseñar.

En consecuencia devienen problemas de carácter cultural porque los *Standards* homologan los objetivos formativos de la educación científica desde unas características y prácticas sociales determinadas que ponen en desventaja a sectores que no pertenecen culturalmente a ellas. Este problema de carácter cultural es señalado ampliamente por Rodríguez (1997), quien sostiene que en los *Standards* hay un "discurso de invisibilidad cultural". Para este autor, los *Standards* dejan de lado aspectos étnicos, de género y socioeconómicos que influyen en la educación científica; los cuales cobran relevancia en un país multicultural como Estados Unidos en el que,

por razones como la migración, existen diferencias raciales, lingüísticas, ideológicas, económicas, culturales, etc.

Los problemas de carácter técnico tienen que ver con la forma en que se expresan los *Standars*, pues al parecer no queda claro si son competencias, contenidos, saberes, actividades, etc. Desde mi perspectiva, este problema en la poca claridad pedagógica de los *Standars* puede deberse a que en ellos hay una visión idealizada de la investigación científica que no es fácilmente traducible al aula. La razón quizás puede estar en que fueron elaborados por especialistas de diversas áreas científicas. En este sentido, al no haber claridad en su contenido y forma de materialización, los *Standars* dejan suficientes intersticios al momento de que los maestros los implementan en el aula.

Ahora bien, Minner, Jurist y Century (2010) ponen en evidencia que las propuestas de enseñar ciencias que tienen como fundamento la perspectiva de la investigación muestran una considerable aportación al aprendizaje de los alumnos, tanto en la comprensión de aspectos de la ciencia como en el desarrollo de habilidades y destrezas científicas. Esta puede ser quizás una de las principales razones por las que la perspectiva de la investigación se presenta como una alternativa a la enseñanza tradicional de la ciencia y como una forma de renovar y transformar las prácticas de enseñanza.

Al respecto, el trabajo compilatorio de Minstrell y van Zee (2000) muestra algunos ejemplos de las aportaciones de dicha perspectiva respecto al aprendizaje y enseñanza de ciertos conceptos científicos en distintos niveles educativos. De manera general en la literatura de la 'Educación en Ciencias' hay trabajos que ponen en evidencia que la puesta en marcha de la perspectiva de la investigación científica:

- Aumenta la motivación e interés de los alumnos hacia el aprendizaje de las ciencias –tanto de sus contenidos como de su propia naturaleza– (p.e. Bell, et. al., 2003; Khan, 2007; Lin, Hong y Cheng; 2009).
- Facilita que los alumnos desarrollen y apliquen habilidades y destrezas científicas (p. e. Ben-David y Zohar, 2009; Cuevas et al., 2005)
- Propicia la construcción, individual y social, de conocimientos científicos escolares (p. e. Luera y Otto, 2005; Weld & Funk, 2005).

La perspectiva estadounidense de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias a través de la investigación científica, descrita y comentada en las secciones anteriores, permite plantear significados múltiples, pero interrelacionados, en torno a una noción particular de enseñar y aprender ciencias. Empero, también permite esbozar una serie de problemas en torno a su implementación en las prácticas docentes (Alake-Tuenter, et. al., 2012). Algunos de estos problemas están relacionados con el conocimiento de los profesores (Lee, et.al., 2004; McDonald y Butler, 2008; van Zee et al, 2005) y el papel de los alumnos y sus procesos formativos (Lin, Hong y Cheng; 2009).

Es importante reconocer que ésta perspectiva –por su marcado y sostenido interés de establecer la investigación en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias– no sólo ha impactado en la literatura de la 'Educación en Ciencias' (Alake-Tuenter, et. al., 2012; Anderson, 2007) sino también ha sido un referente en la fundamentación de los currículos de ciencias algunos países (Abd-El-Khalick, et.al, 2004; Anderson, 2007).

La 'investigación' en el currículum de ciencias de México.

En la 'Educación en Ciencias' hay una tendencia a promover la enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales a través de la investigación (*inquiry*) (Anderson, 2007; Flick and Lederman, 2004). Algunos países han introducido dicha perspectiva en sus currículos de ciencias como un intento de renovar y transformar la enseñanza de las disciplinas científicas (Abd-El-Khalick et al., 2004). El caso de Estados Unidos (descrito en el apartado anterior) es ejemplo de una retórica pedagógica explícita y sostenida sobre la investigación y sus implicaciones pedagógicas.

En el caso de nuestro país, este movimiento se ha incorporado, implícitamente, en los recientes procesos de reforma curricular a los niveles de educación básica; principalmente a través de la propuesta oficial de *trabajo por proyectos*. En este sentido, en los siguientes apartados describo la forma en que la perspectiva de la investigación se ha introducido, particularmente, en la propuesta curricular de ciencias para educación secundaria; esto en el marco de la reforma curricular para este nivel educativo ocurrida en 2006.

La propuesta curricular para enseñar ciencias.

En México, el año 2006 se puso en marcha la Reforma de la Educación Secundaria (RS).⁴ En esta reforma, el currículum fue considerado como el dispositivo de cambio y renovación pedagógica que permitiría transformar la vida de las escuelas secundarias, reorganizar y distribuir el tiempo dedicado a la enseñanza de las asignaturas y resignificar las actividades escolares (Miranda y Reynoso, 2006).

En el área de las ciencias naturales, la RS trajo consigo cambios y reestructuraciones de cierta profundidad: la compactación de la enseñanza de las disciplinas en una sola asignatura llamada Ciencias, la desaparición de la asignatura Introducción a la física y química, la asignación de seis horas de trabajo semanal y el replanteamiento de los fundamentos y objetivos de la formación científica (SEP, 2006a). En este sentido, se construyeron y difundieron nuevos Planes de Estudio (SEP, 2006a), Programas de estudio (SEP, 2006b) y libros de texto, así como algunos otros materiales educativos (p.e. SEP, 2007). Llamo *la propuesta* a este conjunto de materiales oficiales para señalar algunos aspectos sobresalientes de ella.

La propuesta plantea una formación científica básica que brinde a los estudiantes conocimientos propios de la ciencia, aplicaciones del conocimiento científico en situaciones reales y simuladas, habilidades y estrategias para la construcción de conocimientos en la escuela, resolución de situaciones problemáticas de interés personal y social mediante la aplicación de conocimientos científicos, cuestiones socio-económico-políticas y ético-morales relacionadas con la ciencia, historia y desarrollo de la ciencia, estudio de la naturaleza de la ciencia y la práctica científica (SEP, 2006a, 2006b).

En esta propuesta es posible advertir una visión de ciencia entendida como producto de una construcción de conocimientos de carácter social y cultural (SEP, 2006b). Sin embargo no logra expresar las particularidades de las disciplinas científicas que se enseñan en secundaria: sus métodos, problemas, fenómenos de estudio, su relación con la sociedad y la tecnología, etc. A su vez, es aproblemática porque, a pesar de expresar que la ciencia "es resultado de un proceso histórico, cultural y social"

⁴ Esta reforma se conoció primero con el nombre de Reforma Integral de la Educación Secundaria (RIES), posteriormente cambio a Reforma de la Educación Secundaria (RES) y finalmente se conoció con este mismo nombre pero con las siglas RS. Un análisis detallado del proceso de construcción de esta reforma se encuentra en Miranda (2010) y Miranda y Reynoso (2006).

(SEP, 2006b:21), la propuesta no hace mención sobre los problemas que generaron la construcción de los conocimientos científicos propios a cada disciplina.

En esta propuesta los programas de las asignaturas están organizados en torno a seis ámbitos, que aluden a temas clave para comprender los diversos fenómenos y procesos de la naturaleza. Estos ámbitos son: el conocimiento científico, la vida, el cambio y las interacciones, los materiales, el ambiente y la salud y la tecnología (SEP, 2006b:15-19). El propósito de estos ámbitos es articular la enseñanza de las ciencias en los tres niveles de la educación básica y en los cursos de secundaria y, a su vez, favorecer la integración de contenidos con otras asignaturas.

Para Candela (2006), la organización de los contenidos es una de las dimensiones de la propuesta curricular que más problemas presenta. Los programas de estudio de las asignaturas tienen una sobrecarga de contenidos, están centrados en la lógica de la disciplina y son bastante especializados. En este sentido no toman en cuenta los intereses y necesidades de los alumnos. La dificultad, complejidad y sobrecarga de los contenidos puede derivar en un obstáculo para que los alumnos se apropien significativamente de ellos (Quiroz, 1991).

La visión de aprendizaje de la propuesta rescata la utilidad de las ideas previas de los alumnos para que el maestro propicie su confrontación con situaciones conflictivas para lograr el cambio conceptual; principio fundamental del constructivismo. Si bien en la propuesta subyace un enfoque de aprendizaje que puede ser considerado como constructivista, la única postura explicitada que se puede reconocer es la de cambio conceptual. El constructivismo es una perspectiva de aprendizaje mucho más amplia (Ernest, 1995) que no se reduce al mero cambio conceptual.

En la propuesta se concibe al alumno como centro de la enseñanza y el aprendizaje; enfatiza que éste es protagonista del proceso educativo. Se sostiene que para que los alumnos encuentren sentido a los contenidos curriculares, es importante que las situaciones y experiencias de aprendizaje se relacionen con su vida cotidiana. Sin embargo este ideal se pierde en los programas de contenido; en ellos hay un evidente predominio de la lógica de la disciplina por encima de los intereses de los alumnos y de sus saberes cotidianos. Esperar que los alumnos asimilen una gran cantidad de información es el primer obstáculo para lograr que éstos se asuman como los encargados de construir los conocimientos (Quiroz, 1991, 1999).

La propuesta curricular demanda superar la idea de una enseñanza memorística y tradicional centrada en los contenidos disciplinarios. Sugiere una

enseñanza que promueva la construcción y reconstrucción de conceptos, el aprendizaje reflexivo, significativo y contextualizado. Sin embargo, este discurso se enfrenta al enciclopedismo y sobrecarga de contenidos que presentan los programas de estudio. Por otro lado, la propuesta demanda de los profesores el conocimiento sobre sus alumnos, sobre los materiales curriculares oficiales y sobre los contenidos a enseñar. Estas demandas, sin lugar a dudas, encuentran su limitante ante las exigencias administrativas e institucionales a las que cotidianamente se ven sometidos los profesores de ciencias de secundaria.

De acuerdo con la propuesta curricular, la evaluación es de carácter formativa, entendiéndose como la oportunidad de mejorar las actividades de enseñanza y de aprendizaje, como un proceso continuo que se desarrolla en el salón de clase que permite valorar el desarrollo conceptual de los alumnos (SEP, 2006b). Si bien la propuesta invita a los maestros a utilizar diversos instrumentos y recursos de evaluación, no hace sugerencias puntuales y explícitas que los orienten a innovar en este aspecto de su práctica. En este sentido, deja múltiples intersticios al momento de que los maestros realicen actividades de evaluación.

Es importante señalar que esta propuesta curricular no habla explícitamente de la investigación como un constructo pedagógico (como en el caso de la propuesta estadounidense presentada en el primer apartado de este capítulo). Sin embargo, y a través de la retórica pedagógica que la fundamenta, los profesores son convocados a realizar *trabajos por proyectos* (TpP) en sus clases de ciencias con objeto de que los estudiantes se vean inmersos en procesos relacionados con la investigación. Con el TpP, la propuesta plantea la enseñanza y aprendizaje de las ciencias de una manera mucho más experiencial y activa. La propuesta y fundamentación del TpP del currículo oficial de ciencias retoma los planteamientos de Aurora LaCueva (2002).

Para los propósitos de la presente tesis, en los siguientes apartados describo cómo se concibe el TpP en la propuesta curricular para enseñar ciencias en secundaria. Para ello retomo lo planteado en dos materiales que integran la propuesta curricular, y que aquí se vuelven relevantes al momento de comprender las prácticas de enseñanza: el Programa de estudios para la asignatura y los libros de texto.

El trabajo por proyectos en el Programa de Estudios.

A través de la retórica pedagógica que fundamenta la propuesta curricular, los profesores son convocados a promover una enseñanza de las ciencias que propicie en los estudiantes el desarrollo de habilidades de razonamiento científico, una visión humana de las ciencias y una valoración crítica del impacto de la ciencia y sus aplicaciones tecnológicas en el ámbito social, natural y cultural (SEP, 2006b).

El Programa de Estudios de la asignatura Ciencias para educación secundaria (SEP, 2006b) recomienda a los profesores otorgar una importancia equilibrada a contenidos de naturaleza conceptual, procedimental y afectiva. En este Programa se resaltan los procedimentales y afectivos por su contribución al aprendizaje de ideas científicas y al desarrollo de habilidades de razonamiento científico. En la figura 2.1 presento los procedimientos y actitudes que, en dicho Programa, se demanda a los profesores promover en la enseñanza de las ciencias.

Figura 2.1 Procedimientos y actitudes para la enseñanza de las ciencias en secundaria.

Procedimientos	Actitudes
<ul style="list-style-type: none"> • Búsqueda, selección, interpretación y análisis de información (observación, comparación, medición). • Investigación (predicción, hipótesis, relación de variables, diseño experimental, clasificación, seriación, uso de modelos, elaboración de conclusiones). • Construcción y manejo de materiales (manipulación de instrumentos de observación y medida). • Comunicación oral y escrita. 	<ul style="list-style-type: none"> • Interés, curiosidad, creatividad e imaginación. • Flexibilidad de pensamiento. • Escepticismo informado. • Respeto a la vida y a los demás. • Iniciativa, perseverancia y autonomía. • Responsabilidad. • Libertad. • Honestidad. • Solidaridad.

Fuente: SEP (2006b: 10)

De la figura anterior, considero que los procedimientos señalados en el Programa están directamente asociados a la perspectiva de la investigación científica. Especialmente encuentro una relación y similitud con los expresados por Bybee (2004) y la NRC (2000; ver tabla 2.2).

Un aspecto fundamental de la propuesta curricular es el señalamiento de una enseñanza atenta a los procesos de aprendizaje y a su dimensión práctica. En este sentido, el Programa de Estudios resalta la construcción de "ambientes favorables para las situaciones de aprendizaje" (SEP, 2006b:25) los cuales deben permitir contextualizar el estudio de los contenidos para favorecer en los alumnos el desarrollo

y apropiación de conceptos, procedimientos y actitudes. De esta manera, se sugieren actividades pedagógicas con el fin de apoyar al maestro en su trabajo en el aula.

Dentro de estas sugerencias, el Programa de Estudios propone la realización de *trabajos por proyectos* (TpP) (SEP, 2006b). La incorporación de esta propuesta puede considerarse como una de las principales innovaciones pedagógicas introducidas con la reforma curricular en la enseñanza de las ciencias en secundaria. Mi postura es que esta innovación representa la forma en que la perspectiva de la investigación se incorpora, implícitamente, en dicha propuesta curricular.

De acuerdo con el Programa de Estudios, el TpP permite la "resolución de situaciones problemáticas socialmente relevantes y cognitivamente desafiantes" (SEP, 2006b: 12). El planteamiento de estas situaciones, sostiene el programa, puede partir de las preguntas y temas ya brindados por la propuesta de proyecto ó de los intereses e inquietudes de los alumnos. Sobre el TpP se expresa que:

Son una estrategia didáctica en la que los alumnos, a partir de su curiosidad, intereses y cultura, integren sus conocimientos, habilidades y actitudes, avancen en el desarrollo de su autonomía y den sentido social y personal al conocimiento científico. En otras palabras, los alumnos tendrán que dar respuestas, por sí mismos, a las preguntas que ellos se plantean, utilizar procedimientos científicos cada vez más rigurosos y reflexionar acerca de actitudes propias de la ciencia, así como desarrollar actitudes personales como parte de su formación científica básica.

Los proyectos orientan a los alumnos a la reflexión, la toma de decisiones con responsabilidad, la valoración de actitudes y formas de pensar propias, a organizarse para trabajar en equipo priorizando esfuerzos con una actitud democrática y participativa, con lo que se contribuye al mejoramiento personal y social. También representan una opción que permite observar el avance de los alumnos en cuanto a la adquisición de conocimientos y el desarrollo de habilidades y actitudes (SEP, 2006b: 13).

Como se puede observar, el Programa plantea amplias expectativas pedagógicas y formativas sobre el TpP (SEP, 2006b). De estas expectativas rescato aquellas que se relacionan con la investigación: despertar la curiosidad e interés de los alumnos; que estos integren y pongan en práctica sus conocimientos, habilidades y actitudes al plantearse cuestiones en búsqueda de respuestas y al utilizar procedimientos científicos; y a desarrollar en ellos actitudes relacionadas con la ciencia.

En el Programa hay un esfuerzo por transmitir la idea de que el TpP es una estrategia didáctica para enseñar ciencias, lo cual también está asociado a la

enseñanza de las ciencias a través de la investigación; tal y como lo sugieren Chiappetta y Adams (2004), Fisher (2000) Gil y Valdés (1995, 1996) y Martin-Hansen (2002). A partir de ésta idea se despliega la preocupación por señalar el papel del profesor como encargado de planear e implementar los TpP de acuerdo a ciertos tiempos, así como la forma en que puede recurrir a ellos para obtener evidencias de aprendizaje.

El Programa de Estudios (SEP, 2006b) propone la realización de tres tipos de proyectos: científico, ciudadano y tecnológico. A cada uno de ellos se le atribuyen características en función de los procedimientos y finalidades que promueven. En la tabla 2.4 condenso los rasgos atribuidos a los tipos de proyectos.

Tabla 2.4 Tipos de proyectos sugeridos en el Programa de Estudios de la asignatura Ciencias

Tipo	Rasgos atribuidos
Proyecto científico	<ul style="list-style-type: none"> • Se pone en práctica el trabajo científico formal. • Se promueven procedimientos científicos relacionados con la investigación. • Se sigue un método abierto. • Los temas están relacionados con fenómenos de la naturaleza y el conocimiento científico.
Proyecto tecnológico	<ul style="list-style-type: none"> • Se idean artefactos e instrumentos. • Se promueve la puesta en práctica de destrezas científicas. • Se enriquecen los saberes técnicos. • Se desarrollan y evalúan artefactos e instrumentos. • Se resuelven problemas individuales y sociales. • Los temas están relacionados con el desarrollo tecnológico.
Proyecto ciudadano	<ul style="list-style-type: none"> • Se valora socialmente la ciencia y su producto, el conocimiento científico. • Se reconocen problemas o situaciones cercanas a la comunidad. • Se beneficia a las personas y sociedad. • Se transmite una idea de que la ciencia prevé, anticipa y abre rutas de solución. • Permiten mostrar el impacto individual, social y global de la ciencia. • Los temas están relacionados con ciencia y sociedad, y problemas sociales.

Fuente: SEP (2006b: 13-14)

Como se puede observar en la tabla anterior, la propuesta de TpP demanda perseguir ciertos objetivos asociados a la investigación científica (p.e. acercar a los alumnos al trabajo científico formal y que valoren el conocimiento científico). A su vez, demanda involucrar a los alumnos en procedimientos y destrezas relacionados con ella.

Para implementar cualquiera de los tres tipos de proyectos, el Programa propone seguir cuatro etapas: planeación, desarrollo, comunicación y evaluación. A través de la descripción de cada una de ellas el Programa plantea posibles actividades que articulan la realización de un proyecto. En la tabla 2.5 sistematizo las ideas centrales que se señalan en el Programa para cada una de estas etapas.

Tabla 2.5 Etapas para implementar un TpP en clases de ciencias

Etapas	Actividades propuestas
De planeación	<p><i>Intercambiar ideas</i> "En esta fase se realizan las primeras actividades desencadenantes y el intercambio de ideas para perfilar el proyecto" (pp. 14).</p> <p><i>Plantear preguntas</i> <i>Planificar un proceso de investigación</i> "Se dan momentos para especificar la pregunta o preguntas a responder, el propósito, las actividades iniciales a desarrollar y algunos recursos necesarios" (pp. 14).</p>
De desarrollo	<p><i>Realizar y ejecutar las actividades planificadas</i> "Implica que los alumnos pongan manos a la obra en las actividades que propusieron para encontrar respuestas a sus preguntas". (pp. 15)</p> <p><i>Obtener datos (búsqueda de información en distintas fuentes, experimentación, modelizaciones)</i> "Existe una gran variedad de actividades, pero es importante enfatizar, por ejemplo, las consultas de diversas fuentes de información, la experimentación, las visitas a sitios de interés, las encuestas en la comunidad y la modelación" (pp. 15).</p> <p><i>Realizar una bitácora de trabajo y registros cotidianos</i> "También es conveniente que los alumnos elaboren registros de las actividades que realizan para llevar un seguimiento de los procedimientos que ponen en juego durante el desarrollo del proyecto" (pp. 15).</p>
De comunicación	<p><i>Valorar el trabajo individual, de equipo y grupal de los alumnos</i> <i>Relacionar el trabajo con otras asignaturas</i> "Esta fase aporta elementos para valorar el nivel de logro en la integración de conocimientos habilidades y actitudes, así como la vinculación con otras asignaturas" (pp. 15).</p> <p><i>Poner en común los resultados obtenidos en el desarrollo del proyecto</i> <i>Expresar ideas, resultados, procesos, etc. a través de distintos medios</i> "Debe evitarse que la comunicación se centre en la exposición oral ante los compañeros, por ello es importante aprovechar diversos medios, foros y públicos a quienes se pueden presentar los resultados obtenidos" (pp. 15).</p>
De evaluación	<p><i>Socializar la experiencia del trabajo realizado</i> <i>Aplicar y valorar el trabajo realizado en otras situaciones y contextos</i> "Es conveniente que los alumnos intercambien sus puntos de vista en torno de los proyectos realizados por otros equipos y favorecer que ellos mismos se den cuenta de la importancia de aplicar estas formas de valorar el trabajo personal y el de los otros en situaciones de su vida cotidiana" (pp. 15).</p>

Fuente: SEP (2006b:14-15)

Como se puede observar en esta tabla, la descripción de las actividades que integran las etapas para implementar un TpP en clases de ciencias es bastante general; no logra comunicar la idea de que la investigación científica es una labor que involucra una variedad de formas de hacer y de actuar, las cuales están en función de los

contextos, situaciones y/o problemas en que se genera dicha actividad. Al ser tan general esta descripción, queda abierta la interpretación, estructuración, diseño y ejecución de las actividades, tanto en los libros de texto como en las prácticas de los profesores de ciencias.

Para la realización de un proyecto, el Programa estima dos semanas al final de los primeros cuatro bloques temáticos y a lo largo del quinto y último bloque en cada una de las asignaturas. El número de proyectos propuestos es diferente para cada una de ellas; haré referencia únicamente a las asignaturas correspondientes a los profesores que participaron en el estudio. Para la asignatura Ciencias II con énfasis en Física, el programa sugiere, en total, 20 proyectos: tres en cada uno de los primeros cuatro bloques de contenido y ocho para el bloque cinco. Para el caso de Ciencias III con énfasis en Química, el programa sugiere 16 proyectos en total: dos en cada uno de los primeros cuatro bloques y ocho para el bloque cinco.

Lo que se espera que los alumnos aprendan como consecuencia de haber realizado las actividades que articulan un TpP es particular a cada uno de los bloques temáticos de los programas de estudio de cada asignatura (SEP, 2006b). Para ejemplificar este aspecto, presento los proyectos sugeridos para el Bloque I de las asignaturas aquí consideradas; los cuales fueron implementados por los profesores que participaron en el presente estudio.

Como se observa en la figura 2.2, el programa de Ciencias II con énfasis en Física sugiere tres proyectos para el Bloque I: 1) *¿Cómo se propagan y previenen los terremotos?*, 2) *¿Cómo se mide la velocidad en los deportes?* y 3) *¿Cómo potenciamos nuestros sentidos para conocer más y mejor?*; cada uno alude a los distintos ámbitos que articulan los contenidos curriculares. Los proyectos son presentados en una visión en conjunto, atribuyéndoles los mismos aprendizajes esperados. Esto presenta una complejidad porque no queda claro si para alcanzar los aprendizajes se deben realizar los tres proyectos ó, en su defecto, uno de ellos atendiendo a dichos objetivos.

De manera general, se espera que con estos proyectos los alumnos apliquen y utilicen conceptos, diseñen y realicen alguna actividad experimental y valoren el papel de la ciencia; habilidades relacionadas con la investigación. Por su parte, las sugerencias didácticas expresan actividades simplistas y acotadas, no dejan en claro la naturaleza de las actividades que se pueden llevar a cabo para realizar los proyectos sugeridos; lo cual, sin duda, deja múltiples intersticios.

Figura 2.2 Proyectos propuestos para la asignatura Ciencias II con énfasis en Física

Integración y aplicación		3. PROYECTO: "INVESTIGAR: IMAGINAR, DISEÑAR Y EXPERIMENTAR PARA EXPLICAR O INNOVAR" (TEMAS Y PREGUNTAS OPCIONALES)	
Sugerencias		<p>¿Cómo se propagan y previenen los terremotos? (ámbitos: de la vida, del conocimiento científico y de la tecnología)</p> <p>¿Cómo se mide la velocidad en los deportes? (ámbito: de la tecnología)</p> <p>¿Cómo potenciamos nuestros sentidos para conocer más y mejor? (ámbitos: del conocimiento científico y de la tecnología)</p>	
Aprendizajes esperados		Comentarios y sugerencias didácticas	
<ul style="list-style-type: none"> Elabora explicaciones y predicciones acerca del movimiento de objetos o personas, en términos de velocidad y aceleración. Representa e interpreta en tablas y gráficas los datos acerca del movimiento analizado. Expresa las unidades de medición y notación adecuadas para reportar velocidades pequeñas y grandes. Diseña y realiza una actividad experimental que permita analizar el movimiento. Comunica por medios escritos, orales y gráficos los resultados obtenidos en los proyectos. Describe la forma en que la ciencia y la tecnología satisfacen necesidades y han cambiado tanto los estilos de vida como las formas de obtención de información a lo largo de la historia de la ciencia. Manifiesta actitudes de responsabilidad y respeto hacia el trabajo individual y en equipo. Analiza y discute acerca de diversos instrumentos empleados por distintas culturas para medir el tiempo y la longitud; explica en qué y cómo se empleaban. 	<ul style="list-style-type: none"> Los proyectos elaborados deben propiciar la aplicación e integración de los conocimientos, actitudes y habilidades desarrollados en el transcurso del bloque, a través de la realización de actividades diversas. Se recomienda aprovechar y fortalecer las habilidades que se han trabajado en el curso de Ciencias I, por ejemplo, el planteamiento de preguntas y la observación de fenómenos; así como las referidas al manejo de información, promovidas en otras asignaturas. El tema de los terremotos ya fue estudiado por los alumnos en el curso de Geografía. Esto representa un antecedente importante para recuperar y orientar el desarrollo de este proyecto a la descripción del movimiento de ondas sísmicas. Se recomienda el texto <i>Los temblores</i>,⁴ que ofrece información diversa acerca de los temblores en el Valle de México. Para la determinación de la velocidad en los deportes se sugiere consultar los récords obtenidos en diferentes disciplinas y pruebas olímpicas que se presentan en la página http://www.olympic.org/uk/utilities/reports/level2_uk.asp/HEAD2=10&HEAD1=5 y las actividades que se 	<p>proponen en http://redescolar.ilce.edu.mx/redescolar/proyectos/olimpiadas/act_vel_med_fm_paralim.htm.</p> <ul style="list-style-type: none"> El proyecto "¿Cómo potenciamos nuestros sentidos para conocer más y mejor?" puede enriquecerse con datos históricos y la descripción del funcionamiento de aparatos tales como la cámara fotográfica, el cinematógrafo, la televisión, el microscopio, el reloj de péndulo, la radio, el radar y el sonar que se ofrece en los siguientes Libros del Rincón: <i>Atlas básico de tecnología/textos</i>,⁵ <i>Historia de la ciencia y de la tecnología: la revolución científica</i>⁶ e <i>Historia de la ciencia y de la tecnología: el siglo de la ciencia</i>.⁷ 	

Fuente: SEP (2006b: 78-79)

Para el caso de la asignatura Ciencias III con énfasis en Química, el programa sugiere dos proyectos (Figura 2.3), cada uno alude a distintos ámbitos que articulan los contenidos curriculares. En este caso, cada proyecto presenta sus respectivos aprendizajes esperados y sugerencias didácticas.

Con el proyecto *¿Quién es el delincuente?* se espera que los alumnos apliquen conceptos relacionados con las propiedades de las sustancias y la conservación de la masa, reconocer aspectos de los métodos utilizados en la investigación científica y valorar el impacto social de ésta. La sugerencia didáctica para este proyecto no describe ni señala actividades; sin embargo denota la promoción de habilidades

relacionadas con el análisis de tablas y gráficas. Para el proyecto *¿Qué hacer para reutilizar el agua?* se espera que los alumnos también apliquen conceptos científicos, así como distintos métodos de separación de mezclas y que sistematicen la información obtenida a través de ellos. Las sugerencias denotan la realización de una actividad experiencial y la organización y presentación de información en tablas.

Figura 2.3 Proyectos propuestos para la asignatura Ciencias III con énfasis en Química

Integración y aplicación		3. PROYECTOS. AHORA TÚ EXPLORA, EXPERIMENTA Y ACTÚA (TEMAS Y PREGUNTAS OPCIONALES)	
Sugerencias		<p>¿Quién es el delincuente? El análisis en la investigación científica (ámbitos: de la vida y del conocimiento científico).</p>	
Aprendizajes esperados		Comentarios y sugerencias didácticas	
<ul style="list-style-type: none"> Discrimina las premisas y los supuestos de un caso, con base en las propiedades de las sustancias y la conservación de la masa. Reconoce algunos de los fundamentos básicos de los métodos de análisis que se utilizan en la investigación científica. Valora las implicaciones sociales de los resultados de la investigación científica. 	<ul style="list-style-type: none"> En estas primeras investigaciones los alumnos pueden sistematizar en tablas y gráficas la información obtenida. Posteriormente, analizarán e interpretarán esta información con la finalidad de realizar una valoración personal de las técnicas utilizadas en una investigación científica. 		
Sugerencias		<p>¿Qué hacer para reutilizar el agua? (ámbitos: del ambiente y la salud, y del conocimiento científico y la tecnología).</p>	
Aprendizajes esperados		Comentarios y sugerencias didácticas	
<ul style="list-style-type: none"> Selecciona el método de separación más adecuado con base en las propiedades de los componentes de una mezcla. Aplica diversos métodos de separación de mezclas para purificar una muestra de agua. Sistematiza la información de diferentes métodos de purificación. 	<ul style="list-style-type: none"> Se sugiere para la purificación del agua la aplicación de métodos como la separación de aceite y agua, filtración con arena, o absorción con carbón. Se recomienda el uso de tablas para sistematizar la información en el proceso de purificación. 		

Fuente: SEP (2006b:132)

Los ejemplos de proyectos aquí presentados sugieren, al interior del Programa de Estudios (SEP, 2006b), algunas rupturas entre el discurso que rodea la inclusión del TpP y las sugerencias de proyectos particulares a cada asignatura.

El enfoque del TpP señala tres tipos de proyectos (Tabla 2.4) y cuatro fases o etapas para implementar alguno de ellos (Tabla 2.5). Sin embargo, tanto la tipología como las etapas, no se hacen evidentes en las sugerencias de proyectos aquí descritas (Figuras 2.2 y 2.3). En el supuesto de una coherencia al interior del Programa, uno esperaría en cada asignatura, por lo menos, la sugerencia de un proyecto científico, tecnológico y ciudadano; así como la descripción puntual y detallada de actividades a realizar y los objetivos a alcanzar en cada uno de ellos.

Un aspecto crítico es que las sugerencias de los proyectos no parten de los intereses, inquietudes y cultura de los estudiantes. Los temas a abordar en cada uno de ellos se corresponden con los contenidos curriculares, los cuales –como ya se ha

sugerido (Candela, 2006)– tampoco parten de los intereses de los alumnos y tienden a reforzar la enseñanza memorística. En este sentido, hay una ruptura entre el ideal del enfoque de los TpP con respecto a la formación de los estudiantes y en estas particulares sugerencias de proyectos.

Los ejemplos aquí presentados apuntan a la tesis de que la correspondencia entre el enfoque sobre el TpP y las sugerencias prácticas en el Programa de Estudios (SEP, 2006b) presenta un nudo problemático, en el entendido de que no existe una continuidad lógica evidente. Habría que estar atentos a la forma en que este nudo se desenreda o se tensa tanto en los libros de texto para las asignaturas Ciencias de educación secundaria –que integran la propuesta curricular oficial– como en las prácticas escolares.

El trabajo por proyectos en los libros de texto.

El libro de texto es una recopilación textual e icónica que articula objetivos, contenidos y actividades en respuesta a planteamientos de una concreta propuesta curricular y pedagógica para ser puesta en práctica (Borre, 1996; Parcerisa, 1994). El libro de texto es una fuente pedagógicamente valiosa de información y formación, una representación de la cultura que los reproduce y se los apropia y una representación de la realidad social con múltiples tramas paradigmáticas.

A diferencia de los libros de texto de primaria, que están elaborados *ex profeso* a cargo de la propia SEP y sus equipos técnicos y que funcionan como “únicos” para cada grado escolar, los de secundaria –desde la reforma de 1993– son libros comerciales que pasan por un proceso de aprobación oficial.⁵ Los libros de texto para la asignatura Ciencias de secundaria son la expresión concreta del Plan (SEP, 2006a) y del programa de estudios (SEP, 2006b). En sus objetivos, contenidos y actividades se reflejan –y deben reflejar– tanto los planteamientos de la reforma a la educación secundaria como la propuesta curricular de la asignatura Ciencias, producto de dicha reforma. En este sentido, los libros de texto son la principal forma material en que los profesores reciben el currículum oficial.

⁵ De acuerdo con Rodríguez y Valenzuela (1998), al hacerse oficial la obligatoriedad de la educación secundaria en el contexto de la reforma de 1993, en la política de Estado se asumió como reto la dotación gratuita de libros de texto comerciales en este nivel escolar. El principal propósito de este reto era “impedir que los costos privados [en libros de texto] se convirtieran en [otro] factor que condicionara la asistencia, permanencia o aprendizaje” (Rodríguez y Valenzuela, 1998:10) de los alumnos que transitan por la escuela secundaria.

Algunos autores han documentado la importancia y centralidad de los libros de texto en las prácticas de enseñanza en secundaria (Díaz, 1995; Quiroz, 1999; 2000). Si las prácticas de enseñanza tienen como condicionante el libro de texto –en el marco de la presente tesis–, el análisis de la naturaleza de las propuestas pedagógicas de los libros de texto relacionadas con el trabajo por proyectos se vuelve importante para explicar y dar sentido, en cierto modo, a lo que pasa en las clases de ciencias.

No es el propósito aquí hacer un análisis de los proyectos propuestos en todos los libros de texto oficiales para la asignatura Ciencias. Sin embargo, vale la pena hacer algunas consideraciones de los proyectos propuestos en los libros de texto que emplearon los profesores que participaron en el presente estudio (Chamizo, 2010; Cuervo 2009). Esta mirada puede dar cuenta de continuidades y/o rupturas entre lo propuesto en el Programa de Estudios (SEP, 2006b) y en las propuestas didácticas de los libros de texto respecto a esta particular innovación curricular.

Un aspecto sobresaliente de los libros de texto de los profesores que participaron en el presente estudio (Chamizo, 2010; Cuervo 2009) es que respetan el nombre de los proyectos propuestos en el Programa de Estudios (SEP, 2006b); lo cual denota una continuidad en la propuesta curricular. Sin embargo, el libro de Cuervo (2009), para la asignatura Ciencias II con énfasis en Física, sólo presenta uno de los tres proyectos propuestos; lo cual denota una ruptura entre Programa y libro de texto.

Con objeto de entrar en particularidades sobre los proyectos, a continuación describo y comento, brevemente, los propuestos en los libros de texto de los profesores (ver figuras 2.2 y 2.3). Vale la pena recordar que estos proyectos corresponden al primer bloque de contenidos de las asignaturas Ciencias II con énfasis en Física y Ciencias III con énfasis en Química. En los anexos 1, 2 y 3, muestro cada uno los proyectos con el fin de ampliar este ejercicio descriptivo.

- Proyecto *¿Cómo se propagan y previenen los terremotos?* (Cuervo, 2009: 79-84), ver anexo 1.
El libro de texto propone iniciar el proyecto preguntando qué son los sismos, por qué en México debemos estudiarlos, qué hemos hecho y podemos hacer en caso de que ocurra uno. La primera actividad, de carácter individual, consiste en preguntar a un familiar sobre alguna experiencia relacionada con un temblor e investigar en una biblioteca o en Internet qué es un sismo, una zona sísmica y las medidas de prevención. A continuación se incluye una actividad colectiva en la que se pregunta a los estudiantes si las ondas sísmicas son longitudinales o

transversales y si se mueven con movimiento rectilíneo uniforme o de otro tipo; y si los sismos pueden escucharse y verse. Continúa el libro con información textual sobre la corteza terrestre y zonas sísmicas, escala Richter (magnitud y efectos). Continúa con una actividad individual que, con base en un registro de los sismos más importantes en México, los alumnos deben tratar de encontrar una relación entre los años en que estos sismos ocurrieron, señalar los de mayor magnitud y ver si se puede predecir un sismo. Posteriormente continúa con una lectura sobre la invención de una alarma sísmica y una reflexión sobre medidas de protección ante un sismo. En grupo, el libro propone realizar una campaña de información sobre sismos que incluya folletos, carteles, simulacros y consideraciones sobre una alarma sísmica. Hacia el final propone la elaboración de un simulador de sismos y la construcción de un sismógrafo.

Esta propuesta del libro de texto (Cuervo, 2009) revela un proyecto que parte de recuperar experiencias reales relacionadas con los sismos, así como promover el trabajo individual y colectivo de los estudiantes. A su vez, promueve la búsqueda de información documental y oral, la recuperación de temas estudiados, el análisis de tablas, la difusión de información preventiva y la elaboración de artefactos. Es una propuesta que incorpora y proporciona información factual sobre el tema abordado. De esta manera, la propuesta del libro denota cierta continuidad con lo propuesto en el programa de estudios (figura 2.2). Sin embargo, presenta un proyecto bastante dirigido y cerrado, y en el que la información tiene un papel central.

- Proyecto *¿Quién es el delincuente?* (Chamizo, 2010:76-79), ver anexo 2.
El proyecto del libro de texto comienza con la descripción del caso de un corredor olímpico que fue descalificado por encontrarle, en una prueba de *doping*, sustancias que mejoran su rendimiento; en esta descripción se detalla sobre el espectrómetro de masas. Posteriormente, ofrece información respecto al análisis en criminalística y menciona algunas fuentes de datos, como la dactiloscopia, la balística, tipo de sangre, perfil ADN y la patología. Posteriormente plantea dos preguntas relacionadas con la conservación de la materia, sin explicitar si deben ser contestadas en equipo o en forma individual. Continúa con una actividad señalada como práctica; en ella los alumnos tienen que identificar sus tipos de huellas dactilares. La actividad señala los materiales requeridos e indica una

serie de seis pasos a seguir. El proyecto continúa con la descripción del caso de un ladrón que ha robado una caja fuerte, de la cual la policía ha tomado las huellas dactilares, y también de cuatro sospechosos (muestran las respectivas imágenes). Como actividad, se indica al alumno que reconozca a qué tipo de huella corresponden las del ladrón y que señale quien de los cuatro sospechosos robó la caja fuerte. La actividad pide investigar en qué consisten otras técnicas y sugiere tres de ellas, y también investigar y analizar en equipo la utilidad social del análisis químico. La propuesta del libro termina con una tabla en la que se debe indicar con SI o NO cuál de los tres conocimientos señalados fueron adquiridos con la realización del proyecto.

Esta propuesta del libro de texto (Chamizo, 2010), revela un proyecto que ubica el tema en situaciones sociales particulares y reales poco ajenas a los alumnos. Ofrece información factual sobre el tema, demanda la búsqueda de información relacionada con él y busca recuperar la que ya fue estudiada. El interés del proyecto parece ser mostrar una particular forma de investigar en asuntos sociales pero, a su vez, relacionarla con temas de química. La observación directa de imágenes, la derivación de conclusiones y la búsqueda de información, son algunos de los procedimientos que promueve. Se trata de un proyecto dirigido y cerrado, y en el que la información tiene un papel central.

- Proyecto *¿Qué hacer para reutilizar el agua?* (Chamizo, 2010:80-82), ver anexo 3.
El proyecto del libro comienza ofreciendo información, muy breve, sobre el agua. Posteriormente ofrece información sobre algunos métodos de purificación y potabilización de agua para reutilizarla. El proyecto continúa con una actividad señalada como práctica en la que se sugieren cuatro acciones. La primera es investigar cuál de los métodos de separación de mezclas es el más adecuado para reutilizar el agua y señalar ventajas y desventajas. La segunda es indicar, de cinco medidas preventivas, cuáles se realizan en el hogar y estimar cuántos litros se podrían ahorrar siguiendo esas medidas. La tercera consiste en purificar agua con carbón que absorbe colores y olores; se señalan materiales y una serie de cinco pasos. Como parte de ella se pide investigar de qué manera el carbón activado elimina el color y el olor de las disoluciones acuosas y mencionar la diferencia entre absorción y adsorción. La cuarta consiste en investigar qué se está haciendo en México para contrarrestar el problema de la falta de agua. La

propuesta del libro termina con una tabla en la que se debe indicar con SI o NO cuál de los tres conocimientos señalados fueron adquiridos con la realización del proyecto.

Esta propuesta del libro de texto (Chamizo, 2010), revela un proyecto que sitúa el tema de separación de mezclas en un problema de interés social y real, poco alejado de la vida cotidiana de los estudiantes. La propuesta ofrece información sobre el tema, demanda la búsqueda de información relacionada con él y busca recuperar la que ya fue estudiada. Propone la realización de una experiencia en la que se promueven la ejercitación de técnicas y destrezas, así como el registro e interpretación de datos. El propósito de la propuesta parece ser sensibilizar a los alumnos sobre el cuidado del agua. Se trata también de un proyecto dirigido y cerrado.

Los proyectos anteriores, si bien presentan algunos aspectos relacionados con la investigación (p.e la puesta en práctica de habilidades, destrezas, saberes, entre otros), muestran algunas rupturas con el enfoque sobre el TpP y las sugerencias prácticas del Programa de Estudios (SEP, 2006b). Llamaré ahora la atención, de manera general, sobre algunas de estas rupturas.

Un aspecto crítico de estas propuestas de proyectos es que no dejan en claro, de acuerdo con las categorías sugeridas por el Programa (tabla 2.4), a qué tipo de proyecto pertenece cada uno de ellos. Esto deriva en una complejidad al momento de identificar objetivos y actividades de aprendizaje particulares a cada proyecto. Por otro lado, las propuestas tampoco hacen explícitas las etapas asociadas con la realización de proyectos sugeridas en el programa de estudios (tabla 2.5). Cada una de estas etapas tiene su importancia al momento de realizar un proyecto; a través de ellas se promueven tareas, acciones y procedimientos relacionados con la investigación. Otro de los aspectos desatendidos en estas propuestas de proyectos es que, al ser cerrados y dirigidos, no ofrecen oportunidad de corregir visiones empiristas, inductivas y simplificadas de la investigación.

Ahora bien, un aspecto valioso y rescatable de las anteriores propuestas de proyectos es que sí hacen explícitas las actividades que profesores y alumnos pueden realizar en el contexto del aula. Esto, sin duda, muestra una reelaboración de las sugerencias didácticas (figuras 2.2 y 2.3) por parte de los autores de los libros de texto. Estas sugerencias de actividades son la parte más sustancial de los proyectos

propuestos. Sin embargo, en ellas prevalecen objetivos relacionados con la obtención de conocimientos y aplicación de conceptos y la promoción de procedimientos centrados en la búsqueda y comunicación de información.

Si las prácticas de enseñanza tienen como condicionante el libro de texto, tal como sostiene Quiroz (1999, 2000), estas actividades serían las estructuradoras de las experiencias escolares relacionadas con la realización de un proyecto. Sin embargo, y como señalaré en los próximos capítulos, estas actividades son reelaboradas tanto por los profesores como por los alumnos y, a su vez, se configuran en determinadas condiciones materiales y contextuales.

Retos que las expectativas curriculares plantean a los profesores

Los retos que se derivan de la introducción del enfoque de la enseñanza de las ciencias a través de la investigación, son diversos y suelen subestimarse. Llamaré la atención sobre algunos retos, en el entendido de que estos no agotan el tema.

Hay un reto que plantea la visión renovadora de la enseñanza de las ciencias a través de la investigación. Mediante la retórica que acompaña las expectativas curriculares, los profesores son convocados a modificar, significativamente, sus prácticas pedagógicas y a rebasar la visión de una ciencia dogmática, absoluta y sin contexto histórico-social por una visión de la misma con miras a mostrar su carácter dinámico, humano y social. Empero, como señalaré a lo largo de los próximos capítulos, los profesores tienen su propia interpretación de lo que significa investigar y enseñar acerca de, fruto de su actividad cotidiana y experiencia profesional. Las prácticas pedagógicas, por su parte, están ancladas a tradiciones que constituyen parte de la cultura escolar; transitar, bajo presión normativa, de una a otra forma de enseñanza es un proceso lento y cotidiano.

Esta forma de enseñar ciencias requiere –y exige– una determinada concepción de ciencia y de aprendizaje que no es muy generalizada entre el profesorado debido, quizás, a las diferencias de formación y experiencia profesional y personal. La enseñanza de las ciencias como investigación exige al profesor un cambio conceptual, procedimental e incluso actitudinal frente a la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Los aspectos novedosos y valiosos de ésta forma de enseñar ciencias pueden disolverse si se llevan a cabo en prácticas pedagógicas en las que subyace una visión

de ciencia y aprendizaje que conlleve un sentido didáctico ajeno y diferente a ella. Instaurar una enseñanza de las ciencias como investigación en las prácticas de los profesores requiere entonces de la puesta en marcha de modelos de formación docente –inicial y continua– que sean coherentes y congruentes con dicha propuesta de enseñanza.

Otro de los retos que impone la enseñanza a través de la investigación es la demanda de comunicar una imagen de las ciencias como actividad intelectual que resulte atractiva y estimulante para los alumnos. A pesar de la importante labor que tienen los profesores de introducir a sus estudiantes al mundo de las ciencias, comúnmente se sienten ajenos a él. Esto no es de extrañar si consideramos la formación científica que los profesores reciben en las instituciones formadoras de docentes y en las pocas oportunidades que tienen para familiarizarse con las personas, los métodos, los valores, los procesos y las prácticas de las comunidades científicas. El reto para los profesores provenientes de alguna disciplina científica será cómo comunicar la imagen del trabajo científico que seguramente experimentaron durante su proceso formativo.

Esta falta de experiencia personal y de conocimiento profesional puede limitar el diseño y la puesta en práctica de actividades auténticas de investigación. Las expectativas curriculares no plantean a los maestros actividades específicas de enseñanza y aprendizaje. En consecuencia, dejan múltiples intersticios para el maestro en la construcción, diseño y aplicación de actividades con objeto de que los alumnos accedan a los contenidos. Este aspecto se vuelve importante al momento de mirar las prácticas escolares porque entonces se puede reconocer la existencia de una variedad de actividades y recursos que los maestros cotidianamente implementan en su trabajo, así como los sentidos y significados de las mismas. En estas actividades los maestros de ciencias ponen en juego sus creencias sobre la enseñanza y el aprendizaje, sus experiencias personales y profesionales así como el conocimiento que tienen sobre el contenido y sobre sus alumnos; y están en función de las condiciones materiales (Forbes y Davis, 2010).

Finalmente, otro de los retos para los profesores que impone la enseñanza a través de la investigación, es lograr que los alumnos se involucren en actividades prácticas y dinámicas de investigación. Lin, Hong y Cheng (2009) sostienen que, si bien el enfoque de la investigación en la enseñanza ofrece la oportunidad de que los alumnos aprendan ciencia a través de actividades prácticas y dinámicas, no es una

garantía de que participen activamente en dichas actividades; más cuando éstas se realizan con un nivel de investigación totalmente dirigido y controlado. Estas actividades demandan de los alumnos un esfuerzo y trabajo intelectual, así como una constante dedicación a ello. En el contexto de la educación secundaria el asunto se vuelve relevante de considerar porque los alumnos tienen que lidiar con otras asignaturas que también les exigen cierto nivel de compromiso.

Si bien las expectativas curriculares respecto a la investigación en la enseñanza de las ciencias buscan influir en las prácticas escolares, éstas últimas son el resultado de un proceso de desarrollo histórico. En dicho desarrollo está inscrita la experiencia de vida personal y profesional del profesor; experiencia que le ha permitido apropiarse de saberes, discursos, formas de enseñar, evaluar, etc. Como señalaré a lo largo de los próximos capítulos, en el proceso de implementación de la propuesta del TpP, ésta es reconfigurada por los profesores, e incluso por los alumnos. Esta reconfiguración me permite sostener, apoyándome en Rockwell (2005), que la implementación de una propuesta de innovación es, en sí mismo, un proceso de reconstrucción ideológica que no refleja directa y fielmente el discurso pedagógico que subyace en la propuesta que se intenta introducir e institucionalizar.

En línea con los planteamientos de Guerra (2012), lo que aquí he denominado como expectativas curriculares respecto a la investigación en la enseñanza de las ciencias sólo son un conjunto de ideales retóricos que existen en documentos. El razonamiento y la acción respecto a dichas expectativas, tanto de profesores como de alumnos, tienen su propio ámbito.

Capítulo 3 Investigar sobre sismos. La experiencia de proyecto en el aula de Fabián

En el presente capítulo doy cuenta de lo ocurrido en el aula de ciencias cuando el profesor Fabián y sus estudiantes realizaron un proyecto acerca de los sismos. Es importante recordar que el marco de referencia de esta actividad se encuentra en el Programa de Estudios de la asignatura Ciencias II con énfasis en Física (SEP, 2006b) y en el libro de texto empleado por el profesor (Cuervo, 2009).

Como lo señalé en la segunda sección del capítulo anterior, el programa de Ciencias II con énfasis en Física demanda la realización de un proyecto al final del Bloque 1 de contenidos (SEP, 2006b). Para este bloque el programa propone tres opciones de proyecto: 1) ¿Cómo se propagan y previenen los terremotos?, 2) ¿Cómo se mide la velocidad en los deportes? y 3) ¿Cómo potenciamos nuestros sentidos para conocer más y mejor? (ver figura 2.2). Por otro lado, en la segunda sección del capítulo anterior señalé que sólo la primera de estas opciones de proyecto se presenta en el libro de texto que usaba el profesor Fabián. En esa misma sección presenté la descripción de lo que propone el libro de texto en cuestión (Cuervo, 2009) sobre este particular proyecto.

En el presente capítulo me propongo describir y comprender lo que ocurrió en el aula de ciencias de Fabián en la realización de una experiencia concreta de proyecto y desde la perspectiva del profesor. En este sentido, y para el caso de la presente tesis, cobran relevancia tanto las acciones como las ideas expresadas por Fabián; las cuales permiten entender y dar sentido y significado a lo observado. El presente capítulo está estructurado en tres apartados.

En el primero de ellos presento la descripción y análisis de los episodios de clase en los que Fabián llevó a cabo actividades para implementar con sus alumnos el proyecto. Los datos de este apartado provienen de las observaciones de clase, a las cuales se incorporaron otras fuentes empíricas (como la transcripción del discurso del profesor en el aula y fragmentos de las entrevistas posteriores). En el segundo apartado presento las ideas de Fabián sobre la investigación científica, las cuales provienen de lo expresado en las entrevistas inicial y final. Estas ideas permiten

establecer ciertas relaciones de sentido y significado a lo observado en el aula de clase. Finalmente, en el tercer apartado, presento una serie de comentarios sobre este particular caso de implementación del TpP.

A manera de contexto, al momento de realizar el trabajo de campo, el profesor Fabián tenía cuatro años ejerciendo la docencia e impartía la asignatura Ciencias II con énfasis en Física a tres de los cinco grupos de segundo grado de la escuela secundaria donde realicé dicho trabajo. Fabián señaló ser egresado de la Escuela Normal Superior, especializado en la enseñanza de la biología; sin embargo desde que comenzó a trabajar, ha impartido la asignatura de Ciencias II (énfasis en Física). Por la tarde, y en otra secundaria, Fabián impartía esta misma asignatura y, además, Ciencias III con énfasis en Química. En la escuela del turno vespertino llevaba dos años de haberse incorporado. Fabián expresó que los últimos cursos de actualización que había tomado estaban relacionados, de manera general, con el uso de internet en la escuela y sobre la adolescencia.

La realización del proyecto en el aula

A Fabián lo observé durante seis sesiones en uno de los grupos a los que impartía clase –integrado por 38 alumnos–; la mayoría de ellas con duración de 50 minutos. En estas sesiones Fabián abordó con sus alumnos los temas relacionados con el movimiento, correspondientes al primer bloque temático del programa de estudios (SEP, 2006b). Durante estas sesiones, Fabián desarrolló el proyecto llamado *¿Cómo se propagan y previenen los terremotos?* también correspondiente al primer bloque. Como lo he mencionado en otros momentos, el libro de texto empleado por Fabián, y del cual retomó el proyecto, era “Ciencias 2 Física” (Cuervo 2009).

En la tabla 3.1 presento un esquema de lo observado en cada una de las sesiones de clase de Fabián y, a su vez, señalo los episodios en que éstas fueron divididas. Como se puede observar en esta tabla, y a excepción de las sesiones IV y VI, en las sesiones de clase de Fabián hay *episodios clave* para el presente estudio. En estos episodios se identificaron acciones relacionadas con la realización de un proyecto en el aula, los cuales están señalados, en esa misma tabla, con letra más oscura.

Tabla 3.1 Descripción general de lo observado en la práctica del profesor Fabián (Física)

Sesión	Episodios identificados (¿Qué ocurre en la clase?)
I	<ol style="list-style-type: none"> 1. El profesor entrega a los alumnos tareas evaluadas. 2. El profesor explica a sus alumnos en qué consiste hacer un proyecto. 3. Los alumnos, integrados en equipo, eligen el proyecto a realizar.
II	<ol style="list-style-type: none"> 1. Profesor y alumnos revisan un cuestionario de evaluación. 2. La clase se interrumpe por la orientadora que da un aviso al grupo. 3. El profesor explica a sus alumnos la fase de desarrollo del proyecto y les encarga traer, de manera individual, información sobre sismos. 4. El profesor expone a sus alumnos, de manera interactiva, el tema distancia/tiempo. 5. Los alumnos resuelven un ejercicio de cierre sobre el tema expuesto.
III	<ol style="list-style-type: none"> 1. El profesor integra a los alumnos en equipos para trabajar con la información sobre sismos. 2. El profesor dicta a sus alumnos un cuestionario de diez preguntas sobre los sismos. 3. Los alumnos, en equipo, trabajan con la información para responder las preguntas dictadas. El profesor pasa a cada equipo a evaluar que los alumnos hayan cumplido con la información. 4. Profesor y alumnos realizan activación física.
IV	<ol style="list-style-type: none"> 1. El profesor expone a sus alumnos, de manera interactiva, el tema “movimiento de los cuerpos”. 2. La orientadora interrumpe la sesión para recoger firmas de los alumnos. 3. El profesor retoma su exposición. 4. Profesor y alumnos realizan activación física.
V	<ol style="list-style-type: none"> 1. El profesor llama a exponer a diferentes equipos de alumnos, sólo uno lleva su exposición. 2. Un equipo de alumnos realiza la exposición de su proyecto sobre los sismos. El profesor extiende el tema y promueve la participación del resto del grupo. 3. El profesor explica a sus alumnos el formato de un reporte de práctica El profesor expone a sus alumnos, de manera interactiva, el tema “ondas” (hablan de una actividad experimental que no se observó). 4. El profesor explica a sus alumnos una actividad de lectura relacionada con Galileo Galilei.
VI	<ol style="list-style-type: none"> 1. El profesor realiza la lectura comentada de un libro sobre Galileo Galilei. Los alumnos toman apunte. 2. El profesor explica a sus alumnos los requisitos para elaborar una historieta a partir de la lectura.

Fuente: elaboración propia

Como puede notarse, no hubo sesiones de clase dedicadas exclusivamente al proyecto. El profesor Fabián combinó el tratamiento de los últimos temas del primer bloque con la realización del proyecto sobre sismos. A continuación presento la descripción y análisis de lo observado en los episodios relacionados con la realización del proyecto señalados con letra oscura en la tabla 3.1.

**-Explicar a los alumnos en qué consiste un proyecto.
(Sesión 1, episodio 2)**

En este episodio Fabián explicó a sus alumnos en qué consiste un trabajo por proyectos (TpP), así como la forma en que desarrollarían el primero de ellos. Fabián recordó a sus alumnos que en otras asignaturas ya habían tenido experiencia en la elaboración de este tipo de trabajos escolares. También les compartió que al final de cada bloque el programa de estudios le sugería trabajar un proyecto. Esto fue lo que expresó en el aula:

Mo: ustedes el año pasado ya trabajaron sobre proyectos en todas las materias. Al final de cada bloque nos sugiere el programa que trabajemos proyectos. Se llaman de aplicación o integración porque ya que abordamos los temas diversos vamos a integrar o conjuntar esos conocimientos para tratar de aplicarlos.

[AC-FFC-S1]

En esta intervención del profesor se puede identificar, claramente, que en la explicación que ofrece a sus alumnos sobre el TpP hace explícita su conceptualización sobre dichos trabajos (“se llaman de aplicación o integración”) y, al mismo tiempo, la finalidad de los mismos (“integrar o conjuntar esos conocimientos para tratar de aplicarlos”).

En este episodio, Fabián señaló a sus alumnos las etapas para elaborar un proyecto; mismas que anotó en el pizarrón. Las etapas señaladas fueron planeación, desarrollo, comunicación y evaluación. Fabián comunicó a sus alumnos que éstas estaban divididas en subetapas, a lo cual se detuvo a explicar las acciones implicadas en cada una de ellas. En el pizarrón fue anotando, a manera de síntesis, las puntualizaciones para cada etapa; los alumnos, por su parte, se dedicaron a copiar lo que el maestro anotaba en el pizarrón. Al final quedó un esquema como el que se muestra en la figura 3.1.

En esta figura se puede identificar que para Fabián el TpP está centrado en la información; en su búsqueda, tratamiento y presentación. En esta misma figura se puede observar que Fabián señala la posible inclusión de maquetas, artefactos o recursos visuales, dando la idea de que espera algo más que la mera exposición verbal del tema. Lo interesante es que estos aspectos se mencionan en relación con la presentación del proyecto pero no en relación al desarrollo del mismo. Se puede

observar, además, cómo Fabián incorpora en su discurso las fases de proyecto señaladas por la propuesta oficial (SEP, 2006b).

Figura 3.1 Las anotaciones de Fabián en su explicación al grupo



[OC-FFC-S1]

Durante este episodio, Fabián hizo saber a sus alumnos que los dejaría elegir libremente el tema del proyecto, según sus gustos y preferencias. Para esto les indicó que tendrían que conformar equipos de trabajo de máximo seis integrantes y que, posteriormente podrían elegir un tema. Para ello aludió al libro de texto e indicó que en este se propone trabajar el tema “¿cómo se propagan los terremotos?”. Sin embargo Fabián hizo saber a sus alumnos la existencia de otras dos propuestas de tema de proyecto y que podían retomar para trabajar: la velocidad en los deportes y cómo podemos potenciar nuestros sentidos para conocer más y mejor. Como recordaremos, estos temas no vienen en el libro de texto que usaba Fabián, pero sí en el programa de su asignatura (SEP, 2006b); esto muestra la apropiación que Fabián ha hecho de la propuesta curricular.

En una entrevista posterior a esta primera sesión, Fabián expresó que la finalidad de explicar a sus alumnos la forma en que trabajarían el proyecto es:

Que ellos encuadren bien el proyecto ¿no? o sea que entiendan ellos cómo es que yo quiero el proyecto y que se desarrolle. Sobre todo porque todos tenemos una metodología distinta ¿no? entonces en este primer bloque el proyecto yo pretendo que ellos vean más que nada el cómo se va a trabajar y el para qué. [E2-FFC-2]

En otro momento, expresó:

...Pues creo que es importante explicarles a los alumnos la dinámica del trabajo porque si solo les decimos “vamos a hacer un proyecto” no pues no saben o se confunden. [E2-FFC-12]

En ambos fragmentos de entrevista se puede identificar el sentido que Fabián atribuye a su acción de explicar a los alumnos en qué consiste un TpP. El sentido, en tanto propósito de la acción, es establecer la forma de trabajo, acuerdos, aclaraciones, etc., pues se trata del primer proyecto que implementa con ese grupo. Esto tiene que ver con lo que Chevallard (1997) denomina como "contrato didáctico", a través del cual el profesor negocia con sus alumnos tanto lo que es importante de aprender como las normas de trabajo y acción para lograr dicho aprendizaje.

**-Los alumnos se integran en equipos y eligen su tema de proyecto.
(Sesión I, episodio 3)**

Una vez que Fabián terminó de explicar la forma en que trabajarían el proyecto, solicitó a sus alumnos que se formaran en equipo de seis integrantes y que anotaran en una hoja de su cuaderno el nombre de quienes conformaran el equipo, así como el nombre del proyecto a realizar. El maestro dio a sus alumnos la oportunidad de que trabajasen con quienes ellos quisieran. De acuerdo a lo expresado en la entrevista posterior, Fabián realiza la formación de equipos de esta forma porque:

Si (los alumnos) trabajan con quien están agusto trabajan mejor, aunque a veces se llevan chascos. Eligen a sus compañeritos, hacen sus equipos y a mitad del trabajo ya están con "maestro ya quiero cambiarme" y ahí es cuando les digo "no no, yo te di la libertad de que hicieras el equipo con quien querías ahora tienes que cumplir ese compromiso". [E2-FFC-2]

En este episodio, los alumnos se organizaron en equipo; pude observar la formación de cinco equipos de trabajo de entre cinco y seis integrantes que se distribuyeron por todo el salón. Los cinco equipos de trabajo fueron mixtos, es decir, integrados por alumnas y por alumnos. Ya integrados en equipo, los alumnos comenzaron a discutir sobre el proyecto que iban a realizar, para ello abrieron su libro de texto (Cuervo, 2009) en el proyecto que viene en la página 79 (ver anexo 1).

Durante este momento, los alumnos que estaban más próximos a mí se mostraron interesados en los otros dos temas que el maestro les había dicho (la velocidad en los deportes y cómo podemos potenciar nuestros sentidos para conocer más y mejor). Algunos alumnos se acercaron al profesor para preguntarle en qué consistía cada una de estas propuestas:

Mo: En el de los sismos pueden construir un sismógrafo, pueden traer una pecera, un simulador de sismos, alguien hizo una vez un simulador de sismos y me pareció muy interesante. Ojalá que por aquí podamos conseguir trabajos de ese tipo ¿Sí? Del tema de cómo potenciar los sentidos recuerden que nosotros a través de nuestros sentidos no podemos captar todos los movimientos ¿verdad? si son muy lentos no somos capaces de verlos, si son muy rápidos, también no podemos este captarlos. Por lo tanto tenemos que buscar mecanismos por los cuales pudiéramos ver que se está moviendo algo ¿mediante qué podemos ver que algo se mueve? Por ejemplo, en un movimiento muy lento, la semilla se planta a la tierra, se abona, se pone agua y poco a poco van surgiendo cambios, vemos transformaciones. Si nosotros vemos que la planta está creciendo, se está moviendo, sin embargo si la exponemos a fotografías periódicas y luego las fotografías las hacemos como hicimos, ¿recuerdan su este... su animación del cuaderno?

Ao: ¡Sí!

Mo: Bueno, pues así, las pasamos una detrás de otra, rápido, vamos a ver cómo la planta creció en unos segundos, en ese, pero ese movimiento tardó semanas o incluso meses, también pueden ser años, ¿verdad?

Ao: ¡Sí!

[AC-FFC-S1]

El diálogo anterior muestra cómo Fabián se esfuerza por comunicar a sus alumnos lo que espera que hagan en el proyecto, para ello les menciona varias actividades prácticas que pueden realizar (sismógrafo, simulador de sismos y registro fotográfico). Se puede identificar cómo recurre a una experiencia pasada para invitar a sus alumnos a realizar un simulador de sismos. Al respecto, en la entrevista posterior, Fabián compartió una experiencia de proyecto en la que sus alumnos presentaron una maqueta como un simulador de sismos:

Por ejemplo, fíjate que otros años los alumnos han construido, los que van en los talleres de electricidad o electrónica, no me acuerdo bien de cuál fue, pero me llegaron con un simulador de ondas o de sismos ¿no? Me gustó mucho porque fue como una maqueta lo que hicieron y le colocaron un aparatito que vibraba con un interruptor y se movía la tabla y se caían las cosas que habían colocado, que casas, edificios, cochecitos. Y eso es lo que entregaron como productos, como evidencias ¿no? como resultados. [E2-FFC-4]

También se puede identificar la forma en que Fabián recupera una actividad pasada (una animación en el cuaderno) y un tema particular para ejemplificar a los alumnos lo que pueden hacer en la otra propuesta de proyecto. Sin embargo, el profesor explicó con más detalle el proyecto referente a los sismos, muy brevemente el de los sentidos

y no mencionó el de la velocidad en los deportes. En este sentido, considero que Fabián prioriza, por encima de los otros dos, el proyecto de los sismos.

Los alumnos eligieron como proyecto el único que venía en su libro de texto y que se titula *¿Cómo se previenen y propagan los sismos?* En el anexo 1 presento la propuesta de actividades del libro de texto (Cuervo, 2009) para este proyecto. De manera general, la estructura de la propuesta del libro es la siguiente:

- Inicia con algunas preguntas: ¿Qué son los sismos? ¿Por qué en México debemos estudiarlos? ¿Qué hemos hecho y podemos hacer en caso de que ocurra uno?
- Sugiere a los alumnos preguntar a un familiar sobre alguna experiencia relacionada con un temblor e investigar en una biblioteca o en Internet qué es un sismo, una zona sísmica y las medidas de prevención.
- Se propone una actividad colectiva en la que se pregunta a los estudiantes si las ondas sísmicas son longitudinales o transversales y si se mueven con movimiento rectilíneo uniforme o de otro tipo; y si los sismos pueden escucharse y verse.
- Con base en un registro de los sismos más importantes en México, los alumnos deben tratar de encontrar una relación entre los años en que estos sismos ocurrieron, señalar los de mayor magnitud y ver si se puede predecir un sismo.
- Lectura sobre la invención de una alarma sísmica y una reflexión sobre medidas de protección ante un sismo.
- Realizar una campaña de información sobre sismos que incluya folletos, carteles, simulacros y consideraciones sobre una alarma sísmica.
- Propone la elaboración de un simulador de sismos y la construcción de un sismógrafo.

Cada equipo entregó al profesor una hoja con los integrantes del equipo, junto con el tema elegido. En la entrevista posterior pregunté al profesor por qué todos los equipos habían elegido el proyecto de los sismos; al respecto me respondió lo siguiente:

Fíjate que el de la velocidad de los deportes como que no despierta interés en ellos. Yo creo que porque no relacionan la velocidad y el deporte con la física bueno con la ciencia, si, como que no le encuentran la relación con... en cambio se inclinan mucho por los temas del sismo y los terremotos quizás porque es tema de interés

general. Además de que bueno vivimos en una zona sísmica y a cada rato nos están recalando que somos una zona de riesgo y las prevenciones entonces yo creo que eso es algo que les interesa mucho no. Bueno y el de los sentidos a algunos también no les llama pero cuando se dan cuenta que pueden entregar cosas como producto final un aparato construido por ellos, no sé un telescopio o microscopio muy rudimentarios no, pero que sepan que ya pueden entregar ese producto pues les llama. [E2-FFC-4]

Podemos notar que desde la perspectiva de Fabián hay proyectos que no despiertan interés e inquietud de sus alumnos, y que hay algunos otros que les llaman más la atención por abordar temas más generales. El profesor menciona nuevamente aspectos prácticos que los estudiantes podrían realizar como parte de los proyectos.

Es importante recordar que a pesar de que el programa de estudios para la asignatura Ciencias II con énfasis en Física sugiere tres temas de proyecto (ver figura 2.2), en el libro de texto empleado por Fabián y sus alumnos (Cuervo, 2009) sólo se desarrolla el proyecto de los sismos. Esto sin duda tiene efecto en que los alumnos, al no visibilizar de manera concreta los otros temas de proyectos, opten por desarrollar el de sismos. A partir de la propuesta de Tamir y García (1992), considero que la elección del proyecto no es totalmente libre pues, en la decisión de los estudiantes, pesan tanto las orientaciones del profesor como el contenido del libro de texto.

**-Explicar a los alumnos en qué consiste el desarrollo del proyecto.
(Sesión II, episodio 3)**

Este episodio Fabián retomó la explicación de las consideraciones que tendría en cuenta para el proyecto que comenzarían a trabajar; el foco de atención en su explicación fue la etapa de desarrollo (ver figura 3.1).

Fabián recordó a sus alumnos que para hacer un proyecto era necesario seguir varias etapas o fases, mismas que anotó en el pizarrón: planeación, desarrollo, comunicación y evaluación. Particularmente Fabián se detuvo en la segunda de ellas:

Mo: Vamos a entrar a la siguiente etapa que es la del desarrollo, la etapa que es la búsqueda de la información. Cada integrante del equipo deberá darse a la tarea de buscar información referente al tema que eligieron para trabajar. Tenemos que poner fechas, establecer tiempos para poder cumplir con este siguiente punto, etapa del proyecto, vamos ¿qué les parece? lo pongo a su consideración, que demos esta semana para que de manera individual busquen información referente a su tema, tengan miércoles,

jueves, viernes, sábado, domingo y el lunes traigan información de diferentes fuentes, de revistas, libros, enciclopedias, entrevistas, documentales, películas

As: Internet

Mo: Internet, de todos ellos traigan su información y aquí en equipos se reúnan y pasemos a la siguiente fase que sea la selección y discriminación ¿Están de acuerdo de que el lunes sea un tiempo adecuado para que traigan su información?

As: Si

[AC-FFC-S2]

En esta intervención Fabián se refiere a acciones relacionadas con lo que él denomina "búsqueda de información". Se puede observar también cómo hace el señalamiento de algunas fuentes en las que pueden obtener información: revistas, libros, enciclopedias, entrevistas, documentales, películas e internet, esta última opción mencionada por los estudiantes. Esta búsqueda de información en distintas fuentes queda como una tarea que los alumnos realizan de manera individual fuera del aula de clase.

El profesor Fabián pidió a sus alumnos que la información encontrada la copiaran en el cuaderno de su asignatura y que en menor medida llevaran copias e impresiones; pero también les dio la opción de llevar las propias fuentes. Les hizo saber que era necesario que anotaran la fuente bibliográfica de donde habían obtenido la información. Un alumno preguntó en voz alta: "¿qué es eso de fuente bibliográfica?", el resto del grupo, en forma de coro contestó: "pues la página de dónde lo sacaste". En este momento el profesor Fabián intervino:

Mo: Pero no sólo es anotar el nombre de la página, acuérdense, también estamos consultando otras, libro, el nombre de la revista, de dónde sacaron la información, fecha, autor, páginas, editorial, año de edición, todos esos datos que ustedes conocen para la bibliografía deben de tenerlo en su información de acuerdo, en su cuadernito sale listo, ¿dudas al respecto del trabajo de proyecto?

Ao: no

[AC-FFC-S2]

Evidentemente los estudiantes se referían a la página de Internet consultada; pues Internet es probablemente para ellos la principal fuente de información. Por su parte el profesor insiste en las otras fuentes que él tiene consideradas y que son esencialmente fuentes documentales impresas.

Los alumnos anotaron en su cuaderno las indicaciones que el profesor les fue brindando sobre la etapa de búsqueda de información, correspondiente a la fase de

"desarrollo". Fabián les indicó que sería una tarea para ser evaluada de forma individual y que tendrían una semana para hacerla. Ningún alumno mostró inquietud o dudas sobre esta actividad en particular. Posteriormente Fabián retomó el tema que venía abordando en clases anteriores, el de relación entre distancia y tiempo.

**-Integrar y distribuir a los alumnos en equipos de trabajo.
(Sesión III, episodio 1)**

En este episodio Fabián se dedicó a distribuir a los equipos de alumnos en el salón de clase. Inicialmente, en la sesión I se habían conformado cinco equipos de trabajo; sin embargo, para esta sesión III, algunos alumnos que no habían asistido a aquella clase y que no estaban enterados del trabajo que iban a realizar conformaron otros equipos. Algunos de estos alumnos expresaron al profesor su desacuerdo para trabajar en equipo. El siguiente fragmento es un diálogo entre el profesor y algunos de estos alumnos, el cual permite mostrar cómo el profesor insiste en la formación de equipos para el proyecto:

Mo: Ese trabajo tenemos que hacerlo en equipo, no podemos trabajar solos, así que hagan equipo

Ao1: Pero entonces que todos trabajen

Ao2: Pues a veces la mayoría no trabaja, bueno ya déjelo

Mo: Rápido, se me separan por equipos... a ver, ¿no tiene equipo?

Ao3: No

Mo: Intégrese con ellos... ¿no tiene equipo?

Ao4: No

Mo: Intégrese...

Ao: Maestro oiga

Mo: ¿Qué onda?

Aa: Y yo no tengo equipo...

Mo: Intégrese y que sean seis

[AC-FFC-S3]

En una entrevista posterior, le pregunté a Fabián sobre la marcada insistencia de que sus alumnos trabajaran en equipo; al respecto expresó lo siguiente:

Es para que obtengan mejores resultados, para que ellos consigan un trabajo de mayor calidad. Es por eso, que aprendan a relacionarse con las personas a colaborar unos con otros, a escuchar la opinión, el punto de vista del otro, respetar acuerdos ¿no?, eso es algo que también se debe trabajar que además nos sirve pues para la vida común y corriente y si el proyecto lo permite pues qué mejor que promoverlo con él, ¿no? [E3-FFC-2]

El profesor deja entrever que el sentido de la conformación de equipos es que los alumnos aprendan a trabajar en forma colectiva y colaborativa, desarrollando algunas habilidades que el mismo programa propone. Este sentido que Fabián atribuye al trabajo en equipo hace que, en la práctica, su marcada insistencia en que los alumnos trabajen de manera colaborativa no sea una acción azarosa. Fomentar el trabajo en equipo es una preocupación constante entre el profesorado y, a su vez, es algo que se les demanda desde la propuesta curricular (SEP, 2006a, 2006b).

En este episodio, Fabián solicitó a los alumnos que se reunieran en equipos de trabajo para que pudieran compartir la información sobre el tema que habían encontrado. Los alumnos se distribuyeron por el salón con la orientación del profesor y, con sus bancas, formaron círculos de trabajo.

**-Dictar a los alumnos una serie de preguntas relacionadas con los sismos.
(Sesión III, episodio 2)**

Una vez organizados los alumnos en equipo, Fabián dictó doce preguntas relacionadas con el tema de los sismos que solicitaban definiciones, clasificaciones e información factual. Estas preguntas fueron anotadas en el pizarrón y los alumnos las copiaron en su cuaderno. Las preguntas que se apuntaron las muestro en la figura 3.2.

Figura 3.2 Preguntas proporcionadas por Fabián a sus alumnos

- 26 de septiembre de 2011
Preguntas para trabajar la información.
1. ¿Qué es un sismo?
 2. ¿Cómo se propaga?
 3. ¿Cómo se clasifican los sismos según su tipo de movimiento?
 4. ¿Qué diferencias hay entre un sismo, un terremoto y un tsunami?
 5. ¿Qué es una zona sísmica?
 6. ¿Qué son las placas tectónicas? ¿Qué relación existe entre éstas, los sismos y los volcanes?
 7. ¿Cuál es el nombre de las placas tectónicas más grandes del mundo y dónde se ubican?
 8. ¿Existe relación entre las zonas donde concurren las placas y la incidencia de temblores?
 9. ¿Cuáles placas se encuentran en territorio mexicano?
 10. ¿Qué es un epicentro?
 11. ¿Dónde se localizan la mayoría de los epicentros en nuestro país?
 12. ¿Cuáles son las escalas para medir un movimiento sísmico?

[OC-FFC-S3]

En una conversación que sostuve con el profesor le pregunté por qué había dado a sus alumnos esas preguntas. La respuesta que Fabián ofreció tiene que ver, de acuerdo

con Schön (1992), con un proceso reflexivo que acompaña a su práctica de enseñanza. En esa conversación Fabián señaló que tenía planeado que los alumnos analizaran y sistematizaran, sin orientación alguna, la información que habían encontrado, a fin de que pusieran en acción lo que habían aprendido en otras asignaturas sobre “el análisis y organización de información”. Esto que tenía planeado lo aplicó en uno de los otros grupos a los que también impartía clase.

Según me comentó Fabián, los alumnos del otro grupo no lograron analizar ni sistematizar la información. Fabián me hizo saber que en ese grupo logró observar que a los alumnos les costaba trabajo organizarse para analizar la información que cada integrante del equipo había llevado. También comentó que mientras él iba revisando la tarea, los alumnos no se estaban dedicando a analizar y sistematizar la información. Fue esta situación lo que lo orilló a planear nuevamente la forma de trabajo, lo cual dio como resultado las preguntas que facilitó a sus alumnos del grupo observado.

Sobre el propósito de proporcionar a sus alumnos estas preguntas, Fabián comentó lo siguiente en una entrevista:

Más que nada guiar el trabajo, guiarlos eh, porque como que andan dando palos de ciego, veo que no saben qué hacer con ella [con la información] ni cómo organizarla, entonces orientarlos a eso a la sistematización, yo eso lo traté de subsanar con las preguntas que les puse, que son como una guía para que vayan sacando adelante un poquito el trabajo, eso fíjate que sí vi que se desató el trabajo en equipo eh. [E3-FFC-3]

Si bien es interesante que Fabián proporcionara a sus alumnos una serie de preguntas para orientar la selección de información, éstas, por su naturaleza, permiten recuperar información factual sobre el tema abordado. Esta suele ser una práctica muy común en las aulas de las escuelas secundarias. Bajo esta práctica se fundamenta la idea de que entre más información más conocimiento, lo cual deriva en ofrecer a los alumnos información enciclopédica sobre muchos temas, pero limitando que éstos se vean implicados en auténticos procesos de construcción de conocimiento. En entrevista posterior Fabián expresó que estas preguntas las había obtenido de algunos libros de texto de física.

**-Los alumnos responden las preguntas/ el profesor revisa la información.
(Sesión III, episodio 3)**

En este episodio, los alumnos se dedicaron a seleccionar y organizar la información que presentarían en sesiones próximas. El tratamiento de información estuvo orientado por las preguntas que el profesor facilitó a los alumnos (figura 3.2).

Fabián fue pasando a cada uno de los siete equipos de trabajo a revisar la información que cada integrante había llevado; en algunos materiales el profesor fue colocando un sello y al mismo tiempo fue anotando en su lista de asistencia el cumplimiento, o no, de la tarea. Mientras Fabián iba pasando por los equipos a revisar la información que había quedado de tarea, los alumnos se dedicaron a responder las preguntas que estaban escritas en el pizarrón.

Logré observar que los alumnos sacaron la información que habían buscado. La mayoría de ellos traía hojas impresas, algunos otros llevaron libros, como por ejemplo enciclopedias y diccionarios, y algunos más llevaron periódicos; en estos últimos equipos observé noticias relacionadas con el 26 aniversario del terremoto de 1985 (conmemoración que había ocurrido días antes a la sesión). En otro equipo observé que un alumno llevó un libro de texto de la materia de geografía.

En algunos equipos logré observar que los alumnos se repartieron las preguntas para ser contestadas. La mayoría de ellos usó la información que habían llevado en distintos materiales. Los alumnos que llevaron hojas impresas fueron subrayando información. Quienes llevaron diccionarios y enciclopedias marcaron con un *post-it* la página donde posiblemente se encontraba información que daba la respuesta a alguna pregunta. En el equipo donde estaba el alumno con el libro de texto de geografía logré observar que éste fue el único material con el que trabajó el equipo, a pesar de que el resto de los integrantes llevaban hojas con información impresa.

Al final de este episodio, el profesor dio la indicación a los alumnos de que una vez respondidas las preguntas, éstas las integraran en un trabajo escrito con computadora, en hojas blancas y para entregar el día de la exposición; misma que se llevaría a cabo una semana después.

**-El profesor llama a exponer a diferentes equipos.
(Sesión V, episodio 1)**

Antes de entrar al salón de clases para observar esta sesión de trabajo, el profesor Fabián me comentó que la sesión estaría dedicada a la presentación y exposición de sus alumnos sobre los trabajos de investigación que habían realizado. El profesor me

recordó que los alumnos habían estado trabajando, en sus hogares, en el trabajo escrito y en la realización de las exposiciones.

Durante este episodio, Fabián recordó a sus alumnos algunas actividades que habían realizado respecto al proyecto que estarían por presentar, como por ejemplo, la selección y discriminación de información y la elaboración de un trabajo escrito. Posteriormente, Fabián dio a sus alumnos algunas indicaciones respecto a la exposición del proyecto del primer bloque, como el tiempo dedicado a ella y el orden en que pasarían los equipos.

Fabián nombró, respectivamente, los integrantes de dos equipos de alumnos; sin embargo, estos le hicieron saber que no habían preparado la exposición y que no tenían el trabajo escrito. Posteriormente Fabián nombró a un tercer equipo de alumnos, los cuales sí llevaban preparada su exposición y su trabajo escrito. Fabián invitó a estos alumnos a colocar sus materiales en el pizarrón y a exponer cuando estuvieran listos. Un par de alumnas le pidieron al profesor la oportunidad de realizar la exposición de manera individual, empero, Fabián se mostró negativo en esta solicitud, e insistió en que se trataba de un trabajo de equipo.

**-La exposición de un equipo y la intervención del profesor.
(Sesión V, episodio 2)**

El equipo expositor colocó en el pizarrón láminas de papel bond en donde mostraban un mapa conceptual, imágenes, un esquema y una lámina con texto. Cada integrante llevaba hojas con información impresa. A lo largo del pizarrón los alumnos colocaron un letrero que decía "TERREMOTOS Y SISMICIDAD". Cuando todo su material estuvo colocado y pegado en el pizarrón, le indicaron al profesor Fabián que estaban listos para iniciar. Acto seguido Fabián hizo saber al resto del grupo que estuvieran atentos a la exposición del equipo. Les recordó que ellos iban a co-evaluar el trabajo del equipo expositor y dio la indicación de iniciar la presentación. La estructura de los temas presentados por este equipo de alumnos fue la siguiente:

- ¿Qué es un terremoto?
- ¿Qué es un sismo?
- Tipos de sismos y sus características
- El origen de los sismos
- Las partes que integran un sismo
- Las zonas sísmicas y placas tectónicas

- Escalas para medir los sismos
- ¿Qué hacer en caso de un sismo?
- Los tsunamis

Finalizada la presentación, Fabián solicitó a cada uno de los alumnos expositores que plantearan a sus compañeros preguntas relacionadas con el tema. Los alumnos expositores no llevaban preguntas preparadas; para formularlas recurrieron a la información que llevaban escrita en sus hojas. Las preguntas fueron las siguientes: 1) ¿Cuáles son los terremotos de colapso?, 2) ¿Cuáles son las ondas transversales? 3) ¿Quién creó la escala de Richter y en qué año? y 4) Menciona tres pasos que hay que seguir durante un sismo. Cuando los alumnos respondieron estas cuestiones, Fabián intervino ya sea ampliando ó aclarando la información. Esta fue la exposición del equipo de alumnos. Al terminar su exposición, se dirigieron con el profesor Fabián para hacerle entrega del trabajo escrito.

En una entrevista posterior, Fabián logró compartir que la forma de presentar el proyecto no siempre es exposición; para los proyectos de los próximos bloques el profesor tenía pensado demandar de sus alumnos la realización de un tríptico, periódico mural, folletos, etc.

Fabián se dio cuenta que ningún otro equipo de alumnos iba preparado para pasar a exponer; hizo saber a sus alumnos que las exposiciones continuarían una semana después. Por el resto de la sesión retomó el tema de "ondas" y comenzó a exponer. También explicó a sus alumnos una actividad de lectura relacionada con Galileo Galilei, sin que se mencionara una relación evidente entre esta y el proyecto.

Sobre el incumplimiento de las exposiciones de los alumnos, Fabián expresó en la entrevista posterior que era algo que ya esperaba que sucediera. Este incumplimiento lo orilló a dejar de lado las exposiciones del proyecto y dar prioridad a una actividad de lectura sobre la vida y obra de Galileo Galilei; tema sugerido por el programa de estudios (SEP, 2006b). En una entrevista posterior Fabián señaló que no siguió con las exposiciones porque el tiempo de las evaluaciones ya había pasado, que estaba por entregar las calificaciones de los alumnos al personal directivo y que el proyecto ya no lo había considerado como un criterio de evaluación; además expresó:

Tenemos que cubrir el programa y darle tiempo al proyecto. El programa es muy extenso y por más que nos apuramos no lo acabamos en el ciclo. Entonces yo por eso le dedico poco tiempo al proyecto porque sí prefiero los contenidos a esa actividad que a

veces no es muy interesante, más cuando nos las proponen. [E2-FFC-13]

Al parecer, Fabián privilegia el abordaje de los contenidos curriculares por encima de la realización de un proyecto. Cubrir los extensos contenidos es un propósito bastante común de las prácticas de enseñanza de los profesores de secundaria.

De manera general, la realización del proyecto en el aula de Fabián acerca de los sismos sigue un proceso de investigación lineal, el cual encuentra su límite y su ruptura frente a una actividad de distinta naturaleza. Se trata de un proceso de investigación mediante el cual se reúne información para sistematizarla y ordenarla a partir de ciertas cuestiones con la finalidad de comunicarla en ese mismo orden. Este proceso está dirigido a producir conocimiento sistemático y organizado, con carácter de incuestionable. Las habilidades promovidas con dicho proceso están relacionadas con la búsqueda, tratamiento y repetición de información.

Las ideas del profesor Fabián: sentidos y significados

Como recordaremos, un aspecto importante de las entrevistas iniciales fue lograr que los profesores expresaran y detallaran alguna experiencia significativa relacionada con la realización de un proyecto en su práctica docente y, a partir de ello, identificar algunos rasgos cualitativos que atribuyen a la investigación en la enseñanza de las ciencias. En el contexto de la presente tesis, estos rasgos, al ser situados y contextualizados, permiten dar sentido y significado a lo ocurrido en el aula cuando los profesores y sus estudiantes llevaron a cabo un trabajo por proyectos (TpP).

Al comenzar la entrevista, Fabián me hizo saber, que para él, la propuesta del TpP constituye un aspecto novedoso de la reforma curricular para la asignatura ciencias y que con dicho recurso se fomenta entre los alumnos el trabajo colaborativo y de equipo. Esto permitió que ahondáramos en aspectos relacionados con ello:

Pues dice (alude a su programa de estudios) que este trabajo tiene que ser un trabajo que refleje lo que los jóvenes han aprendido en cada uno de los bloques, que nos refleje qué tanto han asimilado de ese bloque y pues que lo apliquen en un proyecto de diferentes tipos no, de investigación, científico, de diferentes pues. [E-FFC-7]

En otro momento expresó:

(El trabajo por proyectos) Debe de ser el reforzamiento de lo aprendido a lo largo de cada uno de los bloques, un trabajo que nos permita externar qué tanto aprendimos los temas de cada bloque. [E-FFC-33]

El primer fragmento de entrevista deja entrever que Fabián adjudica al TpP la finalidad de ser una evidencia de aprendizaje. Lo interesante en este fragmento es que el profesor alude a su programa de estudios para ofrecer una respuesta acerca del TpP. En el segundo fragmento, vuelve a señalar esta misma finalidad y deja entrever otra: reforzar los aprendizajes. En el primer fragmento, cuando expresa "que lo apliquen en un proyecto de diferentes tipos" es posible identificar que para él, el TpP es también una actividad que permite que los alumnos apliquen lo que supuestamente han aprendido. Esta conceptualización sobre el TpP fue la misma que el profesor compartió con sus alumnos en el episodio dos de la primera sesión.

Para Fabián la aplicación de lo aprendido puede ser en proyectos de distinta naturaleza; al respecto, expresó algunas diferencias:

El proyecto de investigación pues es un trabajo meramente de investigación que va enfocado a suplir algunas lagunas que tuviéramos nosotros ¿no? Los científicos son aquellos en los que los alumnos aplican lo que ya aprendieron a situaciones de su vida. Y ya, esas son. [E-FFC-7a]

En un esfuerzo por distinguir la naturaleza de cada tipo de proyecto, Fabián cambia los términos. Cuando expresa "el proyecto de investigación pues es un trabajo meramente de investigación" está haciendo alusión al proyecto de carácter científico que justamente "consiste en desarrollar actividades relacionadas con el trabajo científico formal... mediante investigaciones" (SEP, 2006b: 13). Cuando trata de conceptualizar los otros proyectos, que él llama "los científicos", está aludiendo más bien al proyecto de tipo ciudadano, ya que expresa que estos "son aquellos en los que los alumnos aplican lo que ya aprendieron a situaciones de su vida". Así, en este fragmento es posible identificar que en la voz de Fabián está presente, de alguna manera, la conceptualización que se hace sobre el tipo de proyecto ciudadano en la propuesta curricular. Llama la atención que a pesar de este esfuerzo por conceptualizar los tipos de proyectos, en las observaciones de clase el profesor no señala a los alumnos qué tipo de proyecto están realizando.

En una entrevista posterior a las observaciones de clase, pregunté a Fabián qué tipo de proyecto era el que había realizado con sus alumnos; al respecto señaló que se trataba de uno de carácter científico:

Pues fíjate que yo creo que abarca el científico porque ellos están aprendiendo o bueno el propósito es que ellos vayan aprendiendo lo que es la sistematización de información, a ser observadores, a analizar, a criticar la información, entonces sí creo que eso es lo que le da sentido de científico ¿no? bueno eso digo. También porque tienen que aprender a aplicar ese método de la ciencia. Ese famoso método que algunos lo ordenan como pasos a seguir ordenados, que la observación, la sistematización, el análisis, la hipótesis y al final la obtención de conclusiones. Aquí en los proyectos también es importante que ellos que una vez hayan investigado pues que saquen una conclusión no, que para qué les sirve porque pues qué caso tiene haber investigado sobre los movimientos telúricos si no le van a ver funcionalidad a eso. A lo mejor no se hace lo otros pasos que son más de un experimento de laboratorio pero sí eso de sistematizar, analizar y concluir. Eso es lo que más tiene que ver te digo con lo científico. [E3-FFC-10]

Podemos notar que el profesor Fabián relaciona claramente los proyectos y la investigación y, a su vez, contempla distintas acciones asociadas a lo científico. De manera interesante Fabián se refiere al proyecto de sismos y reconoce que los estudiantes no llevaron a cabo todos los "pasos", pero sugiere que sí realizaron los más sustanciales: sistematizar, analizar y concluir.

Posteriormente pregunté al profesor cuáles eran los pasos a seguir para realizar un TpP; su respuesta fue la siguiente:

Pues primero que nada formar un equipo de trabajo, después definir el tema a trabajar, hacer una investigación de ese tema, yo les pido que sea una investigación individual de diferentes fuentes y luego ya ellos van conjuntando el trabajo y seleccionan información, discriminación de la misma, porque si puede haber información muy técnica que no se adecua al tema o a lo que ellos saben no, y ya con ella seguir adelante que es desarrollar el trabajo y finalmente presentarlo esa información, pues por diversos medios, ya sea la exposición, un periódico mural, trípticos o sea algunos productos de ese trabajo. [E-FFC-8]

En este fragmento se puede notar cómo Fabián no refiere a un tipo de proyecto, sino que lo hace de manera general. La descripción que expresa de los pasos para realizar un proyecto hace referencia a la investigación de tipo documental; que es finalmente la

que hicieron sus alumnos en la realización del proyecto sobre sismos durante las clases observadas.

En ese mismo fragmento se denotan las acciones involucradas que Fabián adjudica al TpP. Para tener más claridad de ellas, las he clasificado según el momento de realización del TpP: de planificación (formar un equipo de trabajo, definir el tema a trabajar), de implementación (buscar información, seleccionar información, discriminar información) y, finalmente, de comunicación (presentar información a través de diversos medios). Estas acciones fueron evidentes en la realización del proyecto en el aula. La "definición del tema a trabajar" se vio orientada por el libro de texto, el cual únicamente presenta uno de los tres proyectos sugeridos por el programa de la asignatura. Las demás tuvieron el carácter de ser dirigidas por el profesor.

Posteriormente pregunté a Fabián qué aprendizajes se promueven con la realización de un TpP. En la respuesta del profesor se hizo evidente que adjudica al TpP el propósito de fomentar entre los alumnos el trabajo de equipo:

Primero que nada a trabajar en equipo, porque para ellos es muy difícil trabajar en equipo, piensan que es voy al museo tú te recargas y yo escribo y tú me dictas, eso es para ellos, entonces tienen que ir aprendiendo que el trabajo en equipo es diferente ¿no? y tienen que saber que es un trabajo donde todos aportamos y todos participamos en esto no, para ir conjunto. Eso es lo que aprenden, poco a poco a ir trabajando en equipo y a ir teniendo en cuenta que no todos tenemos las mismas características y que pues nos tenemos que adecuar. [E-FFC-9]

Este propósito adjudicado al TpP, sin duda, fue bastante evidente en la realización del proyecto en el aula. Especialmente en aquellos episodios de clase en los que insistió a sus alumnos a trabajar en equipo.

Durante un momento de la entrevista, Fabián me hizo saber su opinión sobre los proyectos propuestos en su libro de texto:

Pues son sencillos eh, muy al nivel de los alumnos sí, yo por ejemplo les doy la libertad a que elijan el proyecto de los que ahí nos sugieren y ya ellos elijen qué trabajar. [E-FFC-17]

Esta respuesta de Fabián sin duda es interesante; en ella deja entrever la posibilidad de que los alumnos elijan, de los proyectos propuestos por el libro de texto, el que quieran realizar. Esta idea, como lo vimos en la realización del proyecto en el aula del apartado anterior, puede verse limitada ante un libro de texto que sólo presenta una

propuesta de proyecto, y no una variedad de opciones. Como vimos en la realización del proyecto, si bien el profesor dio libertad de elegir el tema a los estudiantes, todos terminaron haciendo el proyecto de sismos. Esto pudo deberse a que era el único desarrollado en el libro y que el profesor tampoco tuvo oportunidad de promover las otras alternativas.

Posteriormente pregunté a Fabián la manera en que evalúa el TpP:

De diferentes maneras eh, algunos yo mismo los evalué, en otros pido a los alumnos que sean ellos quienes los evalúen, así participan. Para ello llevan una bitácora es decir un seguimiento de sus actividades, algo así como lo que hacen o dejan de hacer en el trabajo, así ya se dan cuenta que fulanito de tal sí trabajó o investigó, si colaboró o no, y así van teniendo la responsabilidad de asentarse una calificación. [E-FFC-18]

Esta respuesta de Fabián denota que en la evaluación del TpP participan tanto los alumnos, como el profesor. A su vez, hace evidente que lo prioritario de la evaluación es el trabajo de equipo y la forma en que los alumnos participan y se implican él, así como el grado de colaboración evidenciado. En la realización del proyecto en el aula, estos aspectos atribuidos por Fabián a la evaluación del proyecto se vieron impactados por las condiciones del trabajo en el aula: el poco interés de los alumnos y su nula participación, así como por las demandas institucionales.

Por otro lado, en sus relatos sobre algunas experiencias relacionadas con la implementación de la propuesta del TpP, Fabián logró expresar algunos aspectos relacionados con la investigación científica formal. Por ejemplo, cuando hizo alusión a la relación entre el TpP y el trabajo que hacen los científicos, expresó:

El trabajo científico no es un trabajo de personas aisladas sino de equipos, de equipos inclusive multidisciplinarios ¿no?, que ayudan a conseguir logros importantes para los avances científicos y tecnológicos ¿no?, lo cual nos habla de que el trabajo por equipos es bueno ¿no?, arroja buenos resultados siempre y cuando se lleve adecuadamente. [E-FFC-10]

Como puede notarse, el profesor atribuye al trabajo científico el carácter de colectivo y multidisciplinario. Esta atribución del profesor es interesante porque conecta, como lo señalé en el apartado anterior, con su marcada insistencia de que los alumnos trabajaran en equipo para realizar el proyecto sobre sismos. Por otro lado, el profesor también alude a la idea de que la finalidad o propósito del trabajo científico es el desarrollo y avance científico y tecnológico.

Después de que Fabián ofreciera la respuesta anterior, le cuestioné sobre en qué consiste el trabajo científico; al respecto, expresó lo siguiente:

En investigación, no sé de algún tema especial, por ejemplo los virus. Es investigar acerca de qué son, para qué son, cómo son, no sé... y bueno, de ahí sacar un beneficio para la humanidad porque finalmente el trabajo científico busca beneficios para la humanidad y esos se reflejan en la tecnología que día a día va avanzando ¿no? [E-FFC-11]

Cuando Fabián expresa que el trabajo científico consiste en “investigar acerca de qué son, para qué son, cómo son”, deja entrever la idea de que dicho trabajo se orienta a “saber” sobre los virus sin referirse a la posibilidad de “hacer” algo con ellos. Sin embargo, en este esfuerzo Fabián no deja entrever si “los virus” se trata de un área relacionada con los seres vivos o con algunos aspectos de salud (como un agente infeccioso). No obstante, esta alusión a “los virus” como una posible área de trabajo o interés le permite señalar, nuevamente, la idea de que el trabajo científico tiene como finalidad beneficiar a las personas y a la sociedad.

En otro momento de la entrevista, pregunté Fabián en qué consiste el trabajo de un científico; al respecto, respondió lo siguiente:

Pues es investigación pura ¿no? Buscar el por qué de las cosas, el para qué, procurando que la ciencia y la tecnología sigan avanzando ¿no? para traer más beneficios a la humanidad. Y esto se fomenta con los alumnos mediante la experimentación, como estos ejercicios ¿no?, o el laboratorio, así se dan cuenta que el trabajo científico no es de locos o de aislados o de gente extraordinaria, sino que también uno puede indagar y buscar explicaciones no. [E-FFC-22]

En esta respuesta Fabián atribuye algunas características personales a los científicos; por ejemplo, que no son “gente extraordinaria”. Por otro lado, Fabián vuelve aludir al propósito o finalidad del trabajo científico. En este caso, al expresar que dicho trabajo consiste en “investigación pura... [en] buscar el por qué de las cosas, el para qué”, Fabián deja entrever que la finalidad es estudiar profundamente un tema o un aspecto de interés. Al mismo tiempo el profesor vuelve a recalcar que la finalidad del trabajo científico es el desarrollo y avance tecnocientífico y, a su vez, beneficiar a las personas y/o sociedad. La idea de Fabián de que el trabajo científico se orienta a profundizar en el estudio de un tema se puede relacionar con la realización del proyecto sobre sismos, especialmente en el episodio dos de la quinta sesión, en el que proporcionó a sus

alumnos una serie de preguntas que recuperan información factual sobre el tema de los sismos.

Durante la entrevista inicial, y en especial cuando el profesor Fabián había aludido al trabajo científico, le pregunté dónde es que había aprendido estas ideas, a lo que el profesor respondió lo siguiente:

En mi formación profesional eh, ahí nos enseñaron eso, con las actividades que hacíamos sobre todo, y eso nos lo decían mucho. [E-FFC-23]

En este pequeño fragmento es posible advertir que el profesor Fabián reconoce que sus ideas acerca de la investigación científica profesional son producto de su proceso de formación inicial. No obstante, y pese a este reconocimiento, durante la entrevista el profesor recurrió constantemente al TpP para contextualizar dichas ideas. En este sentido, puedo decir que las ideas del profesor Fabián tienen el carácter de ser una construcción histórica y cotidiana anclada a sus experiencias escolares: tanto de su proceso de formación inicial, como de su actuar cotidiano en el aula de clase.

Por otro lado, en los relatos sobre sus experiencias relacionadas con la implementación de la propuesta del trabajo por proyectos, Fabián logró expresar algunos aspectos relacionados con el trabajo de investigación que promueve en sus clases de ciencias. Por ejemplo, cuando le pregunté en qué consiste el trabajo científico expresó su preocupación e interés de promover en sus alumnos este tipo de trabajo:

Bueno fíjate que trato de promoverlo pero es difícil porque los chicos están muy acostumbrados al trabajo individual, muy al trabajo mío y no compartido, y es difícil porque tienen muy arraigado esa costumbre. [E-FFC-11a]

Este marco me permitió preguntarle cuáles eran los posibles retos a los que se enfrentaba para promover en sus alumnos este tipo de trabajo. Su respuesta fue la siguiente:

Justamente el que no aprenden a trabajar en equipo, eso es lo que yo más quiero, que vea las dificultades en que se enfrentan. Además que por ejemplo, vean que este nivel micro de investigación sus problemas y lo comparen con el trabajo científico no, que llevan a cabo los verdaderos investigadores. [E-FFC-12]

En esta respuesta Fabián enfatiza su idea de que el trabajo científico es colaborativo y colectivo, y que precisamente este rasgo atribuido a dicho trabajo es el que más procura promover entre sus alumnos; lo cual fue evidente en la descripción realizada en el apartado anterior. Al expresar “este nivel micro de investigación”, tal parece que Fabián hace el esfuerzo por reconocer que el trabajo científico que se hace en la escuela no es el mismo que se realiza en una comunidad científica. Al mismo tiempo, hace el señalamiento de que la finalidad del trabajo científico escolar es que los alumnos lo comparen o equiparen al “que llevan a cabo los verdaderos investigadores”. Este rasgo, de acuerdo con Pozo y Gómez (2009) es importante en el enfoque de la enseñanza de las ciencias a través de la investigación; sin embargo, no fue algo evidente en la práctica de Fabián.

La respuesta anterior me permitió preguntar al profesor sobre las habilidades científicas que se promueven con el trabajo científico escolar; al respecto, respondió:

Huy no pues la observación, la experimentación, el análisis, la crítica, son habilidades que deberíamos de formar aquí en la etapa de la secundaria no, y pues si es lo que busco hacer con ellos. Que por ejemplo no se restrinjan a ir solo a internet a buscar información o a bajarla y presentarla y ya dar un trabajo muy bonito pero que no aporte nada no, por eso yo les pido que investiguen en diferentes fuentes, de hecho desde un principio yo les restrinjo el uso del internet, porque es una herramienta fabulosa, es un lugar de mucha información es un océano de información pero ellos lo único que hacen es copiar pegar copiar pegar, y no obtienen nada bueno de eso, por eso les exijo que no recurran mucho a internet, mejor libros, revistas, periódicos, documentales, todas las demás fuentes documentales a las que podemos recurrir a esas las mando, que con especialistas, con gente común, que hagan entrevistas así. Ah y bueno una vez que ellos recabaron información a pues ahora si se puede usar. [E-FFC-13]

Fabián señala acciones relacionadas más con el campo de las ciencias experimentales: “la observación, la experimentación, el análisis, la crítica”. De acuerdo con su expresión, la finalidad del trabajo científico escolar sería promover este tipo de habilidades. Sin embargo, el profesor enfatiza, prioritariamente, el tratamiento de información (búsqueda, selección, comunicación) como una acción implicada en el trabajo científico escolar y, a su vez, el uso y aplicación de la misma. Como recordaremos, el tratamiento de información fue una de las principales acciones que Fabián promovió en la realización del proyecto sobre los sismos. Quizás en otros

proyectos, y por las experiencias compartidas, Fabián sí promueva la aplicación de información.

En otro momento de la entrevista, Fabián expresó su opinión sobre las actividades del libro de texto que, para ese momento, empleaba en su práctica, y que precisamente fue el mismo con el que trabajó mientras realicé las observaciones de su clase. En este momento, el profesor aludió a las actividades experimentales que realiza con sus alumnos; lo cual permitió cuestionarle sobre cómo lleva a cabo este tipo de actividades:

Pues mira en laboratorio las hago eh, sí, esta es una herramienta muy imprescindible porque mira a los alumnos les podemos contar y decir muchas cosas ¿no? mucha teoría, pero cuando ellos lo ven en la práctica se dan cuenta de por qué pasan las cosas y hasta se asombran ¿no? Ahí pueden ver que las cosas que uno les dice pues sí se cumplen o no, pero por qué no. O de repente si el experimento no sale sí se sacan de onda y hasta dicen “quiubole maestro ¿pues no que era una ley?” [E-FFC-20]

Esta respuesta de Fabián respecto al trabajo experimental en clase de ciencias denota la idea de que dicho trabajo tiene como fin comprobar los contenidos teóricos y, al mismo tiempo, demostrar los fenómenos naturales sobre los cuales se abordan dichos contenidos.

Posteriormente el profesor expresó la forma en que realiza sus actividades experimentales y qué es lo que evalúa en ellas:

Generalmente yo les digo (se refiere a sus alumnos) todo lo que tienen que hacer eh, todo procedimiento; que el material todo se los doy y ya ellos lo hacen, lo desarrollan, una vez terminada entregan un reporte por escrito que incluye los materiales, los objetivos que es el único que ellos tienen que determinar eh, ellos se lo plantean mediante preguntas que al final pues deben responder, también el mismo procedimiento y los resultados ah las observaciones e ilustraciones. [E-FFC-20a]

(Para su evaluación) pues considero la limpieza eh el orden, los comentarios, si siguieron los pasos, sus dibujos. [E-FFC-20b]

En la primera respuesta se puede identificar que el trabajo experimental escolar se realiza a partir de las instrucciones del profesor, las cuales permiten desarrollar procesos, habilidades y comprobar los conceptos, leyes o teorías. En este sentido, se denota la idea de que el experimento escolar se realiza siguiendo lo estipulado por un

“deber ser”; que en este caso son las instrucciones del profesor. En la segunda respuesta se puede identificar que los aspectos que el profesor evalúa en el trabajo experimental están centrados en el reporte, particularmente en aspectos relacionados con la forma de presentación y no en los logros de aprendizaje.

Con respecto al trabajo experimental, el profesor Fabián expresó en un momento de la entrevista que dicho trabajo permite fomentar en los alumnos el trabajo científico. Esto se hizo evidente cuando el profesor expresó su idea respecto al trabajo de un científico:

Pues es investigación pura ¿no? Buscar el por qué de las cosas, el para qué, procurando que la ciencia y la tecnología sigan avanzando ¿no? para traer más beneficios a la humanidad. Y esto se fomenta con los alumnos mediante la experimentación, como estos ejercicios ¿no?, o el laboratorio, así se dan cuenta que el trabajo científico no es de locos o de aislados o de gente extraordinaria, sino que también uno puede indagar y buscar explicaciones no. [E-FFC-22]

Si bien las expresiones anteriores son interesantes y valiosas, un aspecto sobresaliente de ellas es que no fueron puestas en acción durante la realización del proyecto sobre los sismos. Esto puede deberse principalmente a que la propuesta del proyecto, tanto del programa de estudios como del libro de texto no demanda la realización de una actividad experimental; aspecto sin duda crítico porque este tipo de trabajo es algo intrínseco a la enseñanza de las ciencias en secundaria (Furió, Payá y Valdés, 2005).

En el momento de la entrevista en el que pregunté a Fabián dónde es que había aprendido sus ideas respecto al trabajo científico, y que señaló que en su formación inicial, expresó que las actividades experimentales que realiza con sus alumnos las aprendió en esta etapa de su vida profesional; otras, por el contrario, las ha adquirido de los libros de texto o de algunos de sus compañeros maestros. Esto fue lo que expresó:

En mi formación profesional eh, ahí nos enseñaron eso, con las actividades que hacíamos sobre todo, y eso nos lo decían mucho. La mayoría de mis actividades experimentales que hago aquí en la escuela las aprendí ahí eh, otras pues si son del libro otras pues de mis compañeros más experimentados. [E-FF-23]

En este sentido, es posible que las ideas del profesor respecto al trabajo experimental en clases de ciencias estén influidas por su proceso formativo y por el discurso que le

es presentado a través de los libros de texto y de otros profesores. Así pues, estas ideas adquieren un carácter histórico en el sentido de que remiten a otro momento y tiempo de desarrollo profesional (Bajtín, 1982, 1989) y, a su vez, son una construcción social puesto que son fruto de los intercambios que Fabián ha tenido con otros profesores (Wertsch, 1988, 1993).

A manera de síntesis, la tabla 3.2 resume los aspectos cualitativos más sobresalientes que resultaron del análisis de las respuestas de Fabián. Estos aspectos están organizados en función del tema al que hizo alusión el profesor.

Tabla 3.2 Las ideas del profesor Fabián

Temas explorados	Rasgos atribuidos
El trabajo por proyectos	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Finalidad del trabajo por proyectos</i> <ul style="list-style-type: none"> -Ser una evidencia de aprendizaje -Reforzar los aprendizajes -Aplicar aprendizajes -Fomentar el trabajo colectivo/colaborativo • <i>Acciones involucradas en el trabajo por proyectos:</i> <ul style="list-style-type: none"> -De planificación: formar un equipo de trabajo, definir el tema a trabajar -De implementación: buscar, seleccionar y discriminar información. -De comunicación: presentar información a través de diversos medios • <i>Tipos de proyectos</i> <ul style="list-style-type: none"> -De investigación -Científicos
La investigación científica profesional	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Rasgos atribuidos al trabajo científico:</i> <ul style="list-style-type: none"> -Trabajo colaborativo/colectivo -Trabajo multidisciplinario • <i>Finalidad del trabajo científico:</i> <ul style="list-style-type: none"> -Beneficiar a las personas/sociedad -Desarrollo y avance tecnocientífico -Profundizar en el estudio de un tema • <i>Rasgos atribuidos a los científicos (características personales):</i> <ul style="list-style-type: none"> -Personas no extraordinarias
La investigación científica escolar	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Finalidad del trabajo científico escolar:</i> <ul style="list-style-type: none"> -Promover el trabajo colaborativo/colectivo -Acercar a los alumnos al trabajo de los científicos -Promover y desarrollar habilidades científicas • <i>Acciones involucradas en el trabajo científico escolar:</i> <ul style="list-style-type: none"> -Científicas: observación, experimentación, análisis crítica -Generales: tratamiento de información • <i>Rasgos atribuidos a trabajo experimental escolar:</i> <ul style="list-style-type: none"> -Se comprueban los contenidos teóricos -Se demuestran fenómenos naturales -Se sigue una serie de pasos estipulados por el profesor

Fuente: elaboración propia

El caso de Fabián: a manera de cierre

En este capítulo describí lo que ocurrió en el aula de ciencias cuando el profesor Fabián y sus estudiantes llevaron a cabo la realización de un proyecto acerca de los sismos. También exploré algunas ideas del profesor que dan sentido y significado a lo ocurrido en el aula durante esta particular experiencia de investigación. El análisis realizado en este capítulo sugiere algunos puntos de interés.

La descripción de la práctica de Fabián pone en evidencia, de manera general, la complejidad de las clases de ciencias. De acuerdo con Coll y Solé (2001), las actividades que el profesor y sus alumnos llevaron a cabo para realizar un TpP estuvieron caracterizadas por la simultaneidad y la impredecibilidad de algunas cosas; como por ejemplo que los alumnos no mostraran interés en la realización del proyecto, lo cual se vio reflejado en el hecho de que sólo un equipo de alumnos estuviera listo para exponer su trabajo.

Un aspecto sobresaliente de la práctica de Fabián es el esfuerzo que hace por lograr que sus alumnos lleven a cabo, de forma exitosa, un proyecto sobre el tema de los sismos. Fabián transfirió la responsabilidad del proyecto a los estudiantes; al menos en esta actividad el profesor deja de tener el papel protagónico en el aula. En los primeros episodios observados, el profesor habló a sus alumnos sobre algunos artefactos que esperaba hicieran como parte de la presentación del proyecto. Sin embargo, no se mantuvieron ni el interés de los estudiantes ni la insistencia del profesor por este tipo de actividades empíricas relacionadas con los sismos.

El análisis de la práctica de Fabián muestra que la información está en el centro de las actividades que articulan la realización del TpP. Esto apuntala a la promoción de una investigación centrada en la búsqueda, sistematización y comunicación de información. Lo revelador de esto es que la fuente de información no es el libro de texto ni el discurso del profesor, sino otros medios a los que los alumnos tienen acceso y que están fuera del aula de ciencias, como por ejemplo diccionarios, libros de geografía, periódicos y principalmente Internet. Las actividades que articularon el desarrollo del proyecto tuvieron como fin la obtención de información más que una aplicación práctica de ésta.

Algunas ideas del profesor puestas en acción durante la realización del TpP fueron aquellas en las que atribuyó rasgos de carácter social al trabajo científico profesional y la promoción del trabajo colectivo y colaborativo como una finalidad, tanto

del trabajo científico escolar como del del TpP (ver tabla 3.2). Estas ideas fueron mayormente visibles en el esfuerzo e insistencia de Fabián por comunicar a sus alumnos la imperiosa necesidad de realizar el proyecto en equipo y no de manera individual.

En relación con este aspecto, si bien el trabajo en equipo que promovió Fabián para realizar el proyecto tuvo como rasgo el dar a los alumnos la responsabilidad en las tareas ejecutadas, éste tuvo el carácter no sólo de ser impuesto, sino también de un deber ser en la realización del TpP. El hecho de que Fabián haya insistido a sus alumnos en realizar el proyecto en equipo no es algo sorprendente. En el contexto de la escuela secundaria esta es una práctica bastante común (Sandoval, 2000; Quiroz, 2000), ya que a través de ella los profesores buscan disipar su carga de trabajo entre los propios alumnos. A su vez, promover el trabajo en equipo y colaborativo entre los estudiantes es una de las principales demandas que curricularmente se hace a los profesores de secundaria (SEP, 2006; 2006a; 2006b).

Como muestra el análisis de la práctica de Fabián, el libro de texto (Cuervo, 2009) fue la principal y única referencia para los alumnos en la elección del tema de proyecto, pero no en su realización; esto a pesar de que el profesor hizo el esfuerzo por comunicarles la existencia de otros dos temas; los cuales están propuestos en el programa de estudios de la asignatura (SEP, 2006b). Sin embargo, el análisis pone en evidencia que la propuesta del libro de texto no fue estructuradora de la experiencia de implementación del proyecto. En la práctica no se observó la realización de alguna de las actividades propuestas por el libro de texto para este proyecto.

El análisis de la práctica de Fabián permite señalar la forma en que algunas condiciones contextuales del trabajo docente (Rockwell y Mercado, 2003) configuran la implementación del proyecto y le imprimen sentido a lo ocurrido. De estas condiciones destaco la carga de contenidos del programa de la asignatura, la distribución y organización del tiempo y las exigencias de la institución escolar, como la entrega de calificaciones.

Un vistazo a la práctica de Fabián (ver tabla 3.1) hace evidente que para cumplir con las expectativas del TpP, el profesor tuvo que encontrar espacios de implementación en el abordaje de los extensos y complejos contenidos curriculares de su asignatura. El cumplimiento de la carga de contenidos sumada a la realización del TpP derivó en que profesor y alumnos estuvieran ocupados y tratando de cubrir el programa contra reloj.

La distribución y organización del tiempo también impactó en el desarrollo del proyecto implementado por Fabián. El tiempo escolar oficial para secundaria considera comúnmente 50 minutos para las clases. En este tiempo, Fabián tuvo que realizar múltiples actividades, todas valiosas para su práctica: pasar lista, calificar tareas, resolver dudas y problemas de los alumnos, impartir el tema, realizar demandas administrativas, etc. Con estas condiciones Fabián tuvo un espacio temporal limitado para involucrar a sus alumnos en una experiencia de trabajo por proyectos. Esto da razón a lo expresado por Quiroz (1992: 99) quien sostiene que “el tiempo cotidiano de la secundaria al concretarse en cada salón de clases en el cruce entre la normatividad y los sujetos, condiciona las prácticas escolares en términos no sólo de <<las cosas que deben ser hechas cada día>>, sino que también de cómo pueden hacerse”.

Las prioridades de trabajo de la institución escolar, sin lugar a dudas, fueron algo que marcó la práctica de Fabián y, en consecuencia su implementación de la propuesta del TpP. La principal de estas prioridades fue la evaluación de los alumnos que, en el contexto de escuela donde trabaja Fabián, se tradujo en la entrega de calificaciones, en tiempo y forma, al personal directivo y administrativo. Esta prioridad es resultante de negociaciones y acuerdos entre los principales actores de la institución escolar (Rockwell y Mercado, 2003). Esta condición permite comprender la prioridad de Fabián por entregar las calificaciones de sus alumnos al personal directivo por encima de retomar las exposiciones de los alumnos. La evaluación es una “tradicción de los maestros de secundaria que ubica la asignación de calificaciones como una de las tareas centrales de la práctica docente” (Quiroz 1991: 55). Además –y como lo expresó el profesor en una entrevista– el proyecto sobrepasó el tiempo de evaluación de los alumnos.

Por otro lado, las experiencias significativas del profesor en torno a la realización de proyectos en sus clases de ciencias –compartidas en las entrevistas– sugieren que también ha realizado otros proyectos que involucran acciones y experiencias críticas y memorables (como el diseño y construcción de globos de cantoya) y que han sido exitosos por despertar el interés e inquietud de los estudiantes. Por esto, debemos entender que cuando realiza proyectos con sus estudiantes, Fabián no se limita al tipo actividades observadas. Recordemos que lo observado corresponde al primer proyecto del ciclo escolar que Fabián implementó; quizás durante los siguientes bloques temáticos, y por la construcción cotidiana de

relaciones entre alumnos y profesor y la historia del grupo, se haya logrado en la práctica de Fabián la implementación de otros proyectos.

Las ideas de Fabián acerca del TpP (tabla 3.2) son amplias y detalladas; expresan rasgos y aspectos didácticos relacionados con este tipo de trabajos prácticos. Las finalidades que Fabián atribuye al TpP pueden ser consideradas como valiosas y complementarias al momento de implementar este tipo de innovación curricular. En las ideas acerca de las acciones involucradas en el TpP sobresalen aquellas que fuertemente se le demandan implementar a través de ellos (SEP, 2006b). Sin embargo, las expresiones de Fabián sobre este aspecto denotan que dichas acciones están relacionadas, primordialmente, con el tratamiento de información.

Un aspecto sobresaliente en las ideas de Fabián fue la atribución a la investigación de rasgos de carácter social, como el trabajo colaborativo/colectivo (ver tabla 3.2). Con respecto a la investigación científica profesional, las ideas de Fabián denotan la atribución de rasgos idealizados, tanto al trabajo científico como a las personas dedicadas a él. Las finalidades que Fabián atribuye al trabajo científico manifiestan una imagen positiva de éste, lo que revela una percepción benevolente de dicho trabajo que es bastante idealizada. Las características que el profesor atribuye a los científicos muestran una imagen contemporánea de éstos, pero a la vez denotan una imagen vaga y superficial puesto que no hacen referencia a algún científico en abstracto. Estos resultados son coincidentes con los reportados por otros estudios (p.e. Guerra, 2006; Guerra, Ryder y Leach, 2010; Rampal, 1999).

Las ideas de Fabián acerca de la investigación científica que se realiza en el contexto de la escuela secundaria están expresadas en términos pedagógicos y didácticos. Las finalidades atribuidas al trabajo científico escolar revelan aspectos que preocupan al profesor por transmitir y comunicar a sus alumnos; tales como promover el trabajo colaborativo, acercarlos al trabajo de los científicos y que desarrollen habilidades científicas. En las ideas de Fabián sobre las acciones involucradas en el trabajo científico escolar se conjugan aquellas relacionadas con el mundo de las ciencias (como la observación y experimentación) y las de carácter general (como el tratamiento de la información). Los rasgos que Fabián atribuye al trabajo experimental que se realiza en el contexto escolar muestran una visión fuertemente anclada a este tipo de trabajo: comprobar contenidos, demostrar fenómenos y seguir un deber ser (Barberá y Valdés, 1996; Hodson, 1992; 1994).

En resumen podemos hacer notar los claroscuros en el desarrollo del proyecto sobre sismos que Fabián y sus estudiantes llevaron a cabo en el aula de clase. Por un lado, podemos destacar que la investigación se limitó a la búsqueda de información factual, que en algunos momentos el profesor mencionó la posible realización de artefactos relacionados con el tema, lo cual podría haber involucrado a los estudiantes en actividades empíricas estimulantes. Finalmente la realización de tales artefactos no se incorporó en el desarrollo del proyecto. Por otro lado, el profesor logró descentrarse y pasar la responsabilidad del proyecto a los estudiantes. Los equipos se involucraron en actividades de investigación documental genuinas e hicieron un esfuerzo por retomar la información al dar respuesta a las preguntas planteadas por el profesor; al menos un equipo logró estructurar una exposición ordenada y coherente.

Podríamos considerar que todo lo anterior son aspectos positivos de esta experiencia. Estos logros no deben desdeñarse porque, desde la perspectiva del profesor, constituyen un esfuerzo por responder a las demandas y expectativas curriculares; particularmente a la estrategia de trabajo por proyectos que tanto en el programa como en el libro está centrada en la información.

Capítulo 4 | Investigar sobre sismos y reutilización del agua. Las experiencias de proyecto en las aulas de Irma

En el presente capítulo me propongo describir y comprender lo que ocurrió en las dos experiencias de realización de proyecto en las que observé a la profesora Irma; una en la asignatura Ciencias II con énfasis en Física y otra en Ciencias III con énfasis en Química. Para ello cobran relevancia las acciones y las ideas expresadas por la profesora; mismas que permiten entender y dar sentido a lo observado en las aulas.

La profesora Irma, al momento de realizar el trabajo de campo, tenía cuatro años ejerciendo la docencia. En la entrevista inicial, Irma señaló ser egresada de la Escuela Normal Superior, especializada en la enseñanza de la química. Desde que comenzó a trabajar, Irma ha impartido la asignatura Ciencias II con énfasis en Física en la secundaria donde realicé el trabajo de campo y, desde hace dos años, también viene impartiendo la asignatura Ciencias III con énfasis en Química.¹ En esta misma entrevista, Irma señaló que sus últimos cursos de actualización estaban relacionados con la educación ambiental y el uso de herramientas tecnológicas en la enseñanza.

Con respecto a la asignatura Ciencias II con énfasis en Física, el programa de estudios (SEP, 2006b) demanda realizar un proyecto al final del Bloque 1 de contenidos. Para ello, el programa propone tres opciones: 1) ¿Cómo se propagan y previenen los terremotos?, 2) ¿Cómo se mide la velocidad en los deportes? y 3) ¿Cómo potenciamos nuestros sentidos para conocer más y mejor? (ver figura 2.2). Empero, sólo la primera de estas opciones de proyecto se presenta en el libro de texto que usaban Irma y sus alumnos de segundo grado (Cuervo, 2009). Ver anexo 1.

Por su parte, el programa de estudios de la asignatura Ciencias III con énfasis en Química también sugiere la realización de un proyecto al final del primer bloque de contenidos (SEP, 2006b). Los proyectos propuestos son: 1) ¿Quién es el delincuente? y 2) ¿Qué hacer para reutilizar el agua? (ver figura 2.3). Ambas propuestas de proyecto se presentan y desarrollan en el libro de texto (Chamizo, 2010) que empleaban la profesora Irma y sus alumnos de tercer grado (ver anexo 2 y 3).

¹ En la escuela secundaria en México suele ser común que los maestros de materias académicas (Sandoval, 2000) impartan dos o más asignaturas en una o varias instituciones –que pueden o no corresponderse con su formación inicial–. Esta es una de las condiciones de trabajo que caracterizan el ser maestro de secundaria.

El presente capítulo está estructurado en tres apartados. En el primero de ellos describo las dos experiencias de proyecto que realizó Irma en sus respectivas asignaturas. Los datos de este apartado provienen de las observaciones de clase, a las que se incorporaron otras fuentes empíricas; tales como la transcripción del discurso de la maestra en el aula, fragmentos de entrevistas posteriores y algunos materiales proporcionados por la profesora (plan de proyecto, orientaciones para realizar un guión radiofónico, aspectos a evaluar del proyecto y una rúbrica para la evaluación de la presentación del proyecto). El propósito de éste apartado es presentar el proceso particular que siguió la realización de cada proyecto.

En el segundo apartado de este capítulo presento las ideas de la profesora sobre el TpP, la investigación profesional y la investigación en la escuela. Los datos de este apartado provienen principalmente de lo expresado por Irma en la entrevista inicial; sin embargo, también se incorporaron algunas expresiones de las entrevistas posteriores a las sesiones de clase. El propósito de este apartado es conocer el pensamiento de la profesora para establecer relaciones de sentido y significado a lo observado en las experiencias de proyecto descritas previamente. Finalmente, en el tercer apartado, presento una serie de comentarios y reflexiones sobre este particular caso de implementación.

Irma en dos experiencias de proyecto

En este apartado describo las experiencias de proyecto en las que observé a la profesora Irma. Se trata de los proyectos que, respectivamente, realizó con sus alumnos en las asignaturas Ciencias II con énfasis en Física y Ciencias III con énfasis en Química. Si bien en esta descripción se pueden identificar ciertas acciones en común (mismas que serán señaladas en el siguiente apartado), el propósito es reconstruir el proceso particular de cada experiencia.

La realización de un proyecto sobre sismos.

El proyecto sobre sismos fue implementado por Irma en uno de los cinco grupos de segundo grado. En este grupo –integrado por 34 alumnos–, observé a Irma durante cuatro sesiones de clase, la mayoría de ellas con duración de 110 minutos. En estas sesiones, Irma realizó con sus alumnos el proyecto *¿Cómo se previenen y propagan*

los sismos?, correspondiente al primer bloque temático del programa de estudios (SEP, 2006b). El libro de texto empleado por Irma y sus alumnos era “Ciencias 2 Física” (Cuervo 2009). En la tabla 4.1 presento una descripción general de lo observado en las sesiones de clase y señalo los episodios en que fueron divididas.

Tabla 4.1 Descripción general de lo observado en la práctica de la profesora Irma (Física)

Sesión	Episodios identificados (¿Qué ocurre en la clase?)
I	<ol style="list-style-type: none"> 1. La profesora explora las ideas y experiencias de los alumnos en torno al TpP. 2. Profesora y alumnos revisan el proyecto del libro de texto. 3. La profesora organiza a los alumnos en equipos de trabajo y explica dos actividades. 4. Los alumnos trabajan en equipo. La profesora pasa a revisar el trabajo.
II	<ol style="list-style-type: none"> 1. La profesora explica a los alumnos qué es un programa radiofónico. 2. Los alumnos, integrados en equipo, trabajan con la información para responder las preguntas del libro. La profesora pasa a cada equipo a orientar el trabajo de los alumnos. 3. Profesora y alumnos toman acuerdos para la presentación de los programas de radio. 4. La profesora asigna tarea referente al tema de trayectoria y desplazamiento.
III	<ol style="list-style-type: none"> 1. La profesora organiza el orden en que cada equipo de alumnos pasará a exponer. 2. Un equipo de alumnas expone su proyecto. La profesora extiende el tema y promueve la participación del resto del grupo. 3. Un segundo equipo de alumnos expone su proyecto. La profesora promueve la participación del resto del grupo y puntualiza algunos aspectos. 4. La profesora explica aspectos para evaluar el cuaderno.
IV	<ol style="list-style-type: none"> 1. La profesora explica algunas actividades previas y la evaluación del cuaderno. 2. Un tercer equipo de alumnos expone su proyecto. La profesora promueve la participación del resto del grupo y puntualiza algunos aspectos. 3. Profesora y alumnos realizan la evaluación del proyecto. 4. Profesora y alumnos hacen el recuento de actividades y tareas del cuaderno.

Fuente: elaboración propia

Como se observa en la tabla 4.1, la mayoría de las sesiones de Irma estuvieron dedicadas a la realización del proyecto correspondiente al primer bloque. La profesora combinó la evaluación de algunos aspectos del primer bloque de contenidos con la realización de éste. A continuación presento la descripción y análisis de lo observado en los episodios relacionados con la realización de este proyecto, los cuales están señalados en la tabla 4.1 con letra más oscura.

-Explorar las ideas y experiencias de los alumnos en torno al TpP. (Sesión I, episodio 1)

En este episodio Irma expresó a sus alumnos que el proyecto era uno de los aspectos que conformaban la evaluación del primer bloque, junto con el examen, el cuaderno y

otras actividades. Para ello, refirió a una "hoja de evaluación" que les había entregado al inicio del ciclo escolar, y que tenían pegada en el cuaderno de la asignatura.

Irma exploró las ideas de los alumnos acerca del TpP. Los alumnos expresaron, principalmente, que se trataba de un trabajo de exposición, que se realiza en equipo y que implica planeación. Irma también preguntó a sus alumnos las experiencias que habían tenido al realizar proyectos y les solicitó algunos ejemplos. Los alumnos mencionaron proyectos relacionados con el cuidado de la salud, propios de la asignatura Ciencias I con énfasis en Biología que se imparte en primer grado.

Otro aspecto explorado por Irma fueron las experiencias de los alumnos respecto a la forma de presentar y comunicar los resultados de un proyecto. Los alumnos mencionaron la exposición, apoyada con láminas e imágenes, como la principal forma en que habían realizado la presentación de un proyecto. Irma les hizo saber que para la presentación del primer proyecto harían un programa de radio y dejó en claro que la preparación de éste sería en el salón de clases y bajo su orientación.

Finalmente, Irma exploró la forma en que los alumnos habían realizado los proyectos, en equipo o de manera individual. Los alumnos expresaron que el trabajo en equipo era la forma en que habían realizado los proyectos del año anterior. Irma, por su parte, hizo saber a los alumnos que en su clase tendrían la libertad ya sea de trabajar en equipo o de forma individual. Los alumnos estuvieron de acuerdo con ello.

**-Revisar lo que dice el libro de texto.
(Sesión 1, episodio 2)**

En este episodio, Irma indicó a los alumnos que abrieran su libro de texto (Cuervo, 2009) en la página 79 (ver anexo 1) y pidió a una alumna que comenzara a leer. En esta página, el libro inicia el proyecto con una serie de cuestionamientos acerca de los sismos, su estudio y las medidas de prevención. Después de la lectura de la alumna, la maestra abrió el diálogo con los alumnos:

Ma: Bueno. Entonces en este proyecto nosotros *vamos a investigar sobre los sismos*. A ver ya en el texto les están dando *las preguntas que pueden seguir para construir su proyecto*. A ver la primera pregunta ¿cuál es?

Aa: ¿Qué son los sismos?

Ma: Exacto qué son los mismos, la siguiente hija.

Aa: ¿Por qué debemos estudiarlos?

Ma: La siguiente Ulises

Ao: ¿Qué hemos hecho hasta ahora para estar preparados en caso de una eventualidad?

Ma: Bien, ya ven ¿qué hemos estado haciendo al respecto? No que luego ustedes toman a broma cuando hacemos los simulacros verdad. Última pregunta Emanuel

Ao: ¿Qué podemos hacer para mejorar nuestra preparación en materia de sismos?

Ma: Ok, ¿qué podemos hacer? Entonces este es el tema que vamos a desarrollar todos ¿de acuerdo? ¿Cómo se previenen? ¿Cómo propagan los sismos? ¿De acuerdo? Bueno ¿dudas?

Ao: No

Ma: ¿No? de acuerdo. Bueno. Ahora *el libro nos va a ayudar a saber un poco más de lo que necesitamos para la investigación de este proyecto*.

[AC-IBH-S1]

La interacción anterior permite mostrar cómo Irma retoma las cuatro preguntas del libro de texto (marcadas con letra *cursiva*), que son las que permiten la investigación sobre los sismos. También permite mostrar cómo la profesora, de alguna manera, impone a sus alumnos el proyecto. Esto, de acuerdo con Bell, Smetana, y Binns (2005) muestra una investigación estructurada, pues la actividad de los alumnos está orientada por cuestionamientos definidos, en este caso, por el libro de texto. Al inicio y en la parte final de su intervención en el aula, es claro cómo la profesora vincula el proyecto sobre sismos con la idea y noción de investigación.

En una entrevista posterior a la sesión de clase, Irma expresó que en el caso de la asignatura de física sólo presentó a los alumnos un proyecto porque:

Como vamos comenzando con este tipo de trabajos pues para familiarizarlos con ello ¿no? así como que se den cuenta de lo que consiste, y todos con el mismo proyecto pueden como que comparar si lo hicieron bien o mal o qué. Ya en los otros proyectos que vienen ya es más diversificado. Necesito primero verlos qué hacen y cómo para yo ya después ajustar los siguientes. [E2-IBH-1]

De acuerdo con lo expresado por Irma, presentar una sola opción de proyecto tiene como fin familiarizar a los alumnos con esta forma de trabajo y, al mismo tiempo, de tener puntos en común que permitan comparar lo que hacen en ella. Este último aspecto da sentido a la necesidad legítima que expresa, que es conocer lo que los alumnos saben hacer con respecto al proyecto.

**-Organizar los equipos de trabajo y explicar actividades.
(Sesión 1, episodio 3)**

Irma solicitó a sus alumnos que formaran equipos de trabajo. Logré observar la configuración de cuatro equipos de seis alumnos y dos de cinco; todos mixtos. Ninguno de los alumnos trabajó de manera individual. Irma distribuyó los equipos por el salón y a cada uno entregó una hoja como la que se muestra en la figura 4.1. De este “plan de proyecto” llama la atención el señalamiento de la búsqueda y presentación de información como el aspecto central del proyecto; lo cual se hace evidente en el señalamiento de la entrega de un informe escrito y la exposición a través de un programa de radio. Es interesante cómo la profesora puntualiza algunas tareas implicadas en estas actividades. También llama la atención que si bien en este plan la profesora señala la realización de una actividad experimental, ésta no es la que guía el proyecto, sino más bien la que puede reforzar la presentación de la información misma.

Figura 4.1 Plan de proyecto de la profesora Irma

**PLAN DE PROYECTO
PRIMER BIMESTRE**

Tema del Proyecto: _____

Fecha de entrega del proyecto: del 3 al 7 de octubre Grado y grupo: _____

Nombre de los integrantes	Observaciones

Actividades:

- Integración de equipos
- Elección del tema de proyecto.
- Distribución del trabajo
- Búsqueda de información: presentarla en resumen, fichas de trabajo, tablas, dibujos, esquemas.
- Investigación de la actividad experimental y/o maquetas como soporte para la presentación del proyecto: analizar el uso de los materiales, la viabilidad, etc.
- Entrega de informe: con los siguientes requisitos: carátula (1), índice (1), introducción (1), desarrollo del tema con imágenes, esquemas, etc., (10, Arial Narrow 11, espacio 1.15, márgenes 2 cm cada lado), conclusiones (1), bibliografía y/o fuentes de información (1). Las hojas deberán estar engrapadas y en un folder.

Exposición:

- Presentación de un programa de radio: consiste en elaborar un guión radiofónico y posteriormente realizarla (máximo 10 minutos), abordando el tema correspondiente. Para ello realizar una pequeña escenografía como el nombre del programa, ambientación, etc.

[MT-IBH-S1]

Posteriormente Irma señaló a sus alumnos que la búsqueda de información tendría que dar respuesta a las preguntas proporcionadas por el libro de texto y que ésta sería en diferentes fuentes, pero sin explicitar cuáles. Por otro lado Irma invitó a sus alumnos a elaborar un “dispositivo” (experimento o maqueta) para acompañar la exposición del tema. Para ello les hizo saber que podrían tomar la propuesta del libro de texto ó buscar otra en internet. Irma indicó a los alumnos que comenzaran a llenar, en su equipo correspondiente, la hoja que les había entregado.

**-Trabajar en equipo/ supervisar a los alumnos.
(Sesión I, episodio 4)**

Los alumnos, integrados en equipo, se distribuyeron algunas tareas relacionadas con la “búsqueda de información”, la “actividad experimental o maqueta” y el programa de radio (ver figura 4.1). Los alumnos se mostraron interesados, principalmente, en las secciones que llevaría su programa de radio. La maestra pasó a cada uno de los equipos a revisar el trabajo de los alumnos; los orientó en la organización de las tareas, promovió el uso del libro de texto, aclaró dudas y comunicó algunas ideas sobre las secciones que podrían ir en el programa de radio (como por ejemplo entrevistas, noticias, comerciales, eventos).

Irma asignó la búsqueda de información como tarea para realizar en casa e hizo alusión a que el libro de texto ofrecía otras preguntas, las cuales también podrían orientar dicha tarea. Irma expresó al grupo que para esta búsqueda consideraran las páginas de Internet sugeridas por el libro de texto. En una entrevista posterior, pregunté a Irma por qué sólo los dejó buscar información en Internet; esto expresó:

Pues mira Internet es lo que ellos (los alumnos) más ocupan, ahí es donde más se la pasan ¿no? entonces digo “¿por qué no aprovechar ya que están ahí para que busquen información?” Sí sería padre que fueran a otras fuentes ¿no? pero no lo hacen, se les complica, o no les gusta. Entonces mejor Internet y ya mi labor será ayudarles a que vean si es buena o mala la información, porque pues no toda la de ahí es confiable... [E2F-IBH-8]

La profesora muestra su interés por retomar los entornos tecnológicos en donde están los jóvenes. Reconoce que los espacios en donde los estudiantes realizan su búsqueda de información se han ido modificando y en la actualidad se concentran en otros, como Internet. Para la profesora, los alumnos están familiarizados con el uso de este espacio, lo cual puede resultar atractivo para utilizarlo con finalidades educativas. La profesora se reconoce como guía pedagógica para ayudar a los alumnos en el análisis de la información que encuentran en este espacio. Sandoval (2012) sostiene que al dotar de un propósito pedagógico a los espacios informales, como Internet, se pueden promover aprendizajes que no podrían desarrollarse en las aulas.

Al final de este episodio la maestra invitó a los alumnos a que imaginaran e idearan la estructura de su programa de radio, así como algunas secciones que

podrían incluir. También dejó en claro que el programa de radio se realizaría en el salón de clases. Antes de terminar la sesión, Irma recogió a los alumnos las hojas que les había entregado anteriormente, y que fueron llenadas por cada equipo.

**-Explicar a los alumnos qué es un programa de radio.
(Sesión II, episodio 1)**

En este episodio, Irma se dedicó a explicar a los alumnos cómo diseñar y construir el programa de radio; actividad a través de la cual presentarían y comunicarían los resultados de su investigación. Irma repartió a cada uno de los alumnos una hoja como la que se muestra en la figura 4.2, la cual se detuvo a explicar.

Figura 4.2 Hoja de trabajo para realizar un guión radiofónico

GUIÓN RADIOFÓNICO
Un guión radiofónico integra la narración de una historia, los diálogos, las acciones, locutores, música, ambientes y ruidos que sirven como escenografía. El guión permite imaginar un programa de radio. Revisen la información que recopiló cada integrante del equipo, e imaginen como podrían trasladarlo a un programa de radio.

Diseño de las secciones del programa

- Entrevista ()
- Noticias ()
- Eventos ()
- Recetas ()
- Comercial ()
- Pronóstico del clima ()
- Invitaciones ()
- Información vial ()
- Anuncios ()
- Deportes ()
- Horóscopos ()
- Reportajes ()
- Mensajes ecológicos ()
- Notas científicas ()

FICHA 1. Ejemplo de sección.

¿Qué vamos a contar?	Qué origina los sismos
¿Para qué?	Para que la comunidad conozca acerca de los fenómenos naturales y tome medidas de prevención.
¿Cómo lo haremos?	Presentaremos en el programa a un grupo de expertos que darán sus opiniones. La información se leerá como noticias científicas de destacados investigadores mexicanos.
¿Cuánto tiempo durará la sección?	10 minutos

Ahora respondan ustedes las preguntas de acuerdo a su programa de radio a realizar:

¿Qué vamos a contar?	
¿Para qué?	
¿Cómo lo haremos?	
¿Cuánto tiempo durará la sección?	

Determinen el formato: narrativo o nota informativa, imaginen que tipo de música pondrían, etc., que podrían acompañar al texto. Ahora inicien la escritura del guión a dos columnas (en una hoja para entregar), observa el ejemplo

Columna Izquierda
Escriban los nombres de los personajes o locutores y los llamados al operador técnico (tipo de música, sonidos, etc.)

Ejemplo
Operador: aplausos
Locutor: Buenos días, bienvenidos a su espacio "Cuéntame un cuento".

Columna derecha
Escriban los diálogos de los personajes y las indicaciones del operador

Una vez que hayan escrito el guión, léanlo para aclarar ideas y corregir errores, hasta que les parezca que exprese con claridad lo que desean que se escuche. Cuando ya estén seguros de que el guión radiofónico con sus debidas secciones esté listo, además de la música, estarán en condiciones de presentarlo.

[MT-IBH-S2]

Irma señaló a los alumnos que el programa de radio estaría constituido por cinco secciones diferentes pero relacionadas con el tema de los sismos, y que podrían elegir algunas de las propuestas de la hoja de trabajo (figura 4.2). Irma indicó a los alumnos que una vez elegidas las secciones tendrían que resumir la información que buscaron

como tarea y adecuarla a cada una de ellas, y les señaló que para cada sección deberían responder las preguntas de esa hoja de trabajo.

Posteriormente, Irma indicó a los alumnos que tendrían que establecer algunos personajes adecuados a cada sección del programa de radio. En el guión, los alumnos tendrían que escribir la información para estos personajes. Para ello, la maestra pidió a los alumnos que se guiaran por el ejemplo presentado en la hoja de trabajo (figura 4.2) y que consideraran el tiempo máximo de exposición (que era de diez minutos).

**-Los alumnos trabajan en equipo/ la profesora orienta el trabajo de los alumnos.
(Sesión II, episodio 2)**

Los alumnos, por indicación de la maestra, se reunieron en equipo y trabajaron los puntos señalados en la hoja de trabajo (Figura 4.2). Algunos alumnos llevaban información escrita en sus cuadernos, otros de forma impresa. En todos los equipos observé la presencia del libro de texto. Fue muy común que en cada equipo los alumnos se repartieran las secciones del programa y la selección y síntesis de información, para posteriormente conjuntarlo en un mismo escrito.

Irma pasó a cada equipo de alumnos a revisar que hubiesen cumplido con la información que había quedado de tarea, a observar cómo estaban trabajando y a aclarar dudas. Con respecto a la información, la profesora sólo anotó en su lista de asistencia el cumplimiento, o no, de la tarea. En pocos casos se detuvo a revisar la información que llevaban los alumnos. Respecto a la revisión de la forma de trabajo, en algunos equipos Irma sugirió a los alumnos secciones para el programa de radio y comunicó algunos ejemplos de lo que podían hacer y decir en ellas.

En otros casos, la profesora ayudó a los alumnos a organizar la síntesis y selección de información. Para ello, Irma hizo referencia a las preguntas del libro de texto. En algunos equipos, los alumnos expresaron a la maestra su interés por construir una maqueta para mostrar los efectos de los sismos en las ciudades. La revisión del trabajo de los alumnos, también consistió en aportar sugerencias al guión radiofónico, tales como nombre del programa o estación, forma de redactar, uso de signos de puntuación y el contenido mismo.

En uno equipo, un alumno preguntó a la profesora por qué todo el grupo estaba investigando sobre el mismo tema del proyecto y si existían otros temas para investigar. Respecto a la primera pregunta, Irma respondió que quería ver la creatividad de cada equipo, y que para ello era necesario que todos abordaran el

mismo tema de proyecto. Sobre la segunda pregunta, Irma respondió que sí existían otros temas, pero no dijo cuáles.

***-Tomar acuerdos para la presentación del proyecto.
(Sesión II, episodio 3)***

Irma hizo un recuento de lo que observó en los equipos, especialmente de lo que más le había llamado la atención, como las secciones y las maquetas mencionadas por algunos alumnos. Otros aspectos abordados fueron estuvieron relacionados con la presentación del programa de radio; como la música, escenografía, cortinas, etc. Irma mencionó a los alumnos las fechas en las que presentarían su programa de radio. Señaló, además, que en una sesión pasarían a presentar tres equipos y, en otra, los restantes. Irma dejó en claro que los equipos pasarían al azar y que era necesario que todos llegaran a las sesiones con su material preparado.

Antes de finalizar la clase, la profesora recogió el guión que cada equipo de alumnos construyó durante la sesión. En una entrevista posterior, Irma expresó que la finalidad de recoger el trabajo de los alumnos fue revisar la información y estructura del guión de cada equipo, para con ello señalar algunos aspectos que podían mejorar, quitar o considerar. En una sesión posterior a esta, y que no fue observada, la profesora regresó el guión a los alumnos, y estos le hicieron los ajustes propuestos.

***-Un equipo de alumnas expone su proyecto. La profesora extiende el tema y promueve la participación del resto del grupo.
(Sesión III, episodio 2)***

En este episodio un equipo integrado por cuatro alumnas y un alumno presentó su programa de radio. Antes de que el equipo pasara a exponer, Irma recordó a todo el grupo aspectos relacionados con la evaluación del proyecto; como el orden, la organización y el trabajo de equipo. Acto seguido, los alumnos comenzaron a exponer.

Los alumnos expositores se dedicaron a leer información, misma que llevaban en hojas sueltas. La lectura que realizaron fue en voz muy tenue, lo que trajo como consecuencia que no se escucharan en todo el salón. La exposición de este equipo siguió la siguiente estructura:

- Escalas e instrumentos para medir los sismos
- Medidas de prevención: qué hacer antes, durante y después de un sismo

- El terremoto de 1985 en la Ciudad de México
- Invitación a una obra de teatro sobre el terremoto de 1985
- Entrevista a una persona que vivió la experiencia del terremoto de 1985
- Horóscopos (sin relación con el tema)

Al término de la exposición de este equipo, Irma abrió el diálogo con el resto del grupo con el fin de promover que éste evaluara y opinara sobre el trabajo de los alumnos expositores. De manera general, las opiniones del grupo estuvieron relacionadas con críticas sobre el tono de voz de los alumnos y la lectura rápida. Por su parte, Irma comentó a los alumnos expositores que la sección de horóscopos no tenía relación con el tema de los sismos.

Posterior a la evaluación grupal, Irma cuestionó a los alumnos expositores sobre algunos temas que abordaron. Las preguntas fueron: ¿qué aprendieron sobre los sismos? ¿Cómo se llaman las escalas para medir un sismo? ¿De dónde obtuvieron la información? A los alumnos se les complicó argumentar la respuesta a cada cuestión. Irma les hizo saber su descontento con el trabajo que habían presentado; les señaló que no habían mostrado orden en las participaciones y que la información había sido muy vaga. Después dio paso al siguiente equipo expositor.

***-Un segundo equipo de alumnos expone su proyecto. La profesora promueve la participación del resto del grupo y puntualiza algunos aspectos.
(Sesión III, episodio 3)***

Un equipo de seis alumnas presentó su programa de radio. Al igual que el equipo del episodio anterior, éste pasó al frente del salón, en el escritorio de la maestra, y comenzó a realizar su exposición. Las alumnas expositoras llevaban hojas con información impresa, el libro de texto de la asignatura y fichas de trabajo. Las alumnas se dedicaron a leer información; se hizo evidente que no tenían organizada la intervención de cada una. El resto de los alumnos se mostró poco interesado en la exposición de las alumnas, algunos inclusive estaban haciendo tareas de otras materias. La estructura de la presentación de este equipo de alumnas fue la siguiente:

- Definición de sismo
- Origen de los sismos y terremotos
- Entrevista a una sobreviviente del terremoto de 1985
- Principales terremotos en la historia
- Qué es un sismógrafo y la historia del mismo

- Horóscopos (relacionados con el tema)

Al término de la exposición, Irma abrió el diálogo con el resto del grupo con el fin de evaluar el trabajo de las alumnas. Las opiniones del grupo estuvieron relacionadas con críticas sobre el tono de voz, que no respetaron el tiempo asignado, que se trataba de la misma información que el equipo anterior y la poca fluidez en la lectura. Posteriormente, Irma hizo algunos comentarios a las exposiciones de la tercera sesión. Estos comentarios estuvieron centrados, principalmente, en el tono y volumen de voz empleado por los alumnos durante las exposiciones, en la mala lectura realizada, en la precisión de la información y en corregir y agregar datos sobre el sismo ocurrido en la Ciudad de México en 1985.

En una conversación al final de la tercera sesión, Irma expresó su opinión sobre los proyectos presentados:

Tenían buenas ideas (alude a los alumnos), en realidad no sé qué les pasó, supongo que cuestiones del tiempo. No hubo algo nuevo, información muy vaga, muy nula y sí pues les cuesta mucho trabajo hacer estas actividades porque pues no, no están como que muy familiarizados... [E3F-IBH-1]

Es interesante cómo, a pesar de que los alumnos hicieron el esfuerzo por presentar su proyecto, la profesora considera que no fueron novedosos y que, además, la información fue muy general y sin sentido alguno. Llama la atención cómo para la profesora estos problemas se deben a que los alumnos no están familiarizados con la realización de actividades relacionadas con la elaboración de un programa de radio.

-Un tercer equipo de alumnos expone su proyecto. La profesora promueve la participación del resto del grupo y puntualiza algunos aspectos. (Sesión IV, episodio 2)

En este episodio un equipo integrado por cuatro alumnas y un alumno pasó a presentar su programa de radio. Como en las anteriores exposiciones, los alumnos pasaron al frente del salón y comenzaron a organizarse. Una alumna del equipo anunció a la maestra que dos integrantes no habían asistido a clases y que no llevaban la parte que a ellos les correspondía, por lo que la exposición quedaría incompleta. La maestra les dejó en claro que no había mayor problema. El equipo expositor mostró una desorganización, especialmente al momento de la intervención de cada uno de ellos.

Los alumnos leyeron información de un libro de texto de geografía, de hojas impresas y de fichas de trabajo. La estructura de lo presentado fue la siguiente:

- Entrevista a una persona testigo del terremoto de 1985
- Horóscopos
- Mensaje ecológico
- ¿Qué hacer en un sismo?
- ¿Qué pasó en el temblor de 1985 de la Ciudad de México?
- ¿Por qué ocurre un sismo?

Al término de la exposición de este equipo, la profesora abrió el diálogo con el resto del grupo para valorar, entre todos, la intervención de los alumnos expositores y su trabajo. De manera general, las opiniones del grupo estuvieron relacionadas con la desorganización, la mala fluidez en la lectura y la falta de un guión. Posteriormente Irma comenzó a interrogar a los alumnos sobre el tema. Algunas cuestiones fueron: ¿qué es un sismo? ¿Por qué chocan las placas tectónicas? ¿Cómo se genera un sismo? ¿Les gustó su trabajo? Los alumnos, en general, mostraron facilidad en responder y argumentar las preguntas de la profesora.

-Profesora y alumnos realizan la evaluación del proyecto. (Sesión IV, episodio 3)

Irma llevó a cabo la evaluación del proyecto que los alumnos realizaron sobre los sismos. Para ello, repartió a cada equipo de trabajo una hoja como la de la figura 4.3.

Figura 4.3 Aspectos a evaluar del proyecto en clase de Irma

Grupo: _____ Fecha: _____ Equipo: _____

ESCALA: (5)-Excelente; (4)-Muy Bien; (3) Bien; (2)-Regular; (1)-Mal

Nombre de los integrantes del equipo	Mi trabajo en equipo ha sido	Mi participación ha sido	Creatividad en la elaboración del programa	Calidad del informe	Calificación del equipo

RÚBRICA DE PROYECTO

Equipo: _____

Aspectos	SI	NO
Programa de radio		
Noticiero		
Exposición		
Propuesta creativa		
Desarrollo del tema adecuado		
Duración máxima 10 minutos		
Empleo de material de apoyo		

Calificación: _____

[MT-IBH-S4]

Irma hizo algunos comentarios sobre los trabajos presentados. En general, Irma hizo alusión a la falta de información sobre el tema, a la inadecuada sistematización y organización de información y la poca fluidez en la lectura. Esto hizo evidente que la información, para Irma, fue el centro de la evaluación del proyecto que realizaron sus alumnos. Sobre el trabajo escrito, sólo dos de los seis equipos lo entregaron; en él respondieron las preguntas señaladas en el libro de texto.

Posteriormente, Irma exploró la opinión de sus alumnos acerca de este primer proyecto; especialmente sobre las actividades que habían realizado:

Ma: A ver Elizabeth, ¿les hubiera gustado hacer la exposición normal, tradicional o esforzarse en hacer un programa de radio?

Aa: Un programa

M: Ok. A ver Emanuel ¿qué hubieran preferido? ¿la exposición normal con láminas o hubieran hecho un esfuerzo más por sacar el trabajo adelante?

Ao: Hacer un esfuerzo más

Ma: A ver el equipo de Izamar, ¿qué les hubiera salido mejor? ¿Una exposición normal?

Aa: Ninguna

Ma: Ok, para usted ninguna forma. En el equipo de Jonathan

Ao: La exposición maestra, porque es lo que más hacemos y sabemos cómo, qué hacer y organizarnos

Ma: Ok, si claro es lo que más hacen. El equipo de Gellen, exposición normal o...

Aa: No, ninguna...

Ma: Ok a ver Viridiana

Aa: Pues la exposición maestra porque honestamente así todos trabajamos, es lo que más sabemos. Mire el primer día sí trabajamos, los demás días nos la pasamos platicando y así y no logramos trabajar, es que no nos dedicamos por eso fue que no nos salió

Aa: Es que maestra no se vale que sólo sea trabajo de una persona, deben trabajar todos no es justo que todos tengamos la misma calificación

Ma: Ok. El primer problema es que no asumimos los compromisos en los equipos de trabajo y en las tareas asumidas y siempre echamos la

culpa a los demás. Ok bueno, procedo a calificar sus cuadernos, les dejo una actividad. Con esto concluimos los proyectos. Yo espero que conforme pasen los bimestres y hagamos otro tipo de actividades esto se mejore.

[AC-IBH-S4]

Los alumnos, en equipo, se dedicaron a llenar la hoja de evaluación mientras la profesora revisaba las actividades de los cuadernos. El tiempo de la sesión de clase no fue suficiente para que todos los alumnos terminaran de llenar la hoja de evaluación por lo que Irma les indicó que dicha hoja la trabajarían en la siguiente sesión de clase (la cual no fue observada).

La presentación de los resultados del proyecto se dio por concluida con la valoración de la maestra y los estudiantes, quienes reconocieron la poca familiaridad que tenían con la realización de un programa de radio y las dificultades que tuvieron para involucrar a todos los integrantes del equipo.

La realización de un proyecto sobre la reutilización del agua.

El proyecto sobre la reutilización del agua fue implementado por Irma en uno de los cinco grupos de tercer grado. En este grupo –integrado por 37 alumnos–, observé a Irma durante seis sesiones de clase, la mayoría de ellas con duración de 50 minutos. En estas sesiones Irma realizó con sus alumnos el proyecto *¿Qué hacer para reutilizar el agua?*, correspondiente al primer bloque temático del programa de estudios (SEP, 2006b). El libro de texto empleado por Irma y sus alumnos era el de "Ciencias 3 Química", de Chamizo (2010). La propuesta del libro para este proyecto se encuentra en el anexo 3. En la tabla 4.2 presento una descripción general de lo observado en las sesiones de clase y señalo los episodios en que fueron divididas.

Como se puede observar en la tabla 4.2, y a excepción de la segunda, la mayoría de las sesiones estuvieron dedicadas al proyecto. La profesora Irma combinó la realización de una actividad de laboratorio y la evaluación de algunos aspectos del primer bloque de contenidos con la realización del proyecto.

Tabla 4.2 Descripción general de lo observado en la práctica de la profesora Irma (Química)

Sesión	Episodios identificados (¿Qué ocurre en la clase?)
I	<ol style="list-style-type: none"> 1. La profesora explica a los alumnos cómo hacer la práctica de laboratorio. 2. La profesora explica a los alumnos sobre el proyecto. 3. La profesora explora las ideas y experiencias de los alumnos acerca del proyecto. 4. Por indicaciones de la profesora, los alumnos se integran en equipo y eligen el tema del proyecto.
II	<ol style="list-style-type: none"> 1. La profesora organiza a los alumnos para entrar al laboratorio escolar. 2. La profesora explica a los alumnos la práctica de laboratorio. 3. Los alumnos realizan un experimento, la profesora orienta el trabajo.
III	<ol style="list-style-type: none"> 1. La profesora recuerda a sus alumnos algunas actividades previas. 2. La profesora da indicaciones sobre la elaboración de un programa de radio. 3. Los alumnos, reunidos en equipo, trabajan con la información y realizan un guión radiofónico. La profesora supervisa y orienta el trabajo.
IV	<ol style="list-style-type: none"> 1. La profesora realiza una actividad de evaluación. 2. La profesora aclara dudas sobre la presentación de los proyectos.
V	<ol style="list-style-type: none"> 1. La profesora recuerda a sus alumnos algunas actividades de evaluación. 2. Un equipo de alumnos expone su proyecto. La profesora promueve la participación del resto del grupo y puntualiza algunos aspectos. 3. Profesora y alumnos realizan activación física.
VI	<ol style="list-style-type: none"> 1. Un equipo de alumnos exponen su proyecto. 2. Dos alumnos exponen su proyecto. 3. Un alumno expone su proyecto. La maestra entrega la hoja de evaluación del proyecto.

Fuente: elaboración propia

A continuación presento la descripción y análisis de lo observado en los episodios relacionados con la realización del proyecto, los cuales están señalados en la tabla 4.2 con letra más oscura.

-La profesora explica a los alumnos sobre el proyecto. (Sesión I, episodio 2)

En este episodio Irma señaló a sus alumnos que el TpP era uno de los aspectos que conformaban la evaluación del primer bloque, junto con el examen, el cuaderno y otras actividades. Durante este episodio Irma recurrió al libro de texto (Chamizo, 2010) para hacer saber a los alumnos dos propuestas de proyecto. Para ello Irma pidió a algunos alumnos que leyeran en voz alta la página 76 del libro de texto (ver anexo 2), en la cual se encuentra la descripción del caso de un corredor olímpico que fue descalificado por encontrarle, en una prueba de doping, sustancias que mejoran su rendimiento; en esta descripción se detalla sobre el espectrómetro de masas.

Después de la lectura del libro, Irma indagó las ideas de los alumnos respecto al problema planteado en el proyecto del libro de texto. Algunas de las ideas exploradas por Irma estuvieron relacionadas con la forma de poder “descubrir” las

sustancias que estaban en el cuerpo del corredor. En general, los alumnos expresaron la realización de análisis de laboratorio para poder dar cuenta de dichas sustancias.

Posteriormente la profesora pidió a otros alumnos que leyeran en voz alta la página 80 del libro de texto, en la cual se ofrece información, muy breve, sobre el agua, la destilación natural, la cristalización y la aireación (ver anexo 3). Los alumnos leyeron y posteriormente Irma intervino:

Ma: Bien hemos leído rápidamente la introducción de los dos grandes temas que vamos a desarrollar en este bloque. Uno tiene que ver con el método científico en el tema de quién es el delincuente y el otro con el método de separación de mezclas, que tiene que ver con como reutilizar el agua ¿de acuerdo?

As: Si

Ma: Yo supongo que de lo que ahorita leímos algo les llamó la atención de lo que acabamos de leer....

[AC-IBH-S1]

La profesora Irma hace el esfuerzo por comunicar a sus alumnos los contenidos que se trabajan en cada uno de los proyectos. Una mirada a los proyectos propuestos en el programa de estudios para este primer bloque de la asignatura Ciencias III con énfasis en Química (figura 2.3) muestra que, efectivamente, el método científico y el método de separación de mezclas son, respectivamente, los contenidos que se sugieren trabajar en estos proyectos. Esto muestra, en parte, la apropiación que Irma ha hecho de la propuesta del TpP.

En una entrevista posterior, Irma expresó su opinión sobre los proyectos que venían en su libro de texto:

Me gustan mucho fijate, sobre todo porque les dejan (a los alumnos) hacer cosas como el filtro que es como el reto ¿no? y pues el otro es de identificar una sustancia. Los otros como que no están muy adecuados digamos, siento que están muy a lo conceptual y estos primeros no, si están un poquito más a lo procedimental, que es lo valioso ¿no? [E2Q-IBH-9]

Este fragmento permite mostrar cómo la profesora valora los proyectos por demandar a los alumnos la elaboración de dispositivos y, además, por promover contenidos procedimentales.

-La profesora explora las ideas y experiencias de los alumnos sobre el proyecto. (Sesión I, episodio 3)

En este episodio, Irma exploró las experiencias de los alumnos sobre la realización de un proyecto. El siguiente es un diálogo mantenido en el salón durante el episodio:

Ma: Michel ¿cómo hacen por lo general un proyecto? o en años pasados ¿cómo realizaban su proyecto? David

Ao: Coordinábamos la información para nuestro proyecto, como lo que necesitábamos para nuestro proyecto, después lo poníamos a prueba y hacíamos un modelo sobre ese

Ma: Modelos ok, perfecto. Vanessa ¿Cómo hacían la presentación de su proyecto?

Aa: Exponíamos

Ma: Ok generalmente así, exponiendo, bien. Erick ¿entregaron algún tipo de trabajo escrito?

Ao: No sé

Ma: No lo recuerda. ¿Alguien?

Ao: Pues entregábamos la información, así hacer un proyecto un modelo o así, dependiendo el proyecto también

Ma: ¿A qué se refieren con un modelo? ¿Una maqueta, un dibujo, un diagrama?

Ao: Por ejemplo el año pasado debíamos de traer una manguera, una cubeta y explicarles cómo funcionaba o algo así

Ma: A ok ¿ese experimento estaba en el libro ustedes lo investigaron?

As: En el libro

Ma: ¿El libro les decía exactamente qué debían hacer?

Ao: Sí

Ma: A ok, muy bien

Ao: Por ejemplo nos daban un tema y teníamos que sacar primero la hipótesis, después individualmente investigar y ya después por equipo la información, hacer un modelo y comunicar

Ma: Ok, bien eso sería lo que tienen que logran. Bueno no están tan confundidos como vamos a elaborar este proyecto. Lo que si lo único que va hacer aquí la variante es cómo vamos a presentar el proyecto de este bimestre. Cada bimestre vamos a ir cambiando como presentarlo, en este periodo vamos a utilizar un programa de radio, ¿de acuerdo? ustedes van a presentar la información que han recopilado sobre el tema que van a elegir pero lo van a presentar como si estuvieran en un programa de radio.

[AC-IBH-S1]

El diálogo anterior permite notar que los alumnos han tenido experiencias de TpP en las que se han visto implicados en la elaboración y construcción de "modelos". Un alumno alude a un proceso de indagación en el que se consideraron el planteamiento de hipótesis, la búsqueda de información, el trabajo en equipo, la elaboración de un modelo y su presentación.

En este mismo episodio, Irma realizó un consenso entre los alumnos para ver cómo realizarían el proyecto, si de forma individual o en equipo; al respecto, algunos

alumnos se pronunciaron a favor del primero y otros por el segundo. Esto derivó en que Irma diera libertad a los alumnos de realizar el proyecto ya sea de forma individual o en equipos de trabajo.

**-Los alumnos se integran en equipo y eligen el tema del proyecto.
(Sesión I, episodio 4)**

Por indicaciones de la profesora, los alumnos se reunieron en equipo y se distribuyeron por todo el salón. Irma hizo entrega a cada equipo de una hoja (la misma de la figura 4.1) para que la llenaran y entregaran al final de la clase. Logré identificar la configuración de cinco equipos de seis alumnos cada uno y siete alumnos que trabajaron en forma individual.

En los equipos de trabajo, los alumnos discutieron respecto a las dos propuestas de proyecto de su libro de texto y, posteriormente, llenaron la hoja que les había entregado la profesora. Los alumnos que decidieron trabajar en forma individual también revisaron los proyectos de su libro de texto y llenaron la hoja. La profesora pasó a los equipos de trabajo a recoger la hoja y también con cada alumno que trabajaría de forma individual. Posteriormente Irma sugirió a los alumnos que buscaran en Internet información relacionada con el tema del proyecto elegido.

Al final de la sesión, Irma me compartió que todos los alumnos habían elegido el proyecto de la reutilización del agua. Al respecto, le pregunté si esto era algo que esperaba y si tenía alguna idea de por qué los alumnos habían elegido ese como único proyecto; esto fue lo que respondió:

Fíjate que no me lo esperaba, hasta me sorprendí. Yo quería que ellos (los alumnos) eligieran, que tuvieran esa como libertad de elegir el tema y pues ahora yo debo respetar su elección. Yo creo, así siendo analítica, que optaron por el del agua porque a ellos les gustan mucho las manualidades eh, como que eso de construir cosas, ya ves que me hablaron de que el año pasado hicieron modelos y no sé qué más y pues como el del agua dice que hay que hacer un filtro pues creo que por eso ¿no? No sé, esa puede ser, o quizás también que es un tema cercano a ellos ¿no? aquí en la colonia incluso en la escuela hay muchos problemas con la falta de agua. [E2Q-IBH-1]

Es interesante, notar que las razones por las cuales la profesora piensa que los estudiantes eligieron el tema de la reutilización del agua sean el gusto de los alumnos por las manualidades y el hecho de que el proyecto aborda un tema que es cercano a

ellos. Sin embargo, es importante reconocer que hay factores que también afectan la decisión de los estudiantes; particularmente el libro de texto es uno de ellos. En el libro de texto empleado por Irma y sus alumnos (Chamizo, 2010) el proyecto del agua propone algo concreto como la elaboración del filtro, a diferencia del proyecto de sustancias, en el que se propone una actividad de tipo vivencial.

En el anexo 3 presento la propuesta de actividades del libro de texto (Chamizo, 2010) para el proyecto denominado *¿Qué hacer para reutilizar el agua?* De manera general, la estructura de la propuesta del libro es la siguiente:

- Ofrece información sobre el agua y algunos métodos de purificación y potabilización para reutilizarla.
- Actividad práctica: 1) Investigar cuál de los métodos de separación de mezclas es el más adecuado para reutilizar el agua y señalar ventajas y desventajas. 2) Indicar, de cinco medidas preventivas, cuáles se realizan en el hogar y estimar cuántos litros se podrían ahorrar siguiendo esas medidas. 3) Purificar agua con carbón que absorbe colores y olores e investigar de qué manera el carbón activado elimina el color y el olor de las disoluciones acuosas y mencionar la diferencia entre absorción y adsorción. 4) Investigar qué se está haciendo en México para contrarrestar el problema de la falta de agua.
- Termina con una tabla en la que se debe indicar con SI o NO cuál de los tres conocimientos señalados fueron adquiridos con la realización del proyecto.

-La profesora da indicaciones sobre la elaboración de un programa de radio. (Sesión III, episodio 2)

Irma se dedicó a dar indicaciones a los alumnos acerca de la elaboración del guión para el programa de radio con el que llevarían a cabo la presentación del proyecto. Para ello, Irma ofreció a los alumnos algunas ideas sobre lo que podían incluir en el programa, como por ejemplo personajes, secciones, noticias, anuncios comerciales y entrevistas; también les hizo saber que la duración del programa sería de 10 minutos. Otros aspectos sugeridos por Irma fueron la posibilidad de colocar música a las secciones del programa de radio y asignar a éste algún nombre relacionado ya sea con el agua ó con las sustancias químicas.

Irma explicó a los alumnos que el programa de radio tendría que estar constituido por cinco secciones y que era importante que primero las definieran para,

posteriormente, adecuar la información a ellas. Irma entregó a los alumnos la hoja de trabajo para realizar un guión radiofónico que se muestra en la figura 4.2 y les indicó que con la información del libro y la que buscaron de manera opcional, debían responder las preguntas ahí señaladas. Posteriormente, Irma solicitó a los alumnos que se reunieran en sus respectivos equipos; a los que estaban trabajando en forma individual les pidió que hicieran un equipo para asignarles algunas tareas particulares ya que no trabajarían el programa de radio.

-Los alumnos, en equipo, elaboran un guion radiofónico. La profesora supervisa y orienta el trabajo. (Sesión III, episodio 2)

En este episodio, los alumnos que estaban trabajando en equipo se dedicaron a elaborar el guión para su programa de radio siguiendo las indicaciones de la hoja de trabajo (figura 4.2). En todos los equipos observé la presencia del libro de texto, en algunos de ellos los alumnos llevaban información impresa y otros escrita en su cuaderno de la asignatura. Irma pasó a cada uno de los equipos a orientar el trabajo de los alumnos; los ayudó a seleccionar la información para adecuarla a las secciones. Irma sugirió a los alumnos que definieran algunos personajes para cada sección, promovió el uso del libro de texto, aclaró dudas sobre los temas de cada proyecto y sugirió que en la presentación del programa podrían mostrar el filtro de agua que habían construido y explicar su funcionamiento.

Por su parte, los alumnos que estaban trabajando en forma individual se dedicaron a seleccionar información con base en las preguntas señaladas en la hoja de trabajo (figura 4.2). De acuerdo con las indicaciones de la maestra, estos alumnos tenían que elaborar una presentación en Power Point para exponer la información relacionada con el tema del proyecto. Sobre el filtro de agua, la profesora les hizo saber que para ellos era opcional su empleo en la exposición del tema. Los alumnos emplearon básicamente su libro de texto; de los siete alumnos, sólo dos de ellos emplearon la información que llevaban impresa.

Como la duración de la sesión de clase fue de 50 minutos, los alumnos no alcanzaron a terminar el guión de su programa de radio. Esto orilló que la profesora asignara como tarea la terminación del guión, mismo que debían entregar, para su respectiva revisión, en una siguiente sesión (la cual no fue observada).

-Un equipo de alumnos expone su proyecto. La profesora promueve la participación del resto del grupo y puntualiza algunos aspectos. (Sesión V, episodio 2)

En este episodio, correspondiente a la quinta sesión, un equipo de tres alumnos y cuatro alumnas presentó su programa de radio. El equipo colocó un diagrama en el pizarrón relacionado con el funcionamiento de un filtro de agua, que era el mismo que se presenta en el libro de texto (ver anexo 3) y emplearon el escritorio de la maestra. Fue interesante que antes de que los alumnos iniciaran con su presentación, la profesora les realizó una serie de cuestionamientos:

Ma: Antes de que inicien necesito preguntar, Fernanda, ¿por qué escogieron el tema Fernanda? ¿Consideraron que era más fácil tratar este tema o qué?

Aa: Sí, como fácil

Ma: Bien. En sí Xochilt, por favor ¿de qué va a tratar?

Aa: Del agua, de cómo se filtra, de su cuidado.

Ma: Ok, bien. Adrián ¿cuál sería el objetivo de presentar esto para ustedes?

Ao: Pues sobre el agua y su cuidado ya que sabemos lo importante

Ma: Bien. Luis ¿considera que la participación del equipo fue la adecuada, todos trabajaron bien?

Ao: No, algunos no

Ma: Algunos no, después damos indicaciones. Trejo ¿algún comentario antes de presentar su trabajo? ¿Fue muy difícil la organización, este, no se organizaron bien?

Ao: No

Ma: Ok. Todos ponemos atención
(Comienza la exposición de los alumnos)

[AC-IBH-S5]

Los alumnos expositores se dedicaron a leer su guión radiofónico, usaron música y, en general, mostraron orden en sus intervenciones; sin embargo, se mostraron divertidos y hasta hicieron chistes y comentarios chuscos. En el pizarrón pegaron un diagrama sobre el proceso de filtración de agua. Algunos alumnos asumieron el papel de locutores y otros de expertos en el tema. La exposición siguió la siguiente estructura:

- En qué consiste el proceso de purificación del agua
- Enfermedades relacionadas con el consumo de agua sucia
- Mencionaron eventos (no relacionados con el tema)
- Estado de tiempo en algunas ciudades del país
- Medidas para cuidar el agua
- Receta de cocina

- Información vial
- Horóscopos

Al término de la exposición de este equipo, la maestra pidió a los alumnos que explicaran el diagrama, ninguno logró hacerlo. La maestra también les pidió que hablaran sobre la filtración del agua, ninguno de los alumnos logró elaborar una explicación. Posteriormente Irma realizó algunos comentarios sobre la participación de los alumnos. Estos comentarios estuvieron centrados en la duración del programa (que duró casi 15 minutos), que de las secciones del programa sólo dos estuvieron relacionadas con el tema y que no mostraron seriedad en el trabajo. Irma señaló al resto del grupo que estos eran aspectos que consideraría para evaluar el proyecto y que tuvieran cuidado al momento de su exposición. En su intervención, la maestra también hizo referencia al trabajo escrito de los alumnos; especialmente les hizo saber que en éste trabajo tenían información buena y rescatable, pero que no supieron ligar a las secciones del programa.

-Un equipo de alumnos expone su proyecto. (Sesión VI, episodio 2)

La sexta sesión observada se llevó a cabo en el aula de medios; un espacio donde los profesores de secundaria y sus alumnos trabajan principalmente cuando hacen uso de herramientas tecnológicas. El aula de medios de la secundaria donde realicé el trabajo de campo estaba a cargo de una profesora –llamada aquí con el nombre de Lucía–, quien apoyaba a los profesores en el uso de las distintas tecnologías con las que estaba equipada dicha aula, como computadoras, proyectores, algunos software especiales, libros electrónicos, etc.

En el primer episodio de ésta última sesión observada, un equipo integrado por cuatro alumnas y dos alumnos pasó a presentar su programa de radio. Los alumnos proyectaron un diagrama sobre un filtro de agua (que retomaron de Internet) y entregaron a la maestra el trabajo escrito. Cada uno de los alumnos llevaba impreso su guión radiofónico. El equipo mostró orden en las intervenciones de cada integrante; en algunos casos, los alumnos asumieron el papel de científicos o expertos en el tema. La estructura de la presentación, fue la siguiente:

- La importancia de los filtros para reciclar el agua
- Una experta habla sobre el proceso de purificación del agua

- Entrevista a un experto, quien habló sobre el funcionamiento de un filtro y los problemas relacionados con la filtrabilidad del agua
- Comerciales informativos sobre la filtración del agua
- El cuidado del agua y su consumo
- Horóscopos (sin relación con el tema)
- Una experta habla sobre las ventajas de la filtración del agua
- Una bióloga habla de la desalinización del agua de mar
- Una alumna explica cómo construir un filtro casero y se apoya en el diagrama proyectado.

Un aspecto interesante de la exposición de este equipo, fue que en los momentos en que los alumnos representaron el papel de un "experto", otro alumno del mismo equipo le fue realizando algunas preguntas sobre el tema que estaba abordando. Esto, sin duda, muestra cómo los alumnos se involucraron en un proceso de reelaboración de información.

***-Dos alumnos exponen su proyecto.
(Sesión VI, episodio 3)***

En este episodio, dos alumnos, que inicialmente habían trabajado en forma individual, presentaron de manera conjunta un noticiero de televisión, y no un programa de radio. Los alumnos, con ayuda de la profesora Lucía, proyectaron una presentación de Power Point. Los alumnos presentaron un reportaje sobre un alumno de una secundaria que construyó con ayuda de un científico un filtro de agua. También presentaron algunas medidas para cuidar el agua y el estado del tiempo de la Ciudad de México. Los alumnos no entregaron el trabajo escrito.

Después de su presentación, los alumnos mostraron el filtro de agua que construyeron. La profesora preguntó a los alumnos dónde habían obtenido el filtro y estos respondieron que de un video de YouTube. Los alumnos, por indicación de la profesora, explicaron los materiales y el funcionamiento de su filtro, señalaron que agregaron agua negra y después de unos instantes les salió agua amarilla.

Algunos alumnos que observaban la presentación de los alumnos hicieron las siguientes preguntas a los alumnos expositores: ¿probaron el agua que les salió? ¿Cómo saben si es agua potable? ¿Por qué el agua les salió amarilla y no blanca? Estas cuestiones, de acuerdo con (Harlen, 2000) pueden ser consideradas como preguntas investigables porque a través de ellas los alumnos plantean aspectos que les gustaría indagar, descubrir, comprobar, etc.

Los alumnos expositores intentaron responder a los cuestionamientos de sus compañeros, sin embargo la profesora les dijo que esas discusiones quedaban pendientes y dio paso a la siguiente presentación. No obstante, los alumnos pidieron a la maestra que les dejara hacer una actividad en el laboratorio para que probaran la funcionalidad del filtro. Irma les hizo saber que lo consideraría para una actividad experimental. Sobre esta situación, en una entrevista posterior a la sesión, Irma expresó:

Te dije que les gustan las actividades manuales, eso de hacer dispositivos, eso despierta mucho el interés de los chicos. La verdad no esperaba que cuestionaran a los que pasaron, hasta me sorprendí. Y pues sí ¿no?, son preguntas que ayudan a discutir el tema pero ya viste el tiempo que tengo, si me detengo en ellas no acabo de pasar a todos y pues no debe faltar ninguno. [E3Q-IBH-6]

En su respuesta, la profesora denota cómo el tiempo de clase y la cantidad de alumnos que conforman el grupo, son factores que condicionan algunas de las actividades que posibilitan la práctica de la investigación en el aula.

***-Dos alumnos exponen su proyecto.
(Sesión VI, episodio 4)***

En este episodio, una alumna que trabajó en forma individual, presentó su proyecto mediante una grabación de audio que realizó con un programa de computadora, y en el cual sólo se escuchó su voz. La alumna expositora entregó a la maestra su trabajo escrito. La estructura de la presentación fue la siguiente:

- La importancia del agua
- Características y propiedades químicas del agua
- Clasificación de los tipos de agua y su distribución en la Tierra
- La contaminación del agua
- La escases de agua potable y los problemas sociales
- Medidas cotidianas para reutilizar el agua

Al término de la exposición de la alumna, Irma pidió a un alumno que pasara a presentar su trabajo. Sin embargo, los alumnos le hicieron ver que la clase ya había terminado. Antes de salir, Irma repartió a los alumnos la hoja de evaluación de proyecto (Figura 4.3) y les pidió que la llenaran en sus casas y que la entregaran la siguiente sesión; la cual no fue observada debido a que en ella Irma llevó a cabo el

examen final del bloque. El alumno que iba a pasar a exponer en forma individual le entregó a la maestra el archivo de su presentación y su trabajo escrito

Al final de la sesión, Irma me hizo saber que con estas presentaciones de sus alumnos daba por terminada la realización del proyecto en su clase de química y que en las siguientes sesiones se dedicaría a calificar el cuaderno y a aplicar el examen para asignar calificaciones y entregarlas a los directivos. También, al final de la clase, Irma me compartió la rúbrica (figura 4.4) que empleó para evaluar las presentaciones del proyecto; la cual también empleó para el caso de la experiencia de segundo grado.

Figura 4.4 Rúbrica utilizada por Irma para evaluar la presentación del proyecto

Presentación del proyecto	La presentación es lógica, sigue un razonamiento ordenado, la exhibición está ordenada, el reporte completo y claro	Parte de la presentación es lógica, sigue un razonamiento ordenado, reporte completo y claro	Un pequeña parte de la presentación es lógica, no sigue un razonamiento ordenado, claro, la exhibición con poco orden poca lógica, e incompleta	Presentación sin lógica, no sigue un razonamiento, el reporte es incompleto, la exhibición es desordenada, no es clara y está incompleta
Contenido	Los estudiantes demuestran un completo entendimiento del tema.	Los estudiantes demuestran un buen entendimiento del tema.	Los estudiantes demuestran un buen entendimiento de partes del tema.	Los estudiantes No parecen entender muy bien el tema.
Creatividad	La presentación del proyecto es muy agradable a la vista. Hay un esfuerzo extra presentando material de apoyo como gráficas, fotos, videos. Los materiales del proyecto fueron usados en una forma creativa.	La presentación del proyecto es un tanto agradable a la vista. Hay poco esfuerzo extra presentando material de apoyo como gráficas, fotos, videos. Los materiales del proyecto fueron poco usados en una forma creativa.	La presentación del proyecto es poco agradable a la vista. Casi no hay material de apoyo como fotos, video, gráficas. Los materiales del proyecto casi no fueron usados en forma creativa	El proyecto no es agradable a la vista, no hay un esfuerzo extra en material de apoyo como gráficas, fotos, videos. Los materiales no fueron usados en una forma creativa.
Conclusiones y Recomendaciones	La conclusión incluye los descubrimientos que se hicieron y lo que se aprendió del trabajo, así como recomendaciones importantes	La conclusión incluye solo lo que fue aprendido del trabajo. Pocas recomendaciones	La conclusión incluye solo los descubrimientos que hicieron. No hay recomendaciones	No hay conclusión incluida en el informe. No hay recomendaciones
Comprensión	Los estudiantes pueden con precisión contestar la mayoría de las preguntas planteadas sobre el tema	Los estudiantes pueden con precisión contestar la casi todas las preguntas planteadas sobre el tema	Los estudiantes pueden con precisión contestar unas pocas preguntas planteadas sobre el tema	Los estudiantes no pueden contestar las preguntas planteadas sobre el tema por sus compañeros de clase.

[MT-IBH-S6]

Sobre la rúbrica presentada en la figura anterior, la profesora Irma expresó en una entrevista posterior:

Esta fíjate que yo la adapté de un curso que nos dieron, ya vez que últimamente nos piden evaluar así. En esta ocasión no los tomé en cuenta (refiere a sus alumnos) porque como es el primero que hacemos (refiere al proyecto) no están familiarizados, no saben pues. Pero en los próximos sí dejaré que participen en la elaboración,

porque es importante como te dije que ellos asuman también esa parte de la evaluación, no nada más yo. [E3Q-IBH-8b]

La rúbrica utilizada por Irma para valorar la presentación del proyecto es una apropiación de lo que aprendió en un curso. Es una forma de evaluar que no viene sugerida en la propuesta curricular. En este sentido puede verse como una aportación de la maestra a la realización de proyectos en su práctica cotidiana. La rúbrica de la profesora Irma corresponde a las denominadas *rúbricas analíticas*, las cuales permiten determinar el grado de comprensión, de manejo o de desempeño de un estudiante en un aspecto particular que se circunscribe a sólo una parte de todo un proceso.

El pensamiento de Irma

En este apartado presento, por un lado, los sentidos que Irma explicitó en entrevistas posteriores a las sesiones de clase observadas sobre sus acciones que fueron comunes a las experiencias de proyecto descritas anteriormente. Por otro lado, presento las ideas de la profesora respecto a la investigación y sus implicaciones en el aula de ciencias, las cuales provienen, principalmente, de lo expresado en las entrevistas iniciales y de algunos fragmentos de las entrevistas posteriores.

Sentidos comunes a las experiencias de proyectos.

Como vimos en la descripción de la realización de los proyectos, en las primeras sesiones de clase observadas Irma exploró las ideas y experiencias de sus alumnos en torno al TpP. Esta acción permitió que los alumnos manifestaran que se trataba de un trabajo que se realiza en equipo y que implica planeación. Las experiencias de los alumnos estuvieron ancladas a sus cursos previos (ya sea de biología o de física); en ellas expresaron proyectos relacionados con el cuidado de la salud y con la construcción de modelos físicos. En una entrevista, Irma expresó la intencionalidad de esta exploración:

A mí me gusta mucho primero para mis clases conocer lo que ellos (los alumnos) ya saben ¿no? o como en este caso lo que ya han hecho de actividades. Esto me permite saber a lo mejor no a ciencia cierta pero sí lo que pueden hacer, como eso de las exposiciones. Yo ya esperaba que dijeran que presentaron sus proyectos pasados

mediante exposiciones, que es como lo común ¿no? Entonces yo así digo "bueno pues al menos han expuesto y ya no se apenan y pueden pasar al frente". Y bueno esto me permite que al dejarles otra forma de hacer la exposición como el programa de radio les cambie esa imagen que tienen de hacer las cosas, como ampliarles el panorama. [E4-IBH-2a]

Ésta acción permite a Irma obtener un panorama de los saberes de los alumnos en torno al TpP y validar sus propias hipótesis sobre la forma en que han realizado proyectos. Es interesante la forma en que señala que a través de sus actividades espera cambiar y ampliar las ideas y experiencias de sus alumnos. En la didáctica de las ciencias, diversos autores (p.e. Driver, Guesne y Tiberghien, 1989; Pozo y Gómez, 2009) consideran la exploración de las ideas y experiencias de los alumnos como una de las bases de las propuestas innovadoras que buscan romper con las prácticas tradicionales de enseñanza.

El análisis de lo observado muestra que la exploración que realiza Irma no es considerada para la planificación del proyecto; empero, tiene impacto en la realización del mismo. Las ideas y experiencias de los alumnos encontraron un anclaje en las actividades que articularon la realización del proyecto (como el hecho de trabajar en equipo o de realizar un modelo didáctico). Sin embargo, estas actividades difícilmente promovieron que los alumnos confrontaran sus ideas y experiencias, tal como lo esperaba Irma.

En ambas experiencias, Irma permitió a sus alumnos que realizaran el proyecto, ya sea de forma individual o en equipo. En el caso del proyecto sobre sismos, todos sus alumnos trabajaron en equipo, contrario al de reutilizar el agua, donde tuvo alumnos que lo realizaron de forma individual y otros en equipo. Sobre esta permisibilidad expresó:

Es que mira, yo a los chicos los dejo que lo hagan como más agusto se sientan eh (refiere al proyecto). Siento como que ese es el primer paso para que hagan las cosas bien y se interesen. No me gusta imponerles que lo hagan con quienes no están agusto. Ya viste, algunos chicos primero me hacen un equipo, luego se cambian y terminan en otro, así son. Ellos ya saben con quienes sí cuentan y con quién no. Algunos trabajan solos porque ya conocen a sus compañeros que no hacen nada, y eso debo de respetarlo ¿no? Por eso les doy la libertad, el chiste aquí es que trabajen su proyecto porque con eso también los califico. [E4-IBH-6]

Que los alumnos tengan la opción de realizar el proyecto de forma individual o en equipo, de acuerdo con la profesora Irma, promueve la motivación por realizar las actividades que involucra un proyecto. También permite que los alumnos reconozcan y valoren el propio trabajo de sus compañeros y, con base en ello, opten por una u otra opción. Díaz-Barriga (2006) llama "estructura de aprendizaje individualista y cooperativa" a estas formas de realizar un proyecto. Ni una, ni otra, garantiza el éxito de un proyecto; sino más bien, señala Díaz-Barriga (2006), los intereses, conocimientos y conductas que se ponen en juego ya sea en el plano de lo individual o de lo social.

Otro aspecto común a ambas experiencias fue la insistencia de Irma en que sus alumnos realizaran un dispositivo como parte de la presentación de los proyectos. En el caso del proyecto sobre sismos, ninguno de los equipos de alumnos presentó un dispositivo; en el de reutilización del agua hubo alumnos que presentaron un esquema o diagrama sobre un filtro de agua y también quienes construyeron un modelo de éste. Respecto a su insistencia de realizar un dispositivo, Irma expresó:

En los proyectos sí les digo "chicos investiguen pero no sólo información, también cosas que puedan hacer" ¿no? A mí me gusta mucho la actividad experimental, lo demostrativo, fue algo que aprendí en mi formación. Entonces ellos se ponen a buscar los experimentos y así. Por ejemplo un alumno me dijo "fíjese maestra que así voy a hacer mi experimento, su filtro ¿no? pero le voy a poner esto y esto y esto". Entonces ahí yo veo el ingenio y la creatividad de los chicos, y yo creo que esa parte les ayuda a reforzar la parte teórica y conceptual y bueno promuevo el desarrollo de habilidades, ¿no? destrezas, a que manipulen materiales por ejemplo. [E4-IBH-10]

Lo expresado muestra que la acción de la profesora tiene un carácter dialógico (Bahjtin, 1989), pues en ella se encuentran resonancias de su propia experiencia formativa. Esta acción descansa en la importancia que tiene, para ella, promover en sus alumnos el desarrollo y la puesta en práctica de habilidades y destrezas, de su ingenio y creatividad. Como lo expresa Mercado (2002), es una acción que está centrada en los alumnos.

Sin duda, un aspecto relevante de las experiencias de proyecto fue el hecho de que Irma facilitara a sus alumnos de ambos grupos algunos materiales de trabajo (Figuras 4.1, 4.2 y 4.3). En una entrevista, Irma expresó que estos materiales tuvieron la finalidad de orientar y apoyar la actividad de los alumnos en la realización de los

proyectos; lo cual, sin duda, fue evidente en las observaciones. En esta misma entrevista expresó:

Sí eh, a los chicos les cuesta mucho trabajo, como ya viste ¿no? Por ejemplo, en los primeros que hice, bueno cuando comencé con todo esto me pasaba que andaban perdidos. Entonces dije "no pues tengo que orientarlos". A mí también me costó trabajo aprender eh, en la Normal no nos enseñaron esa estrategia, yo fui de la última generación del plan anterior. Pero sí nos enseñaron a preparar material, y si viste yo soy así, que ya les doy la copia de la práctica, de un ejercicio o de las actividades... [E4-IBH-2b]

En la entrevista pregunté a Irma dónde había obtenido el material que facilitó a sus alumnos (Figuras 4.1, 4.2 y 4.3), a lo que respondió:

Éstas sí las hice yo hace tiempo (muestra las hojas), ya sólo les voy haciendo ajustes, pequeños ¿no? Me baso mucho en lo que luego escucho en los cursos que dan. Pero por ejemplo para este del radio sí tuve que revisar, me acuerdo, un libro de español, bueno para orientarme, no es que no sepa qué lleva un programa de radio pero sí para ver cómo se estructura un guión, que sería lo novedoso. [E4-IBH-2c]

Los fragmentos de entrevista anteriores muestran que las producciones de Irma tienen el carácter de ser una construcción social e histórica (Chartier, 1995). De carácter social porque es respuesta a una demanda explícita de sus alumnos y porque en ella hay voces de otros espacios sociales. Histórica porque es resultado de su experiencia formativa y cotidiana respecto a la realización de proyectos en su aula. Esta acción de Irma muestra, además, la apropiación que ha hecho de la propuesta pedagógica del TpP. Esta apropiación, de acuerdo con Espinosa (2007), es un proceso activo y de elaboración personal.

Las ideas de la profesora.

Un aspecto importante de las entrevistas iniciales fue lograr que los profesores expresaran y detallaran algunas experiencias significativas relacionadas con la realización de un proyecto en sus clases de ciencias y, a partir de ellas, identificar algunos rasgos que le atribuyen a la investigación en el aula de ciencias. Estos rasgos,

al ser situados y contextualizados permiten dar sentido a lo ocurrido en el aula cuando los profesores y sus estudiantes llevaron a cabo un TpP.

En la entrevista inicial, y cuando conversábamos sobre la reforma curricular en el área de ciencias, Irma expresó que lo novedoso en esta reforma eran precisamente los proyectos. Este marco permitió que Irma ahondara más sobre el TpP en la enseñanza de las ciencias en secundaria. Por ejemplo, la profesora dejó entrever que el TpP tiene como propósito lograr que los alumnos sean sujetos autónomos en el proceso de aprendizaje:

(Los proyectos) Son para que el alumno sea autónomo ¿no?, empiece a ser autónomo sobre su conocimiento, cómo va aprendiendo, se autorregule. [E-IBH-10]

Posteriormente, en un esfuerzo por definir qué es un TpP, Irma expresó:

Considero que es una actividad que el alumno elige, lo desarrolla pero siempre que tenga una guía, alguien que lo oriente a llegar a la meta que se estableció, porque bueno para hacer su proyecto tiene que plantearse varias situaciones y qué es lo que quiere lograr con ese proyecto, porque si no tiene definido qué es lo que quiere pues no lo va a poder hacer. [E-IBH-12]

Lo expresado por Irma se hizo evidente en las experiencias observadas del TpP. Como recordaremos, Irma orientó constantemente a sus alumnos en la realización de las actividades que articularon ambas experiencias de proyecto. Un rasgo de este aspecto lo constituyeron los materiales que Irma facilitó a los alumnos y que, como expresó en una entrevista posterior, tuvieron la finalidad de orientar y apoyar la actividad de los alumnos.

Posteriormente pregunté a Irma cuáles serían, los pasos a seguir para realizar un proyecto. Al respecto expresó lo siguiente:

Bueno básicamente nosotros cuando hacemos los proyectos, primero vemos si hay alguna problemática que podamos resolver dentro de la escuela... ver primero una problemática, sino este bueno nuestro programa nos sugiere algunos temas a abordar y bueno, yo siempre soy de que te toca este tema, porque siento que no lo van a hacer a gusto, les doy la diversidad de temas a abordar y este por ejemplo les digo van a investigar el tema, lo investigan y a la siguiente sesión vemos lo que han investigado. [E-IBH-13]

(Los alumnos) investigan la información, algunos datos, lo que a ellos les interese digamos de ese tema. Después en una sesión vemos por ejemplo qué investigaron, donde ya entra mi papel no, a ver les digo, "¿crees que esto sí te va a servir para el proyecto? ¿Esto será relevante que tus compañeros lo sepan?" Y ya después vemos de qué manera lo van a presentar y ya yo ahí les doy diferentes opciones. Después de eso hacemos la evaluación del proyecto, qué les pareció... [E-IBH-14]

La profesora expresa, en primer lugar, la identificación de problemas como origen de un proyecto, ya sea del contexto más cercano (como la escuela) o de las sugerencias del libro de texto. Posteriormente señala la búsqueda bibliográfica, el tratamiento de información y la presentación de la misma a través de diversos medios como otras acciones involucradas. Finalmente hace alusión a la evaluación como una acción más en la realización del proyecto.

La descripción de las acciones implicadas en el proyecto alude a un tipo de investigación documental, mismas que llevó a cabo en las experiencias de proyecto. Sin embargo, la identificación de problemas no fue una acción que la profesora demandara de los alumnos. No obstante, en el proyecto sobre reutilización del agua, los alumnos eligieron el tema porque, como lo expresó Irma en una entrevista posterior, tenía relación con una situación problemática cercana a ellos. Llama la atención cómo expresa que es ella quien asigna a los alumnos el tema de proyecto, pero también que les ofrece la diversidad de opciones. Esto, también se hizo evidente en las experiencias de proyecto observadas.

Sobre la forma en que Irma lleva a cabo la evaluación del proyecto, señaló que en este aspecto participan, tanto ella como sus alumnos. Asimismo, dejó entrever que los aspectos a evaluar del proyecto son de carácter consensuado entre ella y sus alumnos. En el siguiente párrafo se muestra un fragmento donde se pueden identificar estas ideas:

Generalmente lo evaluó por rúbricas, y la rúbrica la hago con los alumnos, les digo "a ver ¿qué queremos calificar de ese proyecto?" y ya por ejemplo ponen presentación, este la información o si su material fue bueno o de calidad, sí porque digamos les doy la oportunidad de que lo hagan que tal si dicen unos "no maestra yo quiero que me califique más la información", porque ellos sienten que su información está muy bien está más completa o no sé. Entonces bueno hacemos la rúbrica en general y tanto yo les evaluó como ellos como equipo y bueno a los demás compañeros. [E-IBH-15]

La evaluación de los proyectos mediante rúbricas fue algo que se evidenció parcialmente en las experiencias observadas. De los rasgos que atribuye Irma, la consideración de rúbricas sólo se hizo evidente en la evaluación de las presentaciones de los alumnos. Sin embargo, en el aula no se observó que la profesora consensuara, entre ella y sus alumnos, los aspectos a evaluar.

Posteriormente pregunté a Irma cuáles serían los posibles aprendizajes que adquieren los alumnos durante la realización un proyecto; su respuesta fue la siguiente:

A trabajar en equipo, porque no salen de su clásico te toca esto te toca aquello, y hay algunos que sí se integran o por ejemplo hay algunos que individualmente no trabajan bien pero que en equipo sí eh y muy bien, y hay algunos que no les gusta trabajar en equipo porque ellos mismo ven esos conflictos de que hay unos que no trabajan y así. [E-IBH-16]

Para Irma, al realizar un proyecto en el aula de ciencias, los alumnos aprenden a trabajar en equipo. Sin embargo, la promoción de este aprendizaje se ve condicionado por los propios alumnos, pues hay quienes desean trabajar en equipo y otros que no. Esto fue algo que también se observó en las experiencias de proyecto y en el sentido que Irma atribuyó al hecho de que permitiera que sus alumnos trabajasen ya sea de forma individual, o en equipos. En otro momento de la entrevista expresó:

También espero que (los alumnos) desarrollen algunas habilidades escritas o comunicativas o matemáticas, pues que las refuercen y si no las tenían pues que se den cuenta de que las tienen. Por ejemplo hay aquellos que dicen "ay no, no sé dibujar", y resulta que es un gran dibujante, entonces pues sí, descubrir algunas habilidades que tienen nuestros alumnos, otros talentos digamos. [E-IBH-24]

Este fragmento denota el desarrollo de habilidades comunicativas y matemáticas como un posible objetivo del TpP. Estas ideas se denotaron en otros momentos de la entrevista:

Las cognitivas y habrá un cambio conceptual en lo que ellos (los alumnos) consideraron y lo que ahora están aprendiendo están estudiando, y bueno también las comunicativas al presentar su proyecto, al investigar tanto escrito o oral, pues algunas otras como si ellos tienen que diseñar algo tienen que diseñar, crear, imaginar, y pues sí. Pues por ejemplo, si necesitan hacer un diseño la habilidad

matemática o si se trata de hacer algunas gráficas igual, presentar algunos datos. [E-IBH-21]

Yo creo que la escrita para seleccionar, clasificar la información, sintetizar la información para presentarla. Comentaba ya las matemáticas... [E-IBH-31]

Algunas de las habilidades que expresa Irma se hicieron evidentes en el desarrollo de las experiencias de proyecto descritas anteriormente. Es interesante cómo expresa, en una visión en conjunto, habilidades centradas en el tratamiento de información.

Durante la entrevista, Irma hizo alusión a los tipos de proyectos que se proponen en el programa de estudios de su asignatura. Esto fue lo que comentó al respecto:

Son tres los que plantea, los ciudadanos, los científicos y los tecnológicos. Pues yo siento que todos van de la mano, uno científico que se basa en la investigación nos puede llevar a un tecnológico primero y ya después transportarlo a uno ciudadano. Sin embargo yo siento que todo parte de un ciudadano que es donde hay problemáticas o necesidad que hay que satisfacer. Entonces como que llegan en algún momento en el que convergen. [E-IBH-17]

El científico digamos se basa en investigaciones, el tecnológico a partir de estas investigaciones a crear algo digamos un artefacto o algo, y el ciudadano ya es transportar esto a satisfacer una necesidad socialmente hablando. [E-IBH-18]

Irma menciona tres tipos de proyectos: científicos, ciudadanos y tecnológicos; mismos que son mencionados en la propuesta curricular para el área de ciencias (SEP, 200b). Lo interesante es que en el primer fragmento cuando expresa que "todo parte de un ciudadano que es donde hay problemáticas o necesidad que hay que satisfacer", es posible relacionarlo con la identificación de problemas que expresó como la primera acción implicada en el TpP. En una entrevista posterior a las observaciones de clase, pregunté a Irma qué tipos de proyectos eran los que había realizado con sus alumnos; en su respuesta señaló:

Se supone que ellos (los alumnos) están haciendo su guión radiofónico pues ahí ellos ponen en práctica esto que es la selección de información. Entonces ahí está lo de científico ¿no? porque buscan información y la analizan para comunicarla, porque deben ser metódicos en este proceso de selección y de comunicación, que no

es fácil. Este es como que el primer paso, pero también científico porque deben de explicar las cosas, como el filtro por ejemplo, usando los conceptos de la ciencia, bueno de la química o de movimiento como los sismos. [E4-IBH-15]

Es evidente cómo Irma relaciona, claramente, el trabajo científico con el tratamiento de información, que fue lo que hicieron sus alumnos en ambas experiencias de proyecto. Es interesante cómo adjudica lo científico al hecho de que los alumnos hagan uso de los conceptos científicos para explicar los fenómenos abordados en los proyectos.

Durante la entrevista, Irma expresó algunas limitantes para realizar un TpP en sus clases de ciencias. Estas limitantes aluden a aspectos relacionados con la motivación de los alumnos, la falta de recursos materiales, con la forma en que los alumnos desarrollan el trabajo en equipo y, a su vez, con limitantes relacionadas con el papel del maestro. Estas ideas se pueden identificar en los siguientes fragmentos:

Bueno pues (los alumnos) empiezan así todos muy contentos muy emocionados, y ya cuando se dan cuenta de que es mucho y de que no dicen "ay, no maestra, no entendemos", dicen "ay no maestra no podemos" y ya, se dan por vencidos, y es cuando a veces presentan un trabajo de pura investigación y ya. Otra de las limitantes es que a veces en casa no hay recursos y eso limita mucho. Otra limitante es sus propios compañeros porque ya no empiezan a trabajar y es cuando empiezan "tú no lo haces". A veces nosotros también podemos influir en que no lo logren porque nosotros queremos que lo hagan de un modo y ellos quieren irse por otro camino y nosotros "no mejor por acá". [E-IBH-22]

Algunas limitantes que expresa Irma se hicieron evidentes en las experiencias de proyecto. Como recordaremos, hubo casos de alumnos cuyos proyectos se limitaron a la presentación de información mediante láminas, otros fueron más allá e incluso construyeron dispositivos que despertaron el interés del resto del grupo. Ante esta situación, en la entrevista posterior a las sesiones, pregunté a Irma su impresión sobre ambas experiencias de proyecto:

Es que de verdad que no todos (los alumnos) trabajan igual. Unos primero como que se emocionan ¿sí los viste no? que estaban "no yo voy a hacer así mi programa" "maestra yo hago una maqueta", y después ya no hacen eso que dicen primero. Porque es mucho trabajo lo que demanda el proyecto y ellos no están acostumbrados y luego si les cambias la forma de trabajo, como yo que fue un programa de radio, pues se complica el asunto. Pero me gustaron,

porque sí todos trabajaron, también debo entender que no de la misma forma, pero lo hicieron, y ya con eso que se hallan enfrentado pues vale mucho. [E4-IBH-2]

Por otro lado, en los relatos sobre algunas experiencias relacionadas con la realización de proyectos en sus clases de ciencias, Irma expresó algunos aspectos asociados con el trabajo de investigación científica formal. Por ejemplo, al momento de preguntarle sobre la relación que existe entre el TpP y el trabajo que hacen los científicos expresó:

Serían prácticamente casi lo mismo, salvo que una persona científica es más rigurosa en su trabajo, muchísimo, este tiene ya una metodología mucho más establecida. Tiene yo creo que un conocimiento mucho más amplio de ese campo y en cambio nuestros alumnos están iniciando en ese camino, pero pues digamos, si tratan o bueno tratamos de hacer un trabajo parecido, pero obvio con sus limitaciones. [E-IBH-19]

En esta respuesta de la profesora Irma se hace evidente la atribución de algunos rasgos a los científicos. Por un lado, la profesora Irma denota la idea de que los científicos son personas metódicas y rigurosas. Por otro lado, la profesora también denota la idea de que las personas científicas son poseedoras de conocimientos.

Durante la entrevista inicial fue muy frecuente que Irma aludiera al término "investigación". En este sentido, y casi al finalizar la entrevista, opté por preguntarle qué era y en qué consistía, según ella, la investigación. Su respuesta fue la siguiente:

Para mí la investigación es un proceso de selección de información, búsqueda de la información y ya de ahí después clasificarla, seleccionarla propiamente y también poder reflexionar sobre esa información. Puedo comprender, crearme algunos argumentos o desecharlos. No toda la información que podemos encontrar puede ser cierta hay alguna falsa. [E-IBH-44]

En esta respuesta de la profesora se hace evidente el señalamiento de algunas acciones que involucra la investigación científica profesional, las cuales están relacionadas con el tratamiento de la información: búsqueda, selección, clasificación y reflexión; las cuales aluden a una investigación documental. La concepción de Irma respecto a la investigación es congruente con las actividades que articularon las experiencias de proyecto en sus aulas, las cuales promovieron una investigación documental sobre los temas abordados.

Posteriormente pregunté a Irma qué era, para ella, la ciencia, esto expresó:

La ciencia para mí es un proceso de construcción basado en conocimientos que a veces pueden llegar a producir leyes, pero sobre todo es una actividad común y corriente que nos beneficia a todos y que pues la ciencia está en todo. [E-IBH-45]

En esta respuesta de la profesora se destaca la asociación clara de la ciencia con la producción de conocimientos que pueden llegar a tener el status de leyes. No es explícito qué quiere decir que es una actividad común y corriente, pero sí parece tener la idea benevolente de que la ciencia "nos beneficia" y es omnipresente. Esto se parece mucho a hallazgos previos (p.e. Guerra, 2006; Rampal, 1999) donde los profesores parecen adoptar la retórica de que todos podemos hacer ciencia y que la ciencia está en todos lados.

En los relatos sobre las experiencias relacionadas con el TpP en sus clases de ciencia, Irma expresó aspectos relacionados con la actividad experimental. , poco antes de concluir la entrevista, Irma me comentó cómo hace sus actividades experimentales:

Este bueno, a veces (a los alumnos) les planteo una situación, en algunas otras sólo les pongo el material y les digo "a ver quiero que con este material me demuestren la interacción" por ejemplo. Pero siento que eso me resulta muy complicado, porque me salen con "¿y eso cómo lo hacemos?" Están tan acostumbrados a que uno les diga qué tienen que hacer, y digo bueno, si les digo cómo lo hacen siento que no van a lograr nada. Pero bueno, también los termino guiando, porque siempre las prácticas se han tomado como recetas, pero creo que es porque siempre lo hemos hecho así y nuestros alumnos están acostumbrados y cuando uno les dice "no ahora tú tienes que tratar de hacerlo solo, tú me tienes que dar resultados" pues no lo hacen, se bloquean y no lo hacen. [E-IBH-35]

Irma atribuye al trabajo experimental la finalidad de demostrar situaciones fenoménicas. Deja entrever que si bien los alumnos siguen una serie de pasos planteados por ella, éstos tienden a ser de carácter abierto y flexible. Al mismo tiempo, Irma plantea posibles retos relacionados con el desarrollo de trabajos experimentales en su clase de ciencias. Estos recaen en la forma en que los alumnos han aprendido a realizar dichos trabajos. En este marco, le pregunté a la profesora cuál es la finalidad de las actividades experimentales en las clases de ciencias; su respuesta fue:

Por ejemplo el campo magnético, yo les digo (a los alumnos) “todo imán tiene un campo magnético” y ellos “no pues si maestra ¿y cómo lo veo?” Entonces ya hacemos una práctica que nos haga ver y demostrar que existe el campo magnético. Y ya ellos “ah sí es cierto”. Es entonces como un reforzamiento de que si yo te digo algo, entonces sí puede existir, obviamente que hay algunas cosas que no podemos trabajar, pero aquellas que se pueden pues sí. [E-IBH-36]

En esta respuesta de la profesora se pueden identificar, claramente y a partir de un ejemplo de su propia práctica, las finalidades atribuidas a las actividades experimentales. La primera de ellas está relacionada con la comprobación de los contenidos teóricos. La segunda finalidad atribuida alude a la demostración de los fenómenos naturales: “hacemos una práctica que nos haga ver y demostrar que existe el campo magnético”.

Posteriormente cuestioné a Irma sobre las habilidades que se promueven con las actividades experimentales. Su respuesta dejó entrever el énfasis en destrezas científicas:

Más procedimentales, desde tomar un tubo, un vaso, etc, porque hay unos (alumnos) que por ejemplo en las primeras ocasiones me sucedió que unos me rompieron tubos, termómetros, vasos, y eso porque tienen miedo a agarrarlo. Entonces pues sí, que ellos se puedan llegar a familiarizar con este tipo de instrumentos, a manipularlos. [E-IBH-37]

En el momento de la entrevista en que pregunté a Irma la relación entre el TpP y el trabajo que hacen los científicos, expresó lo que le gustaría que sus alumnos aprendieran:

Bueno primero creo que la disciplina, si porque si es importante la disciplina, el ser metódicos, ordenados, porque bueno tenemos alumnos muy desordenados. Yo creo que eso les ayudaría (a los alumnos) muchísimo, también no solamente en esta materia sino en todas. [E-IBH-20]

En este fragmento Irma denota la idea de que el trabajo científico que se realiza en el contexto escolar pretende que los alumnos adquieran rigurosidad en el orden con que trabajan, así como lo hacen las personas que se dedican al trabajo científico formal.

A manera de síntesis, la tabla 4.3 resume los rasgos cualitativos más sobresalientes que resultaron del análisis de las respuestas de Irma en las entrevistas. Estos rasgos están organizados en función del tema al que hizo alusión la profesora.

Tabla 4.3 Las ideas de la profesora Irma

Temas explorados	Rasgos atribuidos
El trabajo por proyectos	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Finalidad del trabajo por proyectos</i> <ul style="list-style-type: none"> -Desarrollar la autonomía de los alumnos -Que los alumnos aprendan a trabajar de forma colectiva -Que los alumnos desarrollen habilidades matemáticas y comunicativas • <i>Acciones involucradas en el trabajo por proyectos:</i> <ul style="list-style-type: none"> -De planeación: identificar problemas sociales -De desarrollo: buscar, seleccionar y tratar información -De comunicación: comunicar información a través de diversos medios. • <i>Tipos de proyectos</i> <ul style="list-style-type: none"> -Ciudadanos -Científicos -Tecnológicos • <i>Evaluación del TpP</i> <ul style="list-style-type: none"> -Participan profesora y alumnos -Los rubros a evaluar son de carácter consensuado -Está abierta al proceso mismo • <i>Limitantes para implementar un TpP</i> <ul style="list-style-type: none"> -Falta de recursos materiales -Forma en que trabajan los alumnos -La intensificación del trabajo docente
La investigación científica profesional	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Rasgos atribuidos a los científicos (características personales):</i> <ul style="list-style-type: none"> -Metódicos/rigurosos -Poseedores de conocimientos • <i>Acciones involucradas en el trabajo científico:</i> <ul style="list-style-type: none"> -Búsqueda de información -Selección de información -Clasificación de información -Reflexión de información • <i>Visión de ciencia</i> <ul style="list-style-type: none"> -Construcción de conocimientos -Una actividad común • <i>Finalidad del trabajo científico</i> <ul style="list-style-type: none"> -Beneficiar a las personas/sociedad
La investigación científica escolar	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Finalidad del trabajo científico escolar:</i> <ul style="list-style-type: none"> -Apropiarse de un conocimiento base -Adquirir el rigor disciplinario y metódico de los científicos • <i>Acciones involucradas en el trabajo científico escolar:</i> <ul style="list-style-type: none"> -Destrezas científicas: manipulación de instrumentos y objetos de laboratorio • <i>Rasgos atribuidos a trabajo experimental escolar:</i> <ul style="list-style-type: none"> -Se comprueban los contenidos teóricos -Se demuestran fenómenos naturales -Se sigue una serie de pasos abiertos y flexibles propuestos por el profesor

Fuente: elaboración propia

El caso de Irma: a manera de cierre

En este capítulo describí lo que ocurrió en dos aulas de ciencias cuando la profesora Irma y sus alumnos se vieron inmersos, respectivamente, en la realización de dos experiencias de proyectos; una relacionada con los sismos y otra con la reutilización del agua. También exploré algunas ideas de la profesora respecto al trabajo por proyectos, a la investigación profesional y a la investigación en el aula, las cuales dan sentido y significado a lo ocurrido en las experiencias descritas. El análisis de éste capítulo sugiere algunos puntos de interés sobre los cuales llamaré ahora la atención.

De manera general, la descripción de la práctica de Irma evidencia la forma en que la profesora ejecuta una estrategia no sólo para realizar un proyecto en sus respectivas clases, sino también para hacer frente a las condiciones de trabajo en las que éstas se configuran. En ambas experiencias de proyectos Irma llevó a cabo las mismas actividades; las cuales tuvieron como estrategia la construcción y presentación de un programa de radio. Esto puede verse como un esfuerzo por parte de la profesora de diversificar las formas de presentación o exposición.

La descripción de los episodios iniciales de ambas experiencias de proyecto muestra que la profesora Irma tenía planeada, con anticipación, la realización del primer proyecto de las respectivas asignaturas a su cargo. Esto se hizo evidente cuando Irma solicitó a sus alumnos que revisaran los aspectos a evaluar del primer bloque de contenidos, y en los cuales el proyecto aparecía como uno de ellos. También se hizo evidente en la asignación de sesiones de clase dedicadas, en su mayoría, a realizar actividades relacionadas con los proyectos, principalmente al final del bloque; tal como lo sugiere la propuesta curricular (SEP, 2006b). La forma en que Irma anticipó algunos materiales para orientar la actividad de los alumnos en la realización de los proyectos también forma parte de esta anticipación.

La preparación y anticipación de las actividades que los maestros trabajarán en sus clases es uno de los procesos constitutivos de la enseñanza. De acuerdo con Mercado (2002), la planeación, anticipación y previsión de las actividades de enseñanza constituyen parte de los saberes docentes. Estos saberes, de acuerdo con Mercado (2002) forman parte de un proceso histórico local que se construye en la relación cotidiana entre los profesores y sus alumnos.

Una mirada a las experiencias de proyecto muestra la centralidad del libro de texto en la elección del tema y en la búsqueda de información que realizan los

alumnos. En ambas experiencias de proyecto es posible identificar algunos usos de los libros de texto: para revisar en grupo los planteamientos del proyecto, para retomar las preguntas y/o algunas actividades, para que los alumnos adquieran información y para que, en equipo, trabajen alrededor de él. Estos usos, tal y como lo documenta García (2001) respecto a los libros de texto de primaria, tienen que ver con la forma en que la profesora interpreta el contenido y las actividades propuestas.

A través de este proceso de interpretación, o de traducción como lo llama Rockwell (1988), la profesora deja ver sus concepciones sobre el contenido a enseñar y la forma como se enseña y aprende. En las actividades que implicaron el uso del libro de texto se vislumbra una estructura transmisionista de información. La interpretación de las propuestas de los libros de texto también se produjo por el hecho de que la profesora introdujo algunas actividades —como la elaboración de un guión radiofónico— que no estaban contenidas en ellos. Esta traducción muestra actividades que apuntan a enriquecer las experiencias de los alumnos en torno al TpP en el aula de ciencias. Lo interesante de esta traducción es que también fue realizada por algunos alumnos, especialmente por aquellos que se dieron a la tarea de buscar en Internet otro tipo de dispositivos que podían construir para presentar en su exposición.

En este sentido, el análisis descriptivo pone en evidencia que las propuestas de proyecto de los libros de texto no fueron estructuradoras de las experiencias que Irma llevó a cabo con sus alumnos. Las propuestas de los libros sirvieron para elegir el tema a investigar, obtener preguntas para guiar la búsqueda de información sobre el tema, sugerir a los alumnos páginas de Internet para realizar esta búsqueda y algunos dispositivos que podían construir. En las aulas no se observó la realización de alguna de las actividades propuestas en los respectivos libros de texto, éstas se adecuaron y ajustaron a la actividad sugerida por la profesora, que fue la construcción de un programa de radio.

En las experiencias de proyecto implementadas por Irma en sus respectivas aulas de física y química es posible identificar la puesta en acción de algunas de sus ideas. Las acciones involucradas en el TpP y en el trabajo que realizan los científicos expresadas por Irma en la entrevista inicial, sin duda, fueron las ideas mayormente visibles en las actividades que articularon la realización de los respectivos proyectos. Una mirada a estas ideas (ver tabla 4.3) muestra que en el pensamiento de Irma la información es central en las acciones implicadas en el trabajo científico y el TpP.

En relación con lo anterior, la descripción de ambas experiencias de proyecto muestra la articulación de actividades centradas en la búsqueda, síntesis y repetición de información. En este sentido, en ambas experiencias se denota la promoción de una genuina investigación documental. Las actividades que articularon los proyectos involucraron a los alumnos en procedimientos que les permitieron identificar y localizar información con la orientación de ciertas cuestiones, para posteriormente filtrarla, organizarla y comunicarla. En este proceso, las principales fuentes de información fueron Internet y los libros de texto.

A pesar de que la información estuvo en el centro de ambas experiencias de proyecto, en la relacionada con la reutilización del agua se observó que varios alumnos se vieron implicados en la construcción de un dispositivo –que, como recordaremos, no fue el mismo que el sugerido por el libro de texto–. Para De Pro (1998), las actividades en las que los alumnos construyen un modelo físico promueven en los alumnos la puesta en práctica de destrezas manuales. Lo anterior conecta con las ideas de Irma acerca de las acciones involucradas en la investigación escolar (tabla 4.3), las cuales están centradas en la promoción de destrezas científicas.

Un aspecto sobresaliente de lo anterior, fue que los alumnos que presentaron su modelo de filtro de agua lograron despertar la curiosidad e interés de algunos de sus compañeros por un problema relacionado con la potabilidad del agua; lo cual se evidenció en el tipo de preguntas investigables planteadas por los alumnos. Despertar la curiosidad e interés de los alumnos por abordar un problema a través de preguntas desafiantes es uno de los propósitos de la investigación en el aula de ciencias (Furman y Zysman, 2008). Sin embargo, el análisis de esa particular experiencia de proyecto pone en evidencia que el tiempo asignado a la clase (50 minutos) y la extensa cantidad de grupos de alumnos, son condiciones de trabajo escolar que limitan el abordaje de preguntas investigables e inquietantes en el aula de ciencias.

Las participaciones de los alumnos en las experiencias de proyecto aquí analizadas no fueron del todo convergentes; no todos participaron de manera legítima (Lave y Wenger, 2003). A medida que los alumnos fueron avanzando en las actividades que articularon el proyecto, algunos de ellos mostraron evolución en su participación, llegando incluso a superar las expectativas de la profesora. Esto se hizo evidente en los grupos de alumnos que no cubrieron las expectativas de la realización del proyecto, mientras que otros las superaron (como el caso de los alumnos que construyeron un dispositivo) o aquellos que elaboraron un programa de televisión. Esta

participación de los alumnos se puede explicar por el grado en que se comprometieron e interesaron en la realización del proyecto.

De acuerdo con la tipología de Martin-Hansen (2002), las experiencias de proyecto realizadas por Irma, y descritas anteriormente, denotan un proceso de investigación guiada (*guided inquiry*). En ambas experiencias la profesora apoyó y orientó a sus estudiantes en la realización de las actividades que articularon los respectivos proyectos. También es un proceso guiado porque los materiales fueron seleccionados con anticipación y, en algunos casos, Irma proporcionó a sus estudiantes una serie de cuestionamientos que les permitieron guiar su trabajo de investigación. Sin embargo, en este proceso los alumnos tuvieron un papel protagónico; la profesora les transfirió la responsabilidad de las actividades que articularon las experiencias de proyecto.

Por otro lado, las ideas de la profesora Irma acerca de la investigación profesional (tabla 4.3) están expresadas en términos que se corresponden con un dominio científico. Estos rasgos atribuidos a la investigación profesional se pueden ubicar en lo que Gilbert y Mulkey (1984) llaman “repertorios contingentes”, en los cuales las descripciones de los científicos y su actividad están fuertemente influidas por el señalamiento de características personales o de carácter social. Contrario a lo anterior, las ideas de Irma respecto a la investigación en el contexto escolar están expresadas en términos pedagógicos. Estos rasgos aluden, de manera general, a conocimientos, actitudes y habilidades que la profesora promueve o desea alcanzar en genuinas y auténticas actividades de investigación.

En síntesis, podemos hacer notar los contrastes en el desarrollo de los proyectos que Irma y sus alumnos llevaron a cabo en el aula de clase. Las experiencias de proyecto se limitaron a una investigación de información sobre los respectivos temas. La profesora, al pasar la responsabilidad del proyecto a sus alumnos, promovió que éstos se involucraran en auténticas actividades de investigación documental. En este sentido, los alumnos hicieron un esfuerzo por buscar información orientados por preguntas provenientes del libro de texto y por reelaborarla y comunicarla siguiendo la orientación de la profesora.

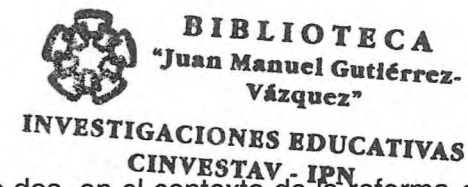
A pesar de la innovadora forma de comunicar el proyecto (mediante un programa de radio), ésta tuvo el carácter de ser una estrategia de exposición y repetición de información. La elaboración y construcción de un dispositivo o artefacto, como apoyo a esta exposición, sólo se presentó en un equipo de alumnos; esto a

pesar de la constante invitación de la profesora para realizar este tipo de dispositivos. Si bien todos los alumnos lograron estructurar una exposición coherente y ordenada, no todos se implicaron y participaron de igual forma; a la luz de la profesora, pocas exposiciones lograron cumplir con sus expectativas.

Los anteriores contrastes, más que aspectos negativos, pueden ser considerados como positivos en las experiencias de proyecto aquí analizadas. Constituyen, desde la perspectiva de la maestra, un esfuerzo por implementar en sus clases de ciencias la innovadora propuesta del TpP que, como recordaremos está fuertemente centrada en el tratamiento de información. A manera de cierre, destaco las diferencias en cuestión de motivación de los dos grupos, la estrategia de elaborar un programa de radio como alternativa a la exposición tradicional, el uso de los formatos y rubricas como una aportación de la profesora, su estilo más dialógico e interactivo y la manera que tiene de transferir responsabilidad a los estudiantes en la realización del proyecto; dando libertad para la elección del tema, espacio para la creatividad y un seguimiento cercano con sus alumnos durante la preparación del programa de radio.

Capítulo 5

Investigar sobre técnicas criminalísticas. La experiencia de proyecto en el aula de Gabriela



Como señalé en el segundo apartado del capítulo dos, en el contexto de la reforma de la educación secundaria, el enfoque de la investigación en la enseñanza de las ciencias se ha reflejado en la propuesta curricular de trabajo por proyectos (TpP) (SEP, 2006b). En los capítulos tres y cuatro describí las experiencias de proyecto que, respectivamente, realizaron e implementaron en sus aulas el maestro Fabián y la maestra Irma. El contexto de estas experiencias se encuentra en el programa de estudios y en el libro de texto de las asignaturas correspondientes. En esos mismos capítulos también describí y presenté las ideas de los profesores en torno al sentido y significado de investigar en el aula de ciencias.

En este capítulo doy cuenta de lo ocurrido en el aula de la maestra Gabriela en la realización y elaboración de un proyecto sobre técnicas criminalísticas, esto en el marco de la asignatura Ciencias III con énfasis en Química (SEP, 2006b). Se trata de describir y comprender lo que ocurre en el aula a partir de una experiencia concreta y desde la perspectiva de la profesora. Para ello cobran relevancia tanto las acciones como las ideas expresadas por la profesora que permiten comprender lo observado.

Al momento de realizar el trabajo de campo, la profesora Gabriela tenía 32 años ejerciendo la docencia. En la entrevista inicial, Gabriela señaló ser Química Farmacobióloga, egresada de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). De acuerdo con lo expresado por la profesora, trabajó durante ocho años en laboratorios farmacéuticos ejerciendo dicha carrera y, paralelamente, cubrió interinatos en algunas escuelas secundarias. Fue esta incursión al ejercicio de la docencia lo que llevó a Gabriela a realizar estudios de docencia en la Escuela Normal Superior, especializándose en la enseñanza de las ciencias naturales. Según lo expresado por la profesora, todos los años, desde que egresó de la Normal, ha tomado cursos de actualización referentes a su especialización. Sin embargo, y por cuestiones familiares, en los recientes años ha dejado de asistir a estos cursos.

En la escuela secundaria donde realicé el trabajo de campo, Gabriela impartía la asignatura Ciencias III con énfasis en Química a tres de los cinco grupos de tercer

grado. Como recordaremos, el programa de estudios para esta asignatura sugiere la realización de un proyecto al final del primer bloque de contenidos (SEP, 2006 b). Los proyectos propuestos son: 1) ¿Quién es el delincuente? y 2) ¿Qué hacer para reutilizar el agua? (ver figura 2.3). Ambas propuestas de proyecto se presentan y desarrollan en el libro de texto (Chamizo, 2010) que, al momento de las observaciones, empleaban la profesora Gabriela y sus alumnos de tercer grado.

El presente capítulo está estructurado en tres apartados. En el primero de ellos describo la experiencia de proyecto que realizó Gabriela junto con sus alumnos en el aula de clase. Los datos de este apartado provienen de las observaciones de clase, a las cuales se incorporaron otras fuentes empíricas; tales como la transcripción del discurso de la profesora en el aula y fragmentos de la entrevista posterior a las observaciones de clase, así como algunos datos provenientes del libro de texto. El propósito de éste apartado es presentar el proceso particular que siguió la realización de esta experiencia de proyecto.

En el segundo apartado del capítulo presento las ideas de Gabriela sobre el TpP, la investigación profesional y la investigación en la escuela. Los datos de este apartado provienen principalmente de lo expresado por Irma en la entrevista inicial; sin embargo, también se incorporaron algunas expresiones de la profesora provenientes de la entrevista posterior a las observaciones de clase. El propósito de este apartado es conocer el pensamiento de la profesora para establecer relaciones de sentido y significado a lo observado en la particular experiencia de proyecto que se describe. Finalmente, en el tercer apartado, presento una serie de comentarios y reflexiones en torno a este particular caso de implementación y realización de un TpP.

La realización del proyecto en el aula

El grupo de tercer grado en el que observé a la profesora Gabriela estaba integrado por 38 alumnos. En este grupo observé a Gabriela durante cuatro sesiones de clase; todas con duración de 110 minutos. A lo largo de estas sesiones, Gabriela se dedicó a realizar con sus alumnos el proyecto correspondiente al primer bloque de contenidos.

En la tabla 5.1 presento un esquema de las sesiones de clase en las que observé a la profesora; al mismo tiempo señalo los episodios en que éstas sesiones fueron divididas. Como se puede observar en esta tabla, en todas las sesiones de clase hay episodios clave para el presente estudio. En estos episodios se identificaron

acciones relacionadas con la realización de un proyecto en el aula, mismos que están señalados en la tabla 5.1 con letra más oscura.

Tabla 5.1 Descripción general de lo observado en la práctica de la profesora Gabriela (Química)

Sesión	Episodios identificados (¿Qué ocurre en la clase?)
I	<ol style="list-style-type: none"> 1. La profesora plantea a los alumnos la realización de un trabajo por proyecto. 2. Los alumnos realizan una actividad experimental (no relacionada con el proyecto). La profesora orienta la actividad de los alumnos. 3. Por indicaciones de la profesora, los alumnos se integran en equipo y eligen el tema del proyecto de su libro de texto. 4. Profesora y alumnos realizan activación física.
II	<ol style="list-style-type: none"> 1. La profesora organiza a los alumnos para entrar al aula de medios. 2. La profesora da indicaciones a los alumnos sobre la elaboración de una presentación Power Point® (PPT). 3. Los alumnos, integrados en equipo, buscan información en Internet sobre el tema del proyecto. La maestra orienta el trabajo de los alumnos.
III	<ol style="list-style-type: none"> 1. La profesora organiza a los alumnos para entrar al laboratorio. 2. La profesora da indicaciones a los alumnos sobre una actividad experimental no relacionada con el proyecto. 3. Los alumnos, reunidos en equipo, realizan la actividad experimental. 4. El grupo se organiza para ir al aula de medios. 5. Los alumnos elaboran una PPT. La maestra orienta el trabajo de los alumnos.
IV	<ol style="list-style-type: none"> 1. El primer equipo de alumnos expone su proyecto. 2. El segundo equipo de alumnos expone su proyecto. 3. El tercer equipo de alumnos expone su proyecto. 4. El cuarto equipo de alumnos expone su proyecto.

Fuente: elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 5.1, en dos sesiones, la profesora Gabriela combinó la realización de actividades experimentales con la realización del proyecto; mientras que el resto de las sesiones estuvieron dedicadas al proyecto. A continuación presento la descripción y análisis de lo observado en cada uno de los episodios relacionados con la realización del proyecto.

-La profesora plantea a los alumnos la realización de un trabajo por proyecto. (Sesión I, episodio 1)

Este episodio ocurrió en el laboratorio escolar, antes de que la profesora y sus alumnos iniciaran con el desarrollo de una actividad experimental. En este episodio la profesora Gabriela hizo saber a sus alumnos de la elaboración de un trabajo por proyecto (TpP) como parte del primer bloque de contenidos, con el cual darían por concluidas las actividades correspondientes a dicho bloque. Esto fue algo de lo expresado por Gabriela:

Ma: A ver muchachos ponemos tantito atención. A partir del día de hoy sigue el trabajo por proyectos. Ya terminamos nuestro primer bloque de temas y ahora sigue este tipo de trabajo. En su libro están los temas de proyectos, si nos da tiempo el día de hoy hacemos equipos para este tipo de trabajo, de todas maneras tienen que leer de tarea los dos temas que hay de proyectos que uno es acerca de un delincuente y otro acerca de purificación de agua. Los leen porque la siguiente clase, mañana, van a tener que escoger uno de los dos temas para trabajar y formaremos equipos de seis alumnos para hacer ese trabajo de proyectos. ¿Alguna duda?

As: No

Ma: ¿No? bueno. Ahora sí, continuamos con la práctica que me tienen que entregar hoy.

[AC-GVM-S1]

En este diálogo se puede identificar que el tema del proyecto implementado por Gabriela tiene como fuente lo sugerido por el libro de texto. Al mismo tiempo muestra que la profesora, sin recurrir a algún material curricular (como el libro de texto o el programa de estudios), comunica a sus alumnos las dos propuestas de proyecto de su asignatura (ver figura 2.3). Este aspecto es interesante porque permite denotar que la profesora Gabriela tiene conocimiento de los dos posibles proyectos a implementar, y que se corresponden con la propuesta curricular para la asignatura Ciencias III con énfasis en Química (SEP, 2006b). Esto puede ser indicio de que la profesora se ha apropiado, discursivamente, de la propuesta del TpP que se le hace a nivel curricular. Posteriormente, la profesora Gabriela y sus alumnos continuaron con el desarrollo de una actividad experimental que no estuvo relacionada con el proyecto.

-Por indicaciones de la profesora, los alumnos se integran en equipo y eligen el tema del proyecto de su libro de texto. (Sesión I, episodio 3)

Este episodio ocurrió después de que los alumnos terminaron de realizar una actividad experimental y de elaborar su reporte de práctica, y poco antes de que concluyera la sesión de clase. En este episodio, la profesora Gabriela indicó a los alumnos que se organizaran en equipos de seis personas con el fin de llevar a cabo la elección del tema de proyecto. Los alumnos formaron sus equipos, lo interesante de ello fue no se correspondieron con los equipos de trabajo de laboratorio que ya estaban formados.

También durante este episodio, la profesora Gabriela señaló a sus alumnos que revisaran los temas de proyectos de su libro de texto para que, en equipo, eligieran uno de ellos y siguieran las indicaciones para su realización. Los alumnos, en equipo,

revisaron su libro de texto y anotaron el tema elegido en la hoja que entregaron a la profesora con el nombre de cada uno de los integrantes del equipo. Posteriormente, Gabriela asignó a los alumnos, como tarea para realizar en casa, la búsqueda de información relacionada con el tema de proyecto elegido.

Los alumnos conformaron seis equipos de trabajo: dos de siete integrantes y cuatro de seis. Los seis equipos eligieron el mismo proyecto, el denominado *¿Quién es el delincuente?* En una conversación posterior a la clase pregunté a Gabriela si tenía idea de por qué sus alumnos eligieron el mismo tema de proyecto. Al respecto comentó que había sido por el tema de las sustancias, al cual, ella y sus alumnos, se habían dedicado a abordar la mayor parte del primer bloque de contenidos. Una descripción general de éste proyecto se encuentra en el segundo apartado del capítulo dos y en el anexo 2 presento la propuesta de actividades del libro de texto para este proyecto. De manera general, la estructura de la propuesta del libro es la siguiente:

- Describe el caso de un corredor olímpico que fue descalificado por encontrarle, en una prueba de *doping*, sustancias que mejoran su rendimiento; en esta descripción se detalla sobre el espectrómetro de masas.
- Ofrece información respecto al análisis en criminalística y menciona algunas fuentes de datos, como la dactiloscopia, la balística, tipo de sangre, perfil ADN y la patología.
- Plantea dos preguntas relacionadas con la conservación de la materia.
- Demanda una actividad en la que los alumnos tienen que identificar sus tipos de huellas dactilares.
- Describe el caso de un ladrón que ha robado una caja fuerte, de la cual la policía ha tomado las huellas digitales, y también de cuatro sospechosos (muestran las respectivas imágenes). Se pide al alumno que reconozca a qué tipo de huella corresponden las del ladrón y que señale quien de los cuatro sospechosos robó la caja fuerte.
- Demanda investigar en qué consisten otras técnicas criminalísticas y sugiere tres de ellas. También pide investigar y analizar en equipo la utilidad social del análisis químico.
- Se pide a los alumnos que en una tabla indiquen cuáles de los conocimientos ahí señalados fueron adquiridos con la realización del proyecto.

Como señalaré más adelante, una preocupación constante de Gabriela en la realización de esta experiencia de proyecto, fue que los alumnos logran ligar el tema del mismo con los contenidos de su asignatura; los cuales había abordado durante el primer bloque. Esto pone en evidencia que la profesora se ha apropiado, sustancialmente, de la propuesta curricular del TpP, en la cual subyace la idea de que a través de este tipo de trabajos los alumnos tienen oportunidad, entre otras cosas, de poner en práctica los conocimientos científicos adquiridos previamente (SEP, 2006b).

**-La profesora da indicaciones a los alumnos sobre la elaboración de una presentación Power Point®.
(Sesión II, episodio 2)**

Este episodio ocurrió en el aula de medios, espacio donde usualmente los profesores de secundaria llevan a sus alumnos cuando hacen uso de tecnologías en sus actividades de enseñanza. El aula de medios de la secundaria donde realicé el trabajo de campo contaba con 15 equipos de cómputo con conexión a Internet, un videoprojector y mesas de trabajo, y estaba a cargo de una profesora –a quien aquí llamamos Lucia–. Como lo documentó Hernández (2011), la disponibilidad de recursos tecnológicos en la escuela secundaria es uno de los principales aspectos que influyen para que los profesores de ciencias hagan uso de los espacios en que estos se encuentran, como lo es, en este caso, el aula de medios.

En este episodio, la profesora Gabriela asignó dos computadoras a cada uno de los seis equipos de alumnos, de tal manera que tres integrantes trabajaron en una y el resto en otra. Los alumnos llevaban su libro de texto y su libreta de la asignatura, en la cual llevaban escrita información relacionada con el tema del proyecto. Posteriormente, Gabriela se dedicó a explicar a sus alumnos la forma en que realizarían la presentación del proyecto. Para ello les hizo saber la elaboración de una presentación en Power Point en la que mostrarían la información del tema elegido. Después anotó en el pizarrón cinco preguntas: *¿Cuál es el problema? ¿Qué es lo que ya sé? ¿Qué más me gustaría saber? ¿Qué fue lo que hice para resolverlo? ¿Qué obtuve de resultados?* Posteriormente expresó:

Ma: A ver jóvenes, las preguntas que están aquí en el pizarrón les van a servir para su trabajo, para su presentación.

Ao: ¿Las tenemos que contestar o cómo?

Ma: Así es, ustedes deben de elaborar la respuesta a partir del tema de proyecto que ya eligieron

Ao: Pero esas no vienen en el libro maestra

Ma: No, no vienen, tiene razón el compañero, pero yo quiero que las respondan, bueno que encuentren su respuesta con lo que les muestra el proyecto del libro ¿ok?

[AC-GVM-S2]

Lo anterior muestra el esfuerzo de Gabriela por comunicar a sus alumnos algunas cuestiones relacionadas con el desarrollo del proyecto. De acuerdo con Ash y Kluger-Bell (1999), las preguntas brindadas por la profesora pueden considerarse como de investigación porque, a través de ellas, Gabriela busca involucrar a sus alumnos en un genuino proceso de razonamiento respecto a un tema de indagación particular.

**-Los alumnos, integrados en equipo, buscan información en Internet sobre el tema del proyecto. La maestra orienta el trabajo de los alumnos.
(Sesión II, episodio 3)**

En este episodio la maestra Gabriela pidió a sus alumnos que se dedicaran a complementar la información sobre el tema del proyecto que habían buscado previamente. Para ello la maestra pidió a sus alumnos que buscaran información en Internet apoyándose de las páginas sugeridas por el libro de texto (Figura 5.1). Posteriormente los alumnos se dedicaron a buscar información sobre el tema del proyecto en esas páginas de Internet.

Figura 5.1 Páginas de Internet sugeridas por el libro de texto utilizado por la profesora Gabriela.

5. Puedes consultar las siguientes páginas en Internet:

Elementos	http://www.educaplus.org/sp2002/index1.html
General	http://www.aula21.net/primera/paginaspersonales.htm
Comisión Nacional del agua	http://www.cna.gob.mx/
Historia	http://www.uv.es/~bertomeu/

Fuente: Chamizo (2010: 83).

Las páginas de Internet sugeridas por el libro (Figura 5.1) no se presentan como parte del proyecto propuesto. Estas se muestran en una sección llamada “Para seguir aprendiendo” con la cual se cierre al primer bloque de contenidos. En esta sección el libro sugiere a los alumnos actividades para ampliar los contenidos abordados. Una mirada analítica a las páginas de Internet sugeridas, denota que éstas se corresponden

más con la propuesta de proyecto relacionada con la reutilización del agua (Anexo 3) y no con la de técnicas criminalísticas (Anexo 2).

Algunos alumnos hicieron saber a la maestra que las páginas de Internet sugeridas por el libro de texto no contenían información relacionada con las sustancias químicas, tema que aborda el proyecto *¿Quién es el delincuente?*, otros alumnos le hicieron saber que las páginas no existían. Estos imprevistos orillaron a Gabriela a pedir a los alumnos que recurrieran a un buscador de Internet para realizar dicha tarea. Logré observar que la mayoría de los alumnos utilizó el buscador Google para realizar esta tarea. En algunos equipos, la maestra Lucía auxilió el trabajo de los alumnos. La información que buscaron los alumnos estuvo relacionada con técnicas criminalísticas, como la dactiloscopia y la balística, así como imágenes relacionadas con el tema.

Los alumnos copiaron y pegaron en una hoja de archivo de Word tanto la información como las imágenes que encontraron. Gabriela, por su parte, pasó a revisar que los alumnos hubiesen cumplido con la tarea de buscar información sobre el tema. En algunos equipos, la maestra pidió a los alumnos que no seleccionaran información compleja y que no entendieran. Gabriela también pidió, a todo el grupo, que buscaran imágenes relacionadas con el tema, y que las copiaran y pegaran en ese mismo archivo de Word. Como señala Hernández (2011), a partir de este tipo de prácticas, los profesores de ciencias se han ido apropiando del uso de las tecnologías como medios para que sus estudiantes produzcan sus propios contenidos, principalmente en programas para procesar textos, como Word, o para gestionar diapositivas, como Power Point.

A pesar de que Gabriela no dio indicaciones a sus alumnos para que discutieran y acordaran la forma de realizar la actividad, este paso sí fue necesario para los alumnos. Antes de realizar la búsqueda en Internet, los alumnos se vieron implicados en un proceso de diálogo e interacción. En algunos equipos de alumnos logré observar que el trabajo de búsqueda y selección fue repartido entre los integrantes; algunos buscaban información o datos, mientras otros imágenes. Ésta distribución en las tareas puede estar influida, como lo señalan Sandoval y Blancas (2011) por el conocimiento respecto del funcionamiento de la tecnología que cada alumno aporta al desarrollo de la tarea. También, en esta forma de dividir el trabajo, los alumnos denotan la idea de ahorrar tiempo en la realización de la actividad.

Al término de la sesión de clase, Gabriela pidió a sus alumnos que guardaran en la computadora el archivo de Word donde habían pegado la información

encontrada, y les indicó que la siguiente sesión trabajarían con ella. La maestra Lucía pasó a cada equipo de trabajo a revisar el documento de Word y a colocarlo en una carpeta asignada al grupo y a la asignatura.

En una entrevista posterior, la maestra Gabriela expresó por qué realizó la búsqueda de información solamente en Internet:

Mira a nosotros (los maestros) nos dicen desde que empezó esto de la reforma que usemos las tecnologías, es así como que algo obligatorio ya casi casi eh. Entonces bueno para los proyectos me gusta que ellos (los alumnos) investiguen más, que se den cuenta que hay mucha información no sólo en el libro. Entonces yo prefiero que lo busquen aquí en la escuela, así yo aquí ya vigilo los lugares a los que entran, bueno me ayuda la maestra (Lucía) también ¿verdad? a orientarlos... [E2-GVM-10]

Para Gabriela, usar Internet para buscar información relacionada con el proyecto responde a las demandas oficiales que –desde la reforma a la educación secundaria en 2006–, se hace a los maestros para que incorporen tecnologías en sus prácticas de enseñanza con el objetivo explícito de modificar y renovar dichas prácticas (SEP, 2006). Por otro lado, este uso que Gabriela hace de Internet permite que los alumnos amplíen información respecto a la que proporciona el libro de texto. Blancas y Rodríguez (2012) documentaron que obtener información para ampliar la que brindan los materiales curriculares, es una de las formas en que los maestros de ciencias hacen uso de las tecnologías en sus prácticas de enseñanza. Finalmente, para Gabriela, esta forma de usar Internet en su clase le permite supervisar y observar lo que hacen los alumnos cuando emplean este recurso tecnológico y, a su vez, orientarlos en la búsqueda de información.

-Los alumnos, integrados en equipo, realizan una presentación Power Point®. La profesora orienta la actividad de los alumnos. (Sesión III, episodio 5)

Este episodio de la sesión tres se llevó a cabo en el aula de medios. En él, los alumnos, integrados en equipo y por indicaciones de la profesora Gabriela, realizaron una presentación con ayuda del software Power Point. Para ello emplearon la información que llevaban en su cuaderno de asignatura y, principalmente, la que habían seleccionado previamente y que habían guardado en la computadora con

ayuda de la maestra Lucia. Los alumnos emplearon el libro de texto sólo para recuperar algunos aspectos del proyecto, como por ejemplo el título del proyecto.

La profesora Gabriela indicó a sus alumnos que, con la información seleccionada la sesión anterior, debían elaborar una presentación en Power Point que incluyera información relevante y algunas imágenes como apoyo a la misma y al tema. Mientras los alumnos trabajaban en la elaboración de la presentación, la profesora Gabriela constantemente fue pasando a cada equipo de trabajo a observar y orientar la actividad de los alumnos.

En algunos casos, Gabriela orientó el trabajo de sus alumnos y, a su vez, promovió la repartición de tareas relacionadas con la elaboración de la presentación. Debido a que Gabriela asignó dos computadoras a cada equipo, pidió a sus alumnos que unos trabajaran en una parte de la presentación, mientras otros trabajaban en otra. En esta forma de dividir el trabajo, Gabriela buscó ahorrar tiempo en la realización de la actividad y, al mismo tiempo, que la mayoría de sus estudiantes pudieran hacer uso de la computadora. Este aspecto ha sido documentado ampliamente por Hernández (2011) para el caso de una profesora de biología de secundaria.

En otros casos, Gabriela orientó a sus alumnos en aspectos relacionados, directamente, con el proyecto. Los siguientes fragmentos muestran cómo Gabriela señala a los alumnos algunas preguntas relacionadas con la elaboración de un proyecto, las cuales denotan el esfuerzo de la profesora por lograr que los alumnos conecten el tema del proyecto con aspectos relacionados con su asignatura:

Ma: Tienen que dar un comentario inicial de ¿por qué escogieron ese tema? eh ¿por qué les pareció importante? Incluyendo la química ¿qué hace en este tipo de asuntos? ¿Cuál es la utilidad de la química?

Ao: ¿Esas las contestamos aquí?

Ma: Si claro, antes de empezar con toda la información, como después de la carátula más o menos, así una, dos, tres, cuatro

Ao: ¿Con la información o las buscamos?

Ma: No, ustedes, ustedes, esas las deben contestar ustedes, como para que reflexionen, hagan el esfuerzo eh

[AC-GVM-S3]

En otro equipo de alumnos:

Ma: Tienen que hablar de la utilidad de la química en este tipo de sedimentos ¿qué importancia tiene la química?

Ao: La dactiloscopia ¿cómo hace?

Ma: En su investigación van hablar de su fin, investigación de huellas dactilares en delitos, acuérdense de mencionar la importancia de la química para determinar delitos

[AC-GVM-S3]

En otros casos, Gabriela orientó a los alumnos en la organización de la presentación; para lo cual recurrió a las preguntas que les había señalado en la segunda sesión:

Aa: Maestra

Ma: Mande

Ao: ¿Tenemos que poner lo de las preguntas que nos había dado? ¿Qué es cómo?

M: Sí, ¿qué sé?, primero ¿qué sé?, es lo primero que van a poner en la información. No, primero ¿qué o cuál es el problema que presentamos aquí?, luego ya ¿qué se? Aquí quiero conocer toda la información que ya tuvieron de la otra clase y del libro y lo van aquí a seleccionar lo más importante, sigue, ¿qué quiero saber?

Aa: ¿Y también qué hice no?

Ma: Si, o sea son como cuatro partes, pueden repartirse en las dos máquinas, acuérdense que lo van a presentar, explicar todo, rápido.

[AC-GVM-S3]

El diálogo anterior muestra cómo Gabriela retoma las preguntas que había proporcionado a sus estudiantes una sesión anterior. Estas cuestiones son una aportación de la maestra a la realización del proyecto en el aula, puesto que éstas no aparecen en el proyecto propuesto por el libro de texto.

A su paso por los equipos para revisar el trabajo de sus alumnos, fue muy común que Gabriela hiciera referencia a aspectos relacionados con la información del tema de proyecto:

Ma: A ver, apúrense que eso es nada mas la carátula, faltaría la información es lo que yo quiero ver. La información es lo que tiene tu libro más lo que tú ya investigaste

Ao: Esto fue lo que yo investigué, las características de un método de identificación que se basa en...

Ma: Eso junto con lo que tu libro trae de información tienes que complementar y dar una reseña breve de todo lo que concierne a tus temas, un resumen, lo que tiene en el libro tiene más información.

Ao: ¿Van ser las preguntas y todo eso?

Ma: También

[AC-GVM-S3]

La intervención muestra cómo Gabriela pone la información como el aspecto central del proyecto implementado. A su vez, denota cómo el libro de texto juega un papel

complementario en la información referida al proyecto. El fragmento permite señalar que la selección de información está basada en la estrategia conocida como "resumen", la cual es una combinación de información del libro de texto y de la que los alumnos se dedicaron a buscar como tarea para realizar en casa.

Al final de este episodio, cuatro equipos de alumnos mostraron a la profesora Gabriela la presentación de Power Point terminada. Por su parte, Gabriela pidió apoyo a la profesora Lucia para que guardara estas presentaciones en un dispositivo USB, a fin de poderlas recuperar, de manera conjunta, en la siguiente sesión. La profesora Lucia recopiló las presentaciones de estos equipos y, posteriormente, los alumnos fueron desalojando el aula de medios para tomar el receso escolar.

**-El primer equipo de alumnas presenta su proyecto.
(Sesión IV, episodio 1)**

La cuarta sesión ocurrió en el aula de medios, aquí la profesora Lucia auxilió a Gabriela en el uso y manejo del videoprojector y de la computadora que lo controlaba. Los alumnos colocaron las sillas de frente a la pantalla de proyección para observar las presentaciones.

El primer equipo en pasar fue uno integrado por cuatro alumnas (inicialmente eran seis pero dos de ellas se salieron del equipo y se integraron a otros). Las alumnas se dedicaron a leer la información que estaba en las diapositivas que integraban su presentación. La estructura de los temas presentados por este equipo fue la siguiente:

- La relación de la química con métodos para determinar un crimen
- La toxicología
- La dactiloscopia
- Los tipos de sangre
- El perfil de ADN
- La patología
- Materiales para determinar un crimen

Un aspecto interesante de este equipo fue que las alumnas realizaron una actividad en la que capturaron las huellas dactilares de uno de sus compañeros espectadores. Para ello, las alumnas utilizaron gis, cinta adhesiva transparente y una cartulina negra. Después compararon las huellas de su compañero con algunas imágenes que

proyectaron durante su exposición. Al final de la exposición de este equipo, la profesora Gabriela expresó lo siguiente:

Ma: ¿Ya terminaron?

Aa: Sí ya

Ma: Bueno acuérdense que lo que se evalúa en el equipo jóvenes, es la organización. Ellas se ve que se organizaron bien las integrantes del equipo, el interés que tuvieron por presentar de la mejor manera la información que recabaron, y así creo que es un buen trabajo. Las felicito. A ver, este es el inicio del primer proyecto que tenemos, yo creo que podemos cada día cada vez mejorar esto, felicidades muy bien, siguiente equipo.

[AC-GVM-S4]

Esta intervención de la profesora pone en evidencia que, para ella, un aspecto a evaluar en el proyecto es la organización que muestran los alumnos al interior de los equipos de trabajo así como el interés en la actividad; lo cual según la profesora se hace visible durante la exposición. En esta misma transcripción, Gabriela deja entrever la realización de más proyectos durante los consecuentes bloques temáticos. En una entrevista posterior, Gabriela expresó algunos aspectos relacionados con la evaluación de la presentación, mismos que se conectan con lo observado en este episodio:

Yo puse en mi hoja el tipo de evaluación, la presentación, cómo se organiza el equipo, el orden, si todos participan de manera equitativa más o menos, o sea yo califico eso la participación del alumno, independiente si llegaron al conocimiento. [E2-GVM-14]

Lo anterior da indicios de que para Gabriela lo central en la evaluación del proyecto son los aspectos formales que ella considera como fundamentales: organización del equipo, participación y el orden en las intervenciones. Estos aspectos, señaló Gabriela en la entrevista, fueron los que más aprendió durante su formación universitaria:

...La disciplina es básica, hay que ser metódicos, disciplinados, eso es orden mental y es lo que más me ha ayudado a transmitir a los niños y a mi persona también. Me lo enseñaron a través de la formación, y en la facultad en la forma de trabajo del laboratorio. Yo creo que me ha ayudado mucho a mí, me gusta, no sé si estoy atrasada pero a mí me gusta que vean así el trabajo. [E2-GVM-46]

Lo anterior denota que los aspectos que Gabriela evalúa, prioritariamente, en el proyecto tienen un carácter histórico, en el sentido de que se remontan a apropiaciones

que la profesora ha hecho en otros tiempos y espacios, como lo es su formación universitaria.

**-El segundo equipo de alumnos presenta su proyecto.
(Sesión IV, episodio 2)**

En este episodio, un equipo de cinco alumnos (dos niñas y tres niños) pasó a exponer su proyecto con ayuda de una presentación en Power Point. A diferencia del equipo del episodio uno, estos alumnos solamente hablaron acerca de las huellas dactilares, de los tipos de huellas y de su función en una investigación criminal.

Aa: La huella dactilar es una característica que identifica a una persona de tal forma que no puede haber gemelos que tengan la misma huella.

Ma: Más fuerte

Ao: Yo voy a hablar de los tipos de huellas digitales, existen cuatro tipos de huellas digitales, existe la huella estriada, en forma circular, así como círculos en la yema del dedo, el arco empieza en un extremo y termina en el otro como pueden ver en esta imagen.

Ao: En conclusión podemos decir que existen cuatro tipos de huellas digitales, como vimos en las anteriores diapositivas, siempre son diferentes, también resumimos que la dactiloscopia es una rama de la criminología forense, estudia la identificación de cuerpo a través de ADN, los cabellos, la sangre, la saliva, como también las huellas digitales, esperamos que les haya gustado la exposición.

Aa: Gracias por su atención

[AC-GVM-S4]

Al final de la exposición, la profesora Gabriela expresó:

Ma: Bueno, como que les quedó un poco corta, les faltó información, ampliar un poco más en algunos detalles, pero bueno para ser la primera vez, no está mal, se nota un buen resumen. Gracias muchachos pasen a su lugar.

Ao: Maestra también me faltó dactiloscopia

Ma: Bueno nada más lo platicas.

[AC-GVM-S4]

Esta intervención muestra que, si bien para Gabriela la exposición de los alumnos fue limitada en cuestión de información, a través de ella hicieron evidencia de un resumen de información; aspecto que la profesora había considerado y demandado a sus estudiantes en episodios anteriores.

**-El tercer equipo de alumnos presenta su proyecto.
(Sesión IV, episodio 3)**

En este episodio, un equipo integrado por cinco alumnos expuso su proyecto, también con el apoyo de una presentación de Power Point. La estructura temática fue la siguiente:

- La dactiloscopia como método de investigación
- La balística
- La sangre y sus tipos
- El perfil de ADN
- Los tipos de huellas dactilares

Al finalizar la exposición de este equipo, la maestra Gabriela no hizo ningún tipo de comentario. Por el contrario, invitó a pasar al siguiente equipo de alumnos puesto que la sesión de clase estaba por concluir.

**-El cuarto equipo de alumnos presenta su proyecto.
(Sesión IV, episodio 4)**

En este episodio, un equipo conformado por dos alumnas y dos alumnos presentó su proyecto a través de un Power Point. A diferencia de los otros equipos, estos alumnos presentaron inicialmente el problema que les plantea el libro de texto y al mismo tiempo la solución a éste acompañada de una explicación. Como recordaremos, en el proyecto del libro de texto se presenta la descripción del caso de un ladrón que ha robado una caja fuerte, de la cual la policía ha tomado las huellas dactilares, y también de cuatro sospechosos. Como actividad, se pide al alumno que reconozca a qué tipo de huella corresponden las del ladrón y que señale quien de los cuatro sospechosos robó la caja fuerte. Posteriormente los alumnos expusieron sobre:

- La dactiloscopia como descubrimiento de Marceló
- Los tipos de huellas dactilares
- La balística
- El tipo de sangre

Al finalizar la exposición de este equipo, Gabriela no hizo ningún tipo de comentario que retroalimentara la intervención de los alumnos. Esto se debió a que la clase ya había concluido y Gabriela estaba tomando minutos de la siguiente clase de los

alumnos. Al salir del aula de medios, Gabriela me expresó que los directivos le estaban exigiendo la entrega de la evaluación bimestral, por lo que ya no llevaría a cabo las exposiciones del resto de los equipos, quienes serían evaluados sólo con la entrega de la presentación en un archivo. Como señala Quiroz (1999), la entrega de calificaciones al personal directivo, en tiempo y forma, es una de las principales tradiciones de la práctica docente en la escuela secundaria. Esto puede explicar el interés de Gabriela por entregar las calificaciones de sus alumnos, a costa de las presentaciones de proyecto.

Las ideas de la profesora Gabriela: sentidos y significados

Como lo he mencionado con anterioridad, el propósito de las entrevistas iniciales fue lograr que los profesores detallaran y expresaran alguna experiencia significativa respecto a la realización de proyectos en su práctica docente; esto para poder identificar algunos rasgos de carácter cualitativo que atribuyen a la investigación en la enseñanza de las ciencias. También he sostenido que estos rasgos, en el marco de la presente tesis, al ser situados y contextualizados, permiten dar sentido y significado a lo observado en las sesiones de clase en las que los profesores realizaron un proyecto. En este sentido, en este apartado presento los rasgos atribuidos por la profesora Gabriela; expresados en la entrevista inicial y, en algunos casos, en la realizada posteriormente a las observaciones de clase.

En un momento de la entrevista inicial pregunté a Gabriela qué entendía por un trabajo por proyecto (TpP); en su respuesta denotó la idea de que estos tienen como finalidad la aplicación de conocimientos. Así fue como lo expresó:

Pues un trabajo por proyectos es una investigación o a lo mejor no tanto investigación sino más bien aplicar, si eso, la aplicación de una idea o conocimiento que uno tenga. Por ejemplo cuidar el agua ¿no? puede ser buscar las maneras para cuidar el agua aquí en la escuela por ejemplo, en la casa pues igual. Son proyectos de a ver qué vas a aplicar para qué, qué vas a hacer para mejorar algo para cambiar. Si eso es, aplicación. [E-GVM-15]

En la entrevista posterior a las sesiones observadas, Gabriela expresó que un TpP es una investigación sobre temas o aspectos de interés para buscar algo nuevo es:

Yo creo que este trabajo de proyecto para mí sería una investigación... para mí una investigación de algo que necesitas obtener al final, algo nuevo, no algo ya hecho ya algo hecho sería una práctica un proyecto sería algo que yo me voy a sacar nuevo, si pero es una investigación... [E2-GVM-4-5]

En otro momento de la segunda entrevista, Gabriela hizo el esfuerzo por definir los proyectos que vienen en su libro de texto:

Yo lo definiría como investigaciones, nada más investigaciones de temas, que los niños tienen que formar sus equipos para presentar sus investigaciones obviamente, y ahí implica el trabajo de equipo de organización y trabajo de cada niño. [E2-GVM-34]

En las respuestas de Gabriela es clara la asociación que hace entre los TpP y la investigación. Lo interesante de esto es que la profesora denota que esta investigación es para aplicar y/o para obtener algo. Llama la atención también cómo asocia, para el contexto escolar, el TpP con la investigación de temas. Sin duda, este rasgo atribuido por Gabriela se hizo presente en la experiencia de proyecto en la que fue observada pues, como recordaremos, el proyecto realizado estuvo centrado en investigar información en Internet respecto al tema del proyecto.

En la entrevista inicial, pregunté a Gabriela cuáles son los pasos para realizar un proyecto, al respecto expresó lo siguiente:

Este, planeación, obviamente ¿no?, el desarrollo, la experimentación, los ajustes, porque a veces no salen las cosas y hay que ajustar las cosas, comunicar, si comunicación de resultados, hacer una bitácora donde registren sus resultados y pues bueno los resultados. Ah y claro buscar y seleccionar información que es muy importante. Si esos son. [E-GVM-16]

En el fragmento anterior, Gabriela denota la idea de algunas etapas en la realización del TpP, como es la planeación, el desarrollo y la comunicación. Al mismo tiempo, la profesora hace alusión a posibles acciones involucradas en el desarrollo de un proyecto: experimentación, registro de datos en bitácora y la búsqueda y selección de información. Lo interesante en este fragmento, es que cuando Gabriela expresa "a veces no salen las cosas y hay que ajustar las cosas" deja entrever que el TpP implica no un proceso lineal, sino de elaboración y reelaboración. Estas etapas atribuidas por la profesora son similares a las que se expresan en la propuesta curricular oficial del TpP (ver tabla 2.5 y SEP, 2006b).

Lo anterior puede entenderse como una apropiación que Gabriela ha hecho de la propuesta curricular. Empero, en la experiencia de proyecto descrita en el apartado anterior, hay pocos indicios de las etapas atribuidas por Gabriela. Sin embargo, en la realización de dicho proyecto la etapa de desarrollo y de comunicación son las más evidentes en el aula de clase.

En otro momento de la entrevista, Gabriela expresó algunos obstáculos, limitantes y retos de la implementación del TpP en sus clases de ciencias. De estas expresiones, recupero las que fueron más representativas:

Los obstáculos son pues que no todos los alumnos trabajan igual, son equipo y a veces los otros se recargan en uno o en dos, eso es un obstáculo. Otro pues a lo mejor podría ser la limitante de información, es decir no todos trabajan y reelaboran de igual modo la información que trabajan y que tienen. Yo espero sí motivarlos para que lo hagan eh. [E-GVM-23]

Mis limitantes pues nada más serían los alumnos que no tienen ningún interés, porque sí los hay eh, esos que no tienen interés en la clase. [E-GVM-24]

En el primer fragmento es posible identificar la promoción del trabajo en equipo y colaborativo entre los alumnos como uno de los obstáculos adjudicados por Gabriela. Por otro lado, la profesora denota los procesos cognitivos particulares a los alumnos, como otro posible obstáculo. En el segundo fragmento, Gabriela señala la falta de interés de los alumnos como un obstáculo más. Estos obstáculos, sin duda, no se hicieron evidentes en la experiencia de proyecto en la que observé a Gabriela, y que describí anteriormente. Gabriela, en dicha experiencia, promovió el trabajo colaborativo respecto al uso de la tecnología. Esto, quizás, pudo ser un factor para que los alumnos no se mostraran desinteresados, pues todos cumplieron con la realización del proyecto.

Casi al final de la entrevista inicial, Gabriela expresó nuevamente otro obstáculo respecto a la implementación y desarrollo de un TpP. En esta ocasión dejó entrever la falta de formación y preparación de los alumnos para hacer frente a esta demanda curricular. Así fue como lo expresó en dos ocasiones:

Bueno anteriormente no había proyectos, para cuando yo inicie no había. Me parecen muy buenos pero hay que lograr las habilidades antes de poder trabajarlos, porque esto de lograr un trabajo en equipo

real no es fácil, y más si es que se quiere hacer trabajo de investigar ¿no? [E-GVM-31]

Si hacemos un proyecto pues hay que tener en cuenta que a veces los alumnos no tienen las habilidades ¿verdad? y eso es lo que puede dificultar todo el trabajo, por eso se requiere fomentar en ellos la responsabilidad y el trabajo colectivo. Ah ¿pero sabes qué?, funcionan más cuando han sido trabajos colegiados eh, será porque ahí es un mismo tema visto desde diferentes formas y pues bueno hay más interés y menos trabajo para ellos. [E-GVM-38]

En la entrevista posterior a las sesiones observadas, también expresó algunas limitantes u obstáculos para realizar un proyecto en su clase, las cuales se relacionan con la formación de los estudiantes:

El periodo no es suficiente yo casi siempre doy un repaso de física porque (los alumnos) no saben nada, a veces hablo con que no saben hacer nada, ni siquiera dividir con punto decimal entonces ¿qué hacemos? nos tenemos que dedicar a ellos, y luego meter un proyecto pues así como que no. [E2-GVM-39]

Con respecto a las finalidades del TpP, Gabriela logró señalar en la entrevista inicial que con este tipo de trabajos escolares es posible promover en los alumnos el análisis y reflexión de información; así lo expresó:

Analizar por ejemplo las lecturas ¿no? que (los alumnos) reflexionen, que piensen, pero sobre todo que puedan sistematizar la información que leen para transmitirla, para comunicarla. Que (los alumnos) aprendan que cualquier problema de la vida lo tienen que analizar y descomponer para ver cuál es la mejor manera de atacar el problema, análisis y reflexión, esas son las habilidades que para mí más interesan. [E-GVM-28]

Esta finalidad atribuida por Gabriela es la que más promovió en la experiencia de proyecto descrita anteriormente. Como recordaremos, la profesora centró el proyecto en la búsqueda de información, pero también en su sistematización —a través de un resumen— y su comunicación mediante una presentación elaborada en Power Point. Las preguntas que Gabriela proporcionó a sus alumnos para organizar y ordenar la información, pueden ser indicios de la reflexión a la que alude en su respuesta.

Con respecto a las finalidades del TpP, en la entrevista posterior expresó:

Finalidades pues es trabajo de equipo, es una de ellas que se respeten, que haga su responsabilidad cada quien, que se organicen esas son las finalidades. [E2-GVM-15]

Un aspecto sobresaliente de la experiencia de proyecto en la que observé a Gabriela, fue el hecho de que los alumnos mostraron respeto, orden, organización y compromiso en la realización del proyecto y en la exposición del mismo. Esto sin duda, puede ser indicio del logro de la finalidad atribuida por Gabriela en la entrevista.

En la entrevista inicial, pregunté a Gabriela la forma en que evalúa la realización del proyecto; al respecto expresó lo siguiente:

Bueno mira por lo regular yo al alumno le evalúo todo lo que hace, todo eh, las habilidades de lectura, de comprensión, no igual eh, pues unos tienen limitantes y otros no. Pero yo valoro mucho que lo hagan con el debido respeto, que escuchen a los demás y respeten el trabajo de los demás, esto es mucho de los trabajos en equipo. Estos por ejemplo yo casi los formo siempre con alumnos que tienen estilo de aprendizaje diferente, mezclados, uno de cada estilo, entonces así pueden compartir más y saber mucho entre todos, a aprender y a compartir, aunque sea mínimo. [E-GVM-29]

En el fragmento anterior, se puede identificar que Gabriela denota la idea de que lo prioritario en la evaluación del TpP es la manifestación de actitudes. Sin embargo, la comprensión y análisis de información es otro de los aspectos a evaluar en la realización de un TpP. Como recordaremos, en la experiencia de proyecto observada Gabriela compartió que la organización, el orden y la disciplina que los alumnos mostraron durante la presentación del proyecto fueron los aspectos que evalúo. Estos pueden ubicarse en la manifestación de actitudes, rasgo que la profesora expresa su respuesta.

Un aspecto sobresaliente en la entrevista posterior a las observaciones de clase, fue que Gabriela compartió que antes de que el programa de estudios le demandara realizar proyectos, ella ya los realizaba en su práctica docente. Gabriela llamó a estos trabajos como "proyectos científicos" y describió una experiencia:

Cuando yo participaba en ciencia y tecnología yo hacía el trabajo con todos mis alumnos, pero yo escogía a determinado grupo para que yo lo adiestrara hasta en la forma de hablar para que le dijera "te van a preguntar esto y el otro". Yo también he sido jurado en eso, yo sabía más o menos, les decía "te van a preguntar esto y esto y tú tienes que salir adelante con la pregunta no puedes encajonarte", ahí manejaba la habilidad para hablar de conocimiento. Entonces eso

para mí es proyecto ellos creaban una cosa nueva, ahora los meten en el libro y ya está todo hecho nada más hay que investigarlo y exponerlo. [E2-GVM-6]

Y continuó:

Por ejemplo una vez que llegamos hasta el último nivel fuimos a presentar el trabajo a Chapultepec, al museo de electricidad. Ahí mi grupo llevaba un sismógrafo, un péndulo que oscilaba, ah pero era para invidentes, y al momento de tocar en una oscilación, se prendía una luz y un sonido, era para sismos oscilatorios y trepidatorios. También tenía abajo un metal que hacía contacto y en ese momento sonaba el timbre, una chicharra, había electricidad y fenómenos físicos, entonces concursamos en ese trabajo y ahí realmente yo creo que sí es un proyecto, pero escogía a determinado equipo, todos hacían el trabajo, no todos hacían gran cosa, pero yo escogía a un equipo y ese equipo era el que realmente hacía un proyecto era realmente algo muy novedoso. [E2-GVM-7]

Sobre el trabajo de sus alumnos expresó:

Lo primero que hacían era recabar la información, seleccionar, después leer la información, organización, tenemos un problema original entonces tratar de responder ese problema como el método científico, solo que se inicia con recabar la información y luego sigue organizarla tratar de responder una hipótesis experimentar, empeñar resultados de abstracciones y después exponerlo, es muy parecido al método científico para dar a conocer sus trabajos. [E2-GVM-17]

De la experiencia de proyecto compartida por Gabriela destaco varias cosas. En primer lugar, el hecho de que el proyecto que describe esté relacionado con la elaboración de un dispositivo. El proyecto, en este sentido, implicó la construcción de algo novedoso, tal y como lo expresó Gabriela cuando hizo el esfuerzo por conceptualizar un TpP. En segundo lugar, que para esta construcción hubo que seguir algunos pasos relacionados con las ciencias experimentales; tal como lo expresan Furman y Zysman (2008). En tercer lugar, el acompañamiento e involucramiento de la profesora en el trabajo de los alumnos. Esta experiencia significativa en la historia personal y profesional de Gabriela, le permite criticar y valorar la propuesta reciente del TpP.

Por otro lado, en los relatos sobre sus experiencias relacionadas con la realización de proyectos en su clase de ciencias, Gabriela expresó aspectos relacionados con el trabajo científico formal. Lo anterior me permitió preguntar a la profesora Gabriela qué relación tiene este tipo de trabajos escolares con el trabajo que hacen los científicos. Al respecto, comentó lo siguiente:

No pues sí es el mismo trabajo, es la aplicación del método científico para resolver algo, para hacer una investigación, por eso son semejantes, lo cual permite lograr algo ¿no?, en este caso los objetivos. Claro que en el caso de los científicos no es trabajo de un día o de dos, sino a veces de años. Por ejemplo ahora que vimos lo de número de Avogadro, pues nos dimos cuenta que tardaron 300 años para llegar a él, ¿no? Y eso no es trabajo de un día o dos, y de que no solo fue un científico sino muchos ¿verdad? los que trabajaron en ello. Entonces es mucho trabajo de manera muy constante y como digo, no es una sola generación si no varias las generaciones para llegar a un conocimiento. Por eso considero que es un trabajo importantísimo el del científico, la verdad si no fuera por ellos nosotros ni tuviéramos la tecnología que disfrutamos ahora nosotros y ni los conocimientos científicos. [E-GVM-25]

En esta respuesta de la profesora Gabriela se puede hacer evidente cómo para explicitar sus ideas acerca del trabajo de los científicos recurre a un contenido científico escolar, propio de la disciplina que enseña. En dicha respuesta identifiqué algunas ideas relacionadas con rasgos atribuidos al trabajo científico. Por ejemplo, que éste consiste en la aplicación de un método, que implica tiempo y, además, que es de carácter colaborativo y colectivo. Por otro lado, en esta misma respuesta, se denota la idea de la profesora de que el trabajo científico tiene como finalidad beneficiar a las personas y/o sociedad. Estos aspectos atribuidos por Gabriela bien pueden identificarse en la experiencia de proyecto que compartió durante la entrevista.

En otro momento de la entrevista, la profesora me compartió su punto de vista sobre el TpP, particularmente con respecto a la propuesta curricular anterior (como señalé en el capítulo dos, la propuesta de este tipo de trabajos escolares fue introducida en la reforma curricular del 2006). Al respecto expresó:

Bueno anteriormente no había proyectos, para cuando yo inicié no había. Me parecen muy buenos pero hay que lograr las habilidades antes de poder trabajarlos, porque esto de lograr un trabajo en equipo real no es fácil, y más si es que se quiere hacer trabajo de investigar ¿no? [E-GVM-31]

Esta respuesta de la profesora me permitió cuestionarle sobre en qué consiste "hacer trabajo de investigar"; su respuesta fue la siguiente:

Pues básicamente es aplicar un conocimiento, pero por ejemplo aquí en nuestro caso con los niños los proyectos son de aplicación eh, porque por ejemplo un proyecto que también hicimos hace unos años

fue la aplicación de pinturas prehispánicas en el barro. Y ahí fue donde aplicamos lo que ya sabíamos. [E-GVM-32]

En este fragmento se puede hacer evidente cómo Gabriela recurre a su contexto de actividad próximo para responder a la pregunta ¿en qué consiste el trabajo de investigar? La respuesta ofrecida por la profesora, aunque breve y muy corta, denota la idea de que la finalidad del trabajo científico "básicamente es aplicar conocimiento".

Durante la entrevista inicial, Gabriela expresó constantemente su gusto y pasión por la ciencia. Este marco me permitió preguntarle que era, para ella, la ciencia. Al respecto, comentó lo siguiente:

Pues es el conocimiento de todo eh, aprender de todo, sobre todo son las explicaciones del por qué de las cosas, no solo eso sino entenderlas, eso es la ciencia. Por eso me gusta mucho la ciencia, más la química verdad, porque la ciencia es conocimiento de todo. [E-GVM-37]

En esta respuesta de la profesora identifiqué su visión acerca de la ciencia. En lo que afirma Gabriela se denota la idea de que la ciencia es un cuerpo de conocimientos explicativos y generales. La ciencia, para la profesora, es una empresa cognitiva que permite hacer sentido a través de explicaciones a lo que sucede en el mundo. Al mismo tiempo, en este fragmento identifiqué que para la profesora la ciencia tiene como finalidad ofrecer explicaciones "a las cosas del mundo".

En otros momentos de la entrevista inicial, Gabriela expresó aspectos relacionados con el trabajo experimental que promueve en sus clases. Por ejemplo, compartió lo siguiente:

Yo por ejemplo, en el tema de ácidos y bases les digo (a los alumnos) "a ver vamos a la cocina de tu casa, tráeme cátsup, tráeme salsas, tráeme muestras de lo que tengas, vinagre, cosas solidas y liquidas, y a ver vamos a ver, las que son liquidas vamos a ponerlas ahí para probarlas y a ver ¿son ácido o agrio? ¿qué es agrio?" Después de eso ya vemos el tema de características de manera científica en el libro y todo eso, luego pasamos al laboratorio para ver cómo los identificamos, con qué indicadores, y pues ahí les gusta mucho los colores que salen y todo eso. De esta manera les digo (a los alumnos) "mira no vas a memorizar, tienes que verlo y tienes que comprobarlo, por ejemplo, con la col morada que es un indicador, lo haces en tu casa, tú puedes decir más o menos cuales son ácidos". [E-GVM-7]

Este fragmento de entrevista es interesante porque en él, Gabriela deja entrever la forma en que realiza las actividades experimentales. Algunas acciones involucradas en estas actividades identificadas en la expresión de Gabriela parecen ser la exploración de ideas, el abordaje teórico y la exploración de fenómenos. Al mismo tiempo, en dicho fragmento, es posible identificar que Gabriela adjudica al trabajo experimental la finalidad de comprobar fenómenos naturales.

Posteriormente, Gabriela aludió al libro de texto que, para ese momento, empleaba en su práctica docente. Dentro de este marco, Gabriela adjudicó al trabajo científico escolar la finalidad de desarrollar la habilidad lectora, la cual implica saber leer y comprender un texto. Así lo expresó:

Por lo regular el libro se maneja primero con lecturas, porque también una de las habilidades del alumno es que sepa leer y comprender y también no lo saben hacer, llegan a tercero y muchos no lo saben hacer, entonces la lectura y la comprensión es de todos los días. [E-GVM-10]

Gabriela continuó comentando sobre las actividades experimentales, en especial hizo referencia a las que son propuestas en su libro de texto. Respecto a ello expresó:

Generalmente yo escojo las actividades que podamos realizar en el tiempo de la clase. El tiempo de clase de laboratorio consiste en que el alumno ya sabe cómo, porque yo ya les expliqué cómo se va a manejar la parte informativa, yo casi no les dicto la práctica, salvo ocasiones, les explico en el salón "vamos a hacer la práctica de ácidos y bases" por ejemplo, "van a traer col morada, ¿quién se compromete a traer la col y sacar en un frasquito la solución para todos?" y ya después les digo "vamos a hacer esto, vamos a poner vasitos de ácidos y de bases y ya les digo a ver revuelvan, pero este indicador nos va a decir si es base o ácido". [E-GVM-12]

El fragmento anterior permite mostrar cómo Gabriela reconoce el factor tiempo como una condición importante en la realización de las actividades experimentales. Este factor es el que le permite elegir, en un proceso reflexivo, aquellas actividades experimentales que le son propuestas por el libro de texto a fin de ajustarlas a su tiempo de trabajo con los alumnos, particularmente en el laboratorio escolar. Por otro lado, en este mismo fragmento, es posible identificar la forma en que se desarrollan dichas actividades. Parece que para Gabriela la actividad experimental en su clase de

ciencias parte de una explicación teórica y, posteriormente, los alumnos siguen una serie de pasos establecidos por ella misma a fin de que puedan resolver una situación experimental.

En la entrevista, Gabriela expresó algunos obstáculos en la realización de las actividades experimentales. Estos, como se puede ver en el siguiente fragmento, aluden a la falta de recursos materiales y el tiempo escolar para desarrollar un experimento. Lo interesante de este reconocimiento de Gabriela sobre la falta de tiempo y ausencia de materiales, es que le permiten adaptar las actividades experimentales a las condiciones en que estas se configuran.

Muchas veces o no tenemos todo el material que pide el libro o el tiempo es insuficiente, entonces es donde yo tengo que adaptarlos porque a la hora de la práctica ellos tienen que primero hacer la práctica y ya después su reporte y cuando toquen ya me tienen que entregar su práctica, no al otro día. [E-GVM-14]

El siguiente fragmento de entrevista permite mostrar, de manera más puntual, la forma en que Gabriela desarrolla, con sus alumnos, las actividades experimentales:

El informe tiene que traer ya la información, (a los alumnos) les pido unas hojas, y bueno ellos ya desde su casa deben traer la caratula hecha y ya tienen que traer su objetivo que yo se los pongo dejan espacio para el material, que aquí se les da, y ya deben traer hecho los antecedentes que es el repaso del tema, que lo sacan de la clase, es el resumen de la clase, siempre se las pido a manera puntual, nunca resumen porque copian, mejor un mapa mental o mapa conceptual, nunca resumen, o sea yo les digo (a los alumnos) "denme cualquier técnica menos resumen" porque luego con este copian del libro ya sea líneas o párrafos completos. [E-GVM-14a]

En la evaluación de las actividades experimentales, Gabriela enfatiza en los aspectos relacionados con la forma en que estas son presentadas a través de los reportes de investigación:

Yo evalúo varias cosas, la presentación de la práctica, el orden, porque si hay cierto orden, objetivos, material, antecedentes una estructuración que puede variar no, al final los resultados y esquemas, que no importa que no dibujen bien pero que lo intenten. [E-GVM-14b]

Un aspecto interesante de la entrevista inicial, fue que Gabriela hiciera alusión al trabajo desarrollado por los científicos. Esto permitió que Gabriela expresara la relación de este trabajo con el que se desarrolla en el entorno escolar. En este marco, Gabriela logró expresar que el trabajo científico que se realiza en la secundaria permite un acercamiento al trabajo científico, lo cual tiene como fin que los alumnos adquieran y aprendan la constancia que caracteriza el trabajo que hace un científico:

La constancia, que aprendieran, que valoraran más bien que lo que ahora disfrutan ha sido el resultado de una gran cantidad de años de trabajo de dedicación, eso es lo que más quisiera, que valoraran para que lo que tienen lo usen pues de la manera adecuada. [E-GVM-26]

De acuerdo con Gabriela, las actividades experimentales que realiza en su práctica son fruto de su experiencia docente, así como de la apropiación que ha hecho de algunas de ellas y que le son presentadas en los libros de texto. Así lo expresó:

Sí, pero bueno algunos yo ya los tengo por la experiencia, y ya los sintetizo. La mayoría ha sido de los libros que he ocupado en todo mi tiempo que ya es mucho. Claro que tengo muchos libros y muchos experimentos y de ahí los voy sacando y pues más bien adaptado ¿no? [E-GVM-13]

En este sentido, las ideas de Gabriela respecto al trabajo experimental en clase de ciencias son resultado de un proceso de construcción de su actividad cotidiana. En este proceso, Gabriela ha sido una profesora reflexiva y crítica de los materiales que le proponen actividades experimentales, mismas que va adaptando a las circunstancias escolares en que se desarrolla cotidianamente.

A manera de síntesis, la tabla 5.2 resume los aspectos cualitativos más sobresalientes que resultaron del análisis de las respuestas de Gabriela en las entrevistas. Estos aspectos, al igual que los otros casos de profesores, están organizados en función del tema al que hizo alusión la profesora.

Tabla 5.2 Las ideas de la profesora Gabriela

Temas explorados	Rasgos atribuidos
El trabajo por proyectos	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Finalidad del trabajo por proyectos</i> <ul style="list-style-type: none"> -Que los alumnos apliquen conocimientos -Promover el análisis y reflexión de información • <i>Acciones involucradas en el trabajo por proyectos:</i> <ul style="list-style-type: none"> -De implementación: experimentación, registro de datos, búsqueda y selección de información • <i>Qué evaluar en un trabajo por proyectos</i> <ul style="list-style-type: none"> -La manifestación de actitudes -La comprensión y análisis de información • <i>Obstáculos para realizar un trabajo por proyectos</i> <ul style="list-style-type: none"> -La promoción entre los alumnos del trabajo en equipo -Los procesos cognitivos de los alumnos -La falta de interés de los alumnos -La falta de formación de los alumnos
La investigación científica profesional	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Rasgos atribuidos al trabajo científico:</i> <ul style="list-style-type: none"> -Lleva tiempo -Trabajo colaborativo/colectivo • <i>Finalidad del trabajo científico:</i> <ul style="list-style-type: none"> -Beneficiar a las personas/sociedad -Aplicar conocimientos -Explicar cosas del mundo • <i>Visión de ciencia</i> <ul style="list-style-type: none"> -Es un cuerpo de conocimientos
La investigación científica escolar	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Finalidad del trabajo científico escolar:</i> <ul style="list-style-type: none"> -Comprobar fenómenos naturales -Desarrollar la habilidad lectora -Adquirir la constancia del trabajo de los científicos • <i>Acciones involucradas en el trabajo científico escolar:</i> <ul style="list-style-type: none"> -Habilidades generales: la lectura y comprensión • <i>Rasgos atribuidos a trabajo experimental escolar:</i> <ul style="list-style-type: none"> -Se exploran ideas de los alumnos -Se parte de un abordaje teórico -Consiste en la exploración de fenómenos • <i>Limitaciones del trabajo científico escolar:</i> <ul style="list-style-type: none"> -Recursos materiales -Factor tiempo de trabajo escolar

Fuente: elaboración propia

El caso de Gabriela: a manera de cierre

El propósito de este capítulo fue describir lo ocurrido en el aula de química cuando la profesora Gabriela y sus alumnos se vieron inmersos en la realización de una experiencia de proyecto. El capítulo también tuvo el propósito de describir los rasgos atribuidos por la profesora al trabajo por proyectos, a la investigación profesional y a la

investigación en el aula. Estas ideas permiten dar sentido y significado a lo ocurrido en las experiencias descritas. De la descripción y análisis presentados en éste capítulo se desprenden algunos puntos de interés y de discusión sobre los cuales llamaré ahora la atención.

De manera general, la descripción de la experiencia de proyecto en el aula de la profesora Gabriela pone en evidencia la vinculación de la noción "investigar en Internet" con la elaboración y realización de un trabajo por proyectos. Esto derivó en la realización y articulación de actividades didácticas con tecnología tales como realizar búsquedas temáticas sobre algún tópico particular en Internet, elaborar documentos en un procesador de texto, crear una presentación multimedia con un gestor de diapositivas y exponer públicamente el contenido de la presentación mediante una pizarra digital. Este tipo de actividades didácticas han sido señaladas por Area (2006) como características de los trabajos por proyectos que, en el contexto escolar, se realizan con ayuda de herramientas tecnológicas.

De acuerdo con la propuesta de habilidades de investigación para las clases de ciencias de Al-Naqbi (2010), las anteriores actividades involucraron a los alumnos en procedimientos relacionados con la búsqueda, obtención, almacenamiento, recuperación, organización y presentación de información. A su vez, las actividades demandaron de los alumnos procedimientos relacionados con el uso de Internet y de algunos programas de cómputo para producir ciertos contenidos, tales como Word y Power Point. Este conjunto de procedimientos ha sido señalado por Al-Naqbi (2010) como fundamental –y complementario a otros– en la realización de las investigaciones que se llevan a cabo en las clases de ciencias.

En la descripción de la realización del proyecto se pueden identificar algunos matices en el uso de la tecnología. De acuerdo con la propuesta de Coll (2004), en esta experiencia de proyecto se utilizó la tecnología como repositorio de contenido, como herramienta de búsqueda y selección de contenidos apropiados al tema, como herramienta para el diseño y construcción de un documento y como herramienta de colaboración entre los estudiantes. Como señalan Blancas (2010), Blancas y Rodríguez (2011) y Blancas y Rodríguez (2012), reconocer los usos de la tecnología en la práctica de enseñar ciencias ofrece la posibilidad de identificar y vislumbrar formas de manejo y uso de la misma que permitan enriquecer la propia práctica.

Sin embargo, en estas formas de emplear la tecnología en la realización del proyecto en el aula subyace una noción técnica sobre el uso de dichos recursos

(Bautista, 1994). Desde esta noción, la herramienta tecnológica, adquiere el papel de medio que soporta el material del mensaje didáctico. La herramienta es vista como medio de instrucción autónomo, poseedor y transmisor del contenido, que tiene el carácter de ser verdadero y confiable. Ya se ha dicho (Blancas, 2010; Blancas y Rodríguez, 2012; Sandoval y Blancas, 2011) que tal parece que la herramienta tecnológica se fusiona con formas y estilos de enseñanza considerados como tradicionales en las clases de ciencias. Empero, estas formas de usar la tecnología son un esfuerzo de la profesora por incorporar, sustancialmente, las tecnologías a su práctica docente y, a su vez, de responder a las demandas curriculares (SEP, 2006).

Una mirada analítica a las actividades que articularon la realización del proyecto, muestra el esfuerzo de la profesora por lograr que sus alumnos reelaboraran la información que encontraron en Internet. Esto se evidenció principalmente en la sostenida demanda de la profesora por lograr que sus alumnos resumieran y sintetizaran dicha información. Para el caso de una investigación en el aula, la estrategia de resumir información puede considerarse como el primer paso para sistematizar aquella que es encontrada en distintas fuentes, que en este caso la única fuente fue Internet. Resumir información es una estrategia que puede sumarse a otras que aparecen con bastante frecuencia en las clases de secundaria (Díaz, 2001).

Un aspecto interesante de la experiencia de proyecto en la que observé a la profesora Gabriela, fue el hecho de que la realización de dicho trabajo ocurrió principalmente en el aula de clase; que en este caso fue el aula de medios. Como recordaremos, la mayoría de las actividades que articularon la realización del proyecto se configuraron en este espacio escolar; el cual imprimió de sentidos y significados a dichas actividades. Esto puede entenderse, desde la perspectiva de la profesora, como una forma de poner los recursos materiales necesarios para realizar el proyecto al alcance de todos sus alumnos. También puede verse como una forma privilegiada de supervisar y orientar el trabajo de los alumnos en las respectivas actividades. Lo anterior le permite hacer frente a algunos de los obstáculos para realizar un proyecto que expresó durante la entrevista inicial (Tabla 5.2).

Con respecto al libro de texto, la propuesta de proyecto que en él se presenta constituyó el punto de partida para la realización del trabajo que realizaron los alumnos. Como recordaremos, el libro de texto fue empleado en el proceso de la clase principalmente para que los alumnos, integrados en equipo, trabajaran solos. Este es un uso del libro de texto que García (2001) documenta en clases en primaria. El libro

de texto, en el caso aquí descrito, permitió a los alumnos elegir el tema de proyecto y, en algunos casos particulares, despertar el interés por realizar la actividad vivencial sugerida –la de detectar las huellas– o motivarlos a solucionar el problema que ahí se les plantea –descifrar quién fue el delincuente que cometió un robo–. Lo interesante en estos últimos casos, y contrario a lo documentado por García (2001), es que los alumnos reelaboraron las actividades propuestas por el libro imprimiéndolas de sus propios sentidos y significados, sin que esto constituyera un problema para la profesora. Esto puede ser indicio de que los alumnos también se ven implicados en un proceso de apropiación de la propuesta de TpP.

De acuerdo con la propuesta de Bell, Smetana, y Binns (2005), las actividades que articularon la experiencia de proyecto realizada por la profesora Gabriela muestran un nivel de investigación guiada semi-abierta (*guided inquiry*). Si bien a los alumnos se les proporcionó un problema y/o tema de investigación cuyo referente fue el libro de texto, el desarrollo y comunicación del mismo quedó en manos de los alumnos. El papel de la profesora se limitó a guiar y orientar el particular trabajo de los alumnos en las distintas actividades y, a su vez, a buscar que en ellas lograran conectar y ligar el tema del proyecto con contenidos propios de su asignatura.

El análisis de la experiencia de proyecto descrita anteriormente muestra el esfuerzo de la profesora por lograr que sus alumnos lleven a cabo un trabajo de manera exitosa. En las sesiones de clase la profesora transfirió la responsabilidad del proyecto a sus estudiantes, lo cual derivó en que estos tuvieron un papel proactivo en dicha experiencia. Los alumnos trabajaron en equipo y, desde su perspectiva, de forma colaborativa. También mantuvieron una participación activa durante la realización del proyecto, lo cual se vio evidenciado en que todos los equipos de alumnos cumplieron con el proyecto.

En este caso, la participación de los alumnos puede ser vista como las contribuciones que realizaron frente a las actividades propuestas, las cuales discutieron y/o resolvieron colectivamente en busca de significados compartidos. Retomando a Lave y Wenger (2003), esta participación puede considerarse como una cualidad de la actividad de ser alumno que destaca el hecho de que con sus actos tomen parte de la compleja vida social que se configura en el contexto del aula de ciencias.

Por otro lado, las ideas de la maestra Gabriela, identificadas en sus respuestas de las entrevistas, son amplias, diversas y detalladas (ver tabla 5.2). Las ideas acerca

del trabajo por proyectos (TpP) denotan la atribución, por un lado, de rasgos didácticos relacionados con este tipo de trabajos escolares –objetivos o finalidades de aprendizaje, acciones y aspectos a evaluar– y por otro, algunos retos para realizar este tipo de trabajos. Algunos de los rasgos didácticos atribuidos por la profesora se hicieron evidentes en la experiencia de proyecto observada. Por ejemplo, la finalidad de que los alumnos apliquen conocimientos guarda relación con el esfuerzo de la profesora por lograr que sus alumnos conectaran los contenidos de la asignatura, abordados en clases previas, con el tema del proyecto.

De las acciones atribuidas por Gabriela, sólo la búsqueda y selección de información se identificaron en la experiencia observada; sin embargo en ésta se presentaron más acciones que las expresadas en el discurso de la profesora. Algunos de los obstáculos señalados por la profesora (como la promoción entre los alumnos del trabajo en equipo, la falta de interés y la limitada formación de los alumnos) guardan relación con los reportados por Cañal, Travé y Pozuelos (2011) respecto a la utilización del enfoque de la investigación en los contextos escolares.

Las ideas de la profesora acerca de la investigación escolar también denotan rasgos cualitativos de carácter didáctico, es decir, aluden a los conocimientos, habilidades y actitudes que se promueven en la ciencia escolar (Izquierdo, Sanmartí y Espinet, 1999). La finalidad del trabajo científico escolar y las acciones involucradas en él, revelan aspectos que preocupan a la profesora por transmitir y comunicar a sus alumnos, pero también por aspectos que desea formar en ellos. Los rasgos que la profesora atribuye al trabajo experimental en el contexto escolar guardan relación con los atribuidos desde la didáctica de las ciencias naturales (Barberá y Valdés, 1996; Sanmartí, 2002).

Por su parte, las ideas respecto a la investigación científica profesional revelaron una percepción idealizada y benevolente de dicho trabajo. Esta imagen está estrechamente ligada con las opiniones de la profesora sobre la investigación escolar y el TpP. Los rasgos atribuidos al trabajo científico fueron escasos, pero sobresalió el trabajo colaborativo como el que más se puso en acción en la experiencia de proyecto observada. Las finalidades del trabajo científico manifiestan atributos positivos e idealizados. Algunos de estos rasgos (beneficiar a las personas/sociedad, aplicar conocimientos, explicar las cosas del mundo) coinciden con lo reportado por Guerra (2006) para el caso de los profesores de educación primaria.

Las experiencias significativas de la profesora Gabriela en torno a la realización de proyectos en su práctica docente –compartidas en la entrevista–, constituyen otro aspecto de interés. Estas experiencias sugieren que la profesora se ha visto involucrada en genuinos procesos de investigación científica escolar que han implicado la realización de actividades didácticas memorables, como el péndulo que oscilaba y emitía luz y sonido ante un movimiento oscilatorio y trepidatorio. Estas experiencias sugieren, además, que la profesora se había visto inmersa en la realización de proyectos antes de que estos constituyeran una demanda curricular. En consecuencia, estas experiencias previas permiten que la profesora ponga en juego sus saberes y conocimientos adquiridos en ellas para valorar críticamente la recién incorporada propuesta curricular de trabajo por proyectos.

Es conveniente hacer notar los rasgos centrales de la experiencia de proyecto en la que la profesora Gabriela y sus alumnos se vieron involucrados. El trabajo por proyecto se limitó a una búsqueda de información en Internet respecto al tema abordado. Esto sugiere que la información estuvo en el centro de las actividades que articularon el proyecto, lo cual apunta a la formación de buscadores, aplicadores y comunicadores de información. La profesora logró pasar la responsabilidad del proyecto a sus alumnos, lo cual derivó que éstos, integrados en equipos de trabajo, se involucraran en auténticas actividades de investigación documental por Internet y, a su vez, en la elaboración de contenidos y documentos. Un equipo de alumnos presentó una actividad vivencial similar a la sugerida por el libro de texto, otro resolvió el problema planteado por dicho material y dos más presentaron una exposición oral ordenada, coherente y exitosa a la vista de la profesora. Aunque todos los equipos trabajaron, la presentación y exposición de algunos de ellos se vio limitada e impedida debido a las condiciones de trabajo escolar, tales como el tiempo de clase y la entrega de calificaciones.

Los rasgos anteriores, más que aspectos negativos, pueden ser considerados como acciones loables y plausibles en la experiencia de proyecto aquí analizada. Los logros de esta particular experiencia de proyecto no deben desestimarse ya que, desde la perspectiva de la profesora, constituyen una forma de trabajar con ahínco frente a las demandas y expectativas curriculares relacionadas con el TpP.

Capítulo 6

Reflexiones y consideraciones generales. A manera de cierre.

En México, a partir de 2006, y con la introducción de una nueva propuesta curricular para ciencias en secundaria, la enseñanza basada en la investigación tiene un énfasis renovado en la retórica pedagógica de los documentos y materiales educativos asociados a dicha propuesta. Como en otros países, la propuesta curricular incorporó la idea innovadora de proponer espacios de trabajo práctico que permitan al profesor involucrar a sus alumnos en actividades relacionadas con la investigación. A través de la retórica pedagógica, los profesores son convocados a realizar e incorporar sistemáticamente *trabajos por proyectos* (TpP) en sus prácticas de enseñanza como una vía privilegiada para promover que los alumnos integren y desarrollen conocimientos, habilidades y actitudes científicas.

El estudio que se reporta en esta tesis es un esfuerzo por profundizar en el análisis y comprensión de la forma en que las prácticas de enseñanza de los profesores de ciencias de secundaria, sus conocimientos, habilidades pedagógicas y condiciones materiales y contextuales, interactúan con esta particular propuesta de innovación curricular. El énfasis puesto en el profesor obedece al papel crítico que tiene para la introducción de las ciencias en la formación integral de los jóvenes.

Un punto de partida fue reconocer que las relaciones de los profesores con las innovaciones son complejas e intrincadas. Las propuestas de innovación son sólo una declaración de intenciones con lineamientos para la acción; al llevarlas al aula, los profesores las transforman, apropian, adecúan, re-significan, etc. (Ezpeleta, 2004; Fullan y Stiegelbauer, 1997). Por lo tanto, no se trata de una simple y directa implementación de los discursos propuestos. Los profesores de ciencias son profesionales que trabajan en ambientes complejos, dinámicos y cambiantes; creadores y organizadores de situaciones de aprendizaje e individuos conformados por diversas relaciones históricas, sociales y culturales (Fullan y Hargreaves, 2000; Rockwell y Mercado, 2003).

Para dar respuesta a las preguntas de investigación que guiaron el estudio se construyó un fundamento teórico-conceptual y metodológico para analizar y

comprender las prácticas de enseñanza de tres maestros de ciencias de una escuela secundaria durante la realización de un trabajo por proyecto (TpP). Desde una mirada sociocultural y situada, se concibió la enseñanza de las ciencias como una práctica de naturaleza social, el aula de ciencias como un contexto dinámico en continua construcción y el trabajo por proyectos como un espacio de actividad científica escolar.

Con estos referentes, y a través de una metodología cualitativa, el estudio permitió documentar cómo, en sus respectivas aulas de ciencias, cada uno de los tres profesores configuró la práctica de la investigación en la realización de una concreta y particular experiencia de proyecto. También permitió documentar las ideas que cada profesor ha desarrollado en torno a la investigación y el TpP, las cuales permitieron entender lo observado en su aula e imprimirle sentido y significado. De manera general, se trató de un estudio que resalta lo mejor de las prácticas de los profesores para comprenderlas, y posiblemente en el futuro, orientar algunas propuestas de innovación y formación docente desde bases más acordes con el contexto cotidiano escolar.

En este último capítulo desarrollo una serie de reflexiones que se desprenden del análisis realizado en el estudio. Los argumentos que permiten sostener estas reflexiones están entrelazados; sin embargo, para su presentación, los he organizado en torno a cuatro aspectos: 1) las conclusiones generales del estudio respecto a las preguntas de investigación, 2) las implicaciones para el desarrollo curricular y la formación docente que se derivan del estudio, 3) algunas reflexiones en torno a la metodología y forma de abordar el estudio de la práctica y pensamiento docente y 4) aspectos a profundizar en futuros estudios. En los siguientes apartados desarrollo cada uno de estos aspectos que, de manera conjunta, permiten dar cierre a un camino de indagación andado y a su vez delinear nuevos caminos por andar.

Conclusiones generales del estudio

En el estudio describí, a partir de tres casos de profesores de ciencias de una secundaria, cómo en el aula se configuró la práctica de la investigación en la realización de una concreta y particular experiencia de proyecto. En el análisis también exploré y describí las ideas que los profesores han desarrollado en torno a la investigación y el trabajo por proyectos. Las preguntas que orientaron el estudio fueron las siguientes:

1. ¿Qué actividades realizan los profesores con sus estudiantes para promover la investigación en el contexto de un trabajo por proyectos?
2. ¿Qué sentidos y significados atribuyen los profesores a esas actividades?
3. ¿Qué ideas respecto a la investigación y el trabajo por proyectos han desarrollado los profesores?
4. ¿Cuáles son, para ellos, los principales asuntos pedagógicos asociados a la investigación y al trabajo por proyectos?

Como recordaremos, las dos primeras preguntas están centradas en las prácticas de enseñanza de los profesores; las otras dos, en sus ideas. En las siguientes secciones ofrezco una serie de argumentos en forma de conclusiones que dan respuesta a las preguntas anteriores –y que se desprenden del análisis y resultados del estudio–. Para presentar estos argumentos, los he articulado en torno a las dos dimensiones exploradas: prácticas de enseñanza y pensamiento de los profesores (ver figura 1.1).

En torno a las prácticas de enseñanza.

Las prácticas de enseñanza son parte constitutiva del trabajo docente. Estas prácticas aluden el conjunto y articulación de actividades orientadas hacia diversas metas que los maestros generan en el contexto del aula y que permiten definir la enseñanza. El análisis de las prácticas de enseñanza reportado en este estudio estuvo centrado en el momento en el que los profesores realizaron, con sus alumnos, las experiencias de proyecto correspondientes al primer bloque de contenidos. El trabajo por proyectos constituye un tipo de trabajo práctico escolar diseñado para que los alumnos tengan la valiosa oportunidad de involucrarse y acercarse a una genuina actividad científica, de aprender significativamente los conceptos científicos escolares y de desarrollar destrezas y procedimientos científicos.

La realización de las experiencias de proyecto observadas mostró diferencias cualitativas entre los tres profesores. Para el caso del profesor Fabián (capítulo 3), la experiencia de proyecto sobre sismos mostró la forma más sencilla de realizar estas innovaciones en el aula: búsqueda, organización, síntesis y exposición de información. El caso de la profesora Irma (capítulo 4) evidenció experiencias de proyecto –sobre sismos y reutilización del agua– elaboradas e incluso innovadoras; éstas consistieron en la búsqueda, organización y presentación de información a través de una estrategia

diferente a la exposición tradicional (un programa de radio). En la experiencia de reutilización del agua algunos equipos de alumnos acompañaron sus presentaciones con modelos físicos de filtros de agua. El caso de la profesora Gabriela (capítulo 5) mostró una experiencia de proyecto sobre técnicas criminalísticas aún más elaborada; ésta estuvo apoyada en el uso de tecnologías, lo que derivó actividades más sofisticadas. En este caso, un equipo de alumnos realizó un montaje sobre cómo capturar huellas dactilares.

El análisis descriptivo de los tres casos muestra que la información es el centro de los trabajos por proyectos aquí documentados. Esto apunta a una enseñanza de las ciencias centrada en la búsqueda, selección, tratamiento, estructuración y comunicación de información. De esta manera, la realización de los trabajos por proyectos aquí analizados denota una imagen de ciencia centrada en su producto; en el conocimiento científico. En este sentido, las experiencias de proyecto, si bien fueron cualitativamente diferentes, configuraron en las aulas de ciencias la práctica de una investigación de información.

Para promover esta práctica, los profesores propusieron a sus alumnos un conjunto de actividades que, de manera articulada, dieron forma y consistencia a cada experiencia. Estas actividades fueron construidas en el aula en las interacciones que cada profesor estableció con sus alumnos y en las que éstos establecieron con sus pares. En su realización mediaron saberes, recursos, concepciones y disposiciones particulares de profesores y alumnos. En este sentido, y retomando lo expuesto por Lave (2001), se configuraron contextos de aula diferentes, no fijos ni definidos, sino que se transformaron con las actividades mismas. Esto da razón a lo sostenido por Coll y Solé (2001:36), quienes señalan que “el aula es un sistema con vida propia, aunque no autónoma completamente, pues se encuentra inserta en una red de suprasistemas que contribuyen a configurar y a la vez son configurados”.

En una visión en conjunto, las actividades identificadas durante la realización de las experiencias de proyecto observadas, propuestas en el aula por los profesores para promover la práctica de una investigación de información en torno a un tema particular, fueron las siguientes: elección del tema de proyecto, búsqueda de información sobre el tema y sobre dispositivos o modelo físicos, recopilación de información, síntesis de información, organización de información y presentación de información a través de diversos medios. Estas actividades implicaron una secuencia de tareas y acciones

tanto de profesores como de alumnos, fueron realizadas con relación a un contenido particular y condujeron a la obtención de un producto asociado con el proyecto.

En algunos momentos de las sesiones de clase ciertas actividades que articularon las experiencias de proyecto se combinaron con la realización de otras actividades de enseñanza propias del trabajo cotidiano de profesores y alumnos. En otros momentos, algunas actividades fueron el centro del trabajo realizado dentro del salón de clases, lo cual las hizo ser el principal sistema de actividad, de interacción y de participación que se configuró en el contexto de aula. La centralidad o no de las actividades en el aula estuvo en función de las tareas y acciones que cada una demandó así como del tiempo escolar destinado a ellas; algunas, incluso, traspasaron los muros, el tiempo y el contexto del aula.

Retomando los argumentos de Chartier (1995) y De Certeau (1996), las actividades propuestas en el aula por los profesores para promover la práctica de una investigación fueron una creación de su trabajo docente, una producción suya y una forma de reelaborar las propuestas de proyecto y de hacer frente a la normativa curricular. Estas acciones de los profesores difieren de lo señalado por Apple (1989), quien considera que, ante una estructura escolar bastante prescriptiva y restrictiva, los maestros tienen pocas posibilidades de llevar a cabo un trabajo profesional creativo e intelectual. Estos hallazgos son similares a los reportados por algunos estudios que dan cuenta de cómo los maestros despliegan un conjunto de acciones proactivas y conocimientos frente a las propuestas y demandas curriculares que buscan promover la investigación en las aulas de ciencias (Forbes y Davies, 2010; Roehrig, Kruse y Kern, 2007; Schneider, Krajcik, y Blumenfeld, 2005, Wallace y Kang, 2004).

En la construcción de estas actividades, los profesores pusieron en juego sus experiencias, tanto personales como profesionales, sus ideas sobre la investigación, la enseñanza y el aprendizaje; lo cual coincide con lo reportado por otros estudios (p.e. Wallace y Kang, 2004; Windschitl, 2002). También pusieron en juego sus saberes docentes en torno a la forma de organizar a los alumnos, del tiempo escolar, sobre los recursos y condiciones materiales, así como el conocimiento acerca de sus propios alumnos (Mercado, 2002). Estos conocimientos y saberes son una apropiación que los profesores han hecho de sus experiencias cotidianas de trabajo en el aula (Rockwell y Mercado, 2003) y de la reflexividad que éste les ha impuesto (Schön, 1992).

En las actividades que promovieron la práctica de una investigación los profesores no tuvieron un papel protagónico ni central, principalmente fueron los

alumnos quienes asumieron la responsabilidad de realizarlas. En estas actividades, aunque con diferentes matices, los alumnos hicieron un esfuerzo intelectual por responder a las expectativas y demandas de los profesores. Aunque las actividades fueron propuestas por los profesores, los alumnos las reelaboraron y reconstruyeron a partir de sus propios saberes, conocimientos y actos creativos. Los alumnos también fueron diseñadores y constructores de las actividades relacionadas con la investigación en el aula de ciencias.

En este sentido, las experiencias de proyecto aquí reportadas pueden concebirse como momentos que se alejaron del tratamiento tradicional adjudicado a la enseñanza de las ciencias (Fernández, et. al., 2009; Rodríguez y López, 2006). En ellas los alumnos entraron en una rica dinámica de participación e interacción y de compromiso mutuo (Wenger, 2001) que los hizo avanzar hacia niveles de actividad productivos y, a su vez, tomar parte de la compleja vida social que se configuró en las aulas de ciencias (Lave y Wenger, 1991).

Las actividades de investigación científica escolar aquí presentadas tuvieron el carácter de ser guiadas. La elección del tema a investigar, en las tres experiencias, estuvo influida por lo propuesto en el libro de texto. Los pasos a seguir para realizar la investigación del tema, y por ende para realizar el proyecto, fueron dados, establecidos y sugeridos por los profesores. Sin embargo, los profesores abrieron espacios para que los alumnos tuvieran la oportunidad de investigar lo que se les planteó, de reestructurar las actividades que articularon el desarrollo de la investigación y de presentar y comunicar los datos e informaciones en función de sus intereses y creaciones. Los profesores, aunque en distintos grados de mediación, acompañaron y dieron seguimiento a las tareas de los alumnos en las distintas actividades.

Las actividades de investigación que configuraron las experiencias de proyecto estuvieron mediadas por el tiempo escolar como una condición que estuvo presente en el desarrollo del trabajo en el aula. La preocupación constante de los profesores de cubrir las distintas demandas que la institución les marcaba fue otra de las condiciones contextuales que marcaron las actividades; la principal de estas demandas fue la evaluación y entrega de calificaciones. En estas actividades de investigación, principalmente en las relacionadas con la comunicación y presentación del proyecto, se cumplió el adagio de que la entrega de calificaciones marca, condiciona y rompe con la dinámica del trabajo en el aula (Quiroz, 1999).

Otra de las condiciones que dieron estructura y sentido a las actividades de investigación de las experiencias de proyecto fueron los recursos materiales. Entre los principales recursos figuraron el libro de texto, las herramientas tecnológicas, libros de otras disciplinas, y en el caso de la maestra Irma los materiales pedagógicos que proporcionó a sus alumnos. Lave (2001) señala que en una actividad socialmente situada todo recurso encuentra sentido ante las circunstancias particulares de los sujetos que la configuran. Bajo esta mirada, los recursos tuvieron el sentido de apoyar la realización de las tareas que demandó cada actividad.

Ahora bien, las actividades de investigación propuestas por los profesores estuvieron integradas por diversos sentidos, los cuales aludieron a la intencionalidad de éstas en términos de logros y/o productos a alcanzar. La intencionalidad estuvo dada en el mayor de los casos, explícita o implícitamente, por los profesores. Estos sentidos estuvieron marcados por el profundo interés de los profesores de involucrar a sus estudiantes en las actividades de investigación y de lograr, con ello, la realización de la primera experiencia de proyecto del ciclo escolar. En algunos momentos, las actividades de investigación tuvieron el sentido de que los alumnos establecieran intercambios comunicativos, que deliberaran en torno a la elección de un tema, que compartieran intereses o inquietudes, etc. En otros momentos, las actividades tuvieron la intención de promover el trabajo colaborativo entre los estudiantes, de repartir tareas, de lograr que todos los alumnos participaran en el proyecto, etc.

Para cerrar con estas conclusiones, en las actividades aquí reportadas se promovieron intercambios comunicativos; estuvieron orientadas hacia metas con distinta intencionalidad y propósito; propiciaron la puesta en común de saberes y significados y, a su vez, una relación más estrecha entre profesores y alumnos y entre éstos y sus pares, y estuvieron intrínsecamente organizadas y coherentes. En todo caso, las actividades tuvieron la intención de involucrar a los alumnos en una genuina investigación escolar y, al articularse, de realizar una experiencia de proyecto.

En torno a las ideas de los profesores.

En el estudio presentado exploré el pensamiento de los tres profesores de ciencias participantes. Para dar cuenta de este pensamiento, utilicé el término *ideas acerca de la investigación* para señalar el conjunto de ideas relacionadas con la investigación científica y los aspectos pedagógicos asociados a ella que tienen y han desarrollado

los profesores a partir de sus experiencias individuales y colectivas, dentro y fuera del contexto escolar.

De acuerdo con la perspectiva teórico-conceptual que se adoptó en este estudio, para dar cuenta del pensamiento de los profesores fue necesario reconocer que los procesos cognitivos y las ideas acerca del mundo están en estrecha relación con el contexto social en el que ocurren (Lave, 1991; Wertsch, 1993). Desde esta perspectiva, las ideas de los profesores fueron consideradas como dialógicas e históricas, resultado de una construcción social.

En los tres casos analizados en este estudio, las ideas de los profesores (ver tablas 3.2, 4.3 y 5.2) no sólo variaron en claridad, elaboración y extensión; también aludieron a un contexto de desarrollo y aplicación particular a cada profesor. Fue en este sentido que el interés estuvo puesto en describir cualitativamente las ideas de los profesores sin pretender evaluarlas y compararlas con enfoques –filosóficos epistemológicos o psicológicos– sobre la ciencia y su enseñanza y aprendizaje. El enfoque analítico y descriptivo de carácter cualitativo permitió identificar las ideas de los profesores en toda su riqueza y complejidad, pero sobre todo su pertinencia pedagógica. Las ideas de los profesores pueden verse como una base de conocimientos que tienen frente a las expectativas en torno a la enseñanza basada en la investigación y al trabajo por proyectos.

El análisis sugiere que los profesores de ciencias tienen su propia interpretación de los aspectos explorados en relación a la investigación científica profesional, a la realizada en las clases de ciencias y al trabajo por proyectos. El repertorio de ideas de los profesores para cada uno de estos temas, aunque de entrada pueda parecer no cabal o completo, está lejos de ser simple. Por el contrario, el análisis sugiere que los profesores de ciencias han construido un conjunto de ideas configurado a partir de supuestos, percepciones o posicionamientos como resultado de su desarrollo personal y profesional; lo cual hace que no caigan en lo anodino.

Con respecto al trabajo por proyectos, las ideas de los profesores, en una visión en conjunto, sugieren que la información es el centro de dichos trabajos. Esto apunta, sin ser quizás una intención consciente de los profesores, a una enseñanza de las ciencias centrada en la búsqueda, selección, tratamiento y comunicación de información. Algunas de estas ideas fueron las que orientaron prioritariamente el desarrollo e implementación de las experiencias de proyecto en las prácticas de enseñanza de los profesores.

Las ideas de Fabián, Irma y Gabriela acerca del trabajo por proyectos –y en algunos casos de la investigación científica escolar– se expresaron en su discurso en términos de lo que hacen en el salón de clases. Al mismo tiempo, aludieron a contenidos, actividades y estrategias llevadas a cabo en sus prácticas de enseñanza. Estas ideas son funcionales en el sentido de que se tratan de conocimientos dependientes de un determinado contexto o situación y que, a su vez, responden a situaciones específicas y particulares de enseñanza. En el discurso de los profesores respecto al trabajo por proyectos fue muy sugerente el pronunciamiento de ideas presentes en la propuesta curricular de educación en ciencias (p.e. que este tipo de trabajos permite que los alumnos integren y pongan en práctica sus aprendizajes, la tipología de proyectos, las fases para realizar un proyecto en el aula, etc.); esto sugiere una apropiación del discurso retórico pedagógico (SEP, 2006a).

Las ideas de los profesores acerca de la investigación científica profesional no necesariamente están marcadas y posicionadas por alguna perspectiva o enfoque sobre la naturaleza de la ciencia. Esto se debe simplemente, y de acuerdo a lo expresado durante las entrevistas, a que los profesores han tenido pocas oportunidades para profundizar en el estudio de algunas disciplinas que abordan la naturaleza de la ciencia; como por ejemplo filosofía, sociología o historia de la ciencia. En este sentido, los profesores han desarrollado dichas ideas de manera intuitiva: desde su propia experiencia como estudiantes –en la escuela para maestros o en la universidad–, como profesionales de la ciencia –en el caso de Gabriela–, por su entorno social –como el caso de Irma– y, primordialmente, en el ejercicio de su práctica docente.

A pesar de la diversidad de ideas sobre la investigación científica profesional, en los profesores hubo ciertas coincidencias y recurrencias. En el caso de Fabián y Gabriela, la atribución al trabajo científico de ser colaborativo y colectivo reveló una percepción social de dicho trabajo estrechamente ligada con sus opiniones sobre la forma de realizar un TpP. La atribución de rasgos personales a los científicos denotó el cúmulo de adjetivos positivos que los profesores atribuyen a los científicos, lo que sugiere una idea muy benevolente de ellos. Lo curioso de esto fue que hablaron de ellos en general y en abstracto sin referirse a personas concretas. El énfasis y reiteración, en los tres casos, de que el trabajo científico tiene como fin el beneficio de las personas apuntó a una visión idealizada de dicho trabajo. Estos resultados

coinciden con los reportados por otros estudios (Guerra, 2006; Guerra, Ryder y Leach, 2010; Rampal, 1999).

Las ideas de los profesores acerca de la investigación científica escolar están expresadas en términos pedagógicos, es decir, aluden a los conocimientos, habilidades y actitudes que promueven, o desean alcanzar, en la actividad científica escolar. Esto puede deberse, quizás, a que los profesores han tenido bastantes oportunidades para profundizar y reflexionar sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en situación escolar. En este sentido, los profesores han desarrollado estas ideas de manera formal –en su papel como estudiantes normalistas o universitarios de alguna disciplina científica– y de manera intuitiva –en las experiencias de aprendizaje cotidianas, como lo es la actividad experimental y/o el trabajo de laboratorio–.

Frecuentemente los profesores atribuyeron al trabajo científico escolar la finalidad de acercar a los alumnos al quehacer científico formal. Esto reveló un interés declarado por formar “pequeños científicos” más que enseñar sobre el trabajo de los científicos a fin de mostrar la naturaleza del mismo. Esta finalidad estuvo fuertemente relacionada con algunas acciones que los profesores señalaron como las involucradas en el trabajo científico escolar. Algunas de estas acciones guardaron relación con operaciones que caracterizan la práctica científica en el mundo de las ciencias naturales: experimentación, observación, manipulación de instrumentos y objetos de laboratorio, etc. Estas ideas, desde mi punto de vista, denotaron la visión de una auténtica investigación científica escolar que toma como referente la realizada en contextos profesionales.

Un aspecto recurrente en las ideas de los profesores fue atribuir rasgos particulares al trabajo experimental que realizan en sus clases de ciencias. Esto sugiere la importancia, relevancia y presencia de dicho trabajo en la actividad científica escolar. En el análisis fue evidente que los profesores adjudicaran al trabajo experimental el papel de comprobación y demostración, tanto de contenidos teóricos como de fenómenos naturales. En las ideas de los profesores sobre el trabajo experimental, en conjunto, se denotó la presencia de aspectos relacionados con la investigación científica y, a su vez, la promoción de habilidades y destrezas científicas. Los resultados anteriores, en cierto modo, son similares a los reportados en el estudio cualitativo de Wallace y Kang (2004).

De manera general, el conjunto de ideas aquí identificadas difirió de un profesor a otro no sólo en cuestión de contenido, sino también en las experiencias por las que

estuvieron influidas; lo cual sugiere dos cosas. Por un lado, los profesores de ciencias desarrollan un conjunto de ideas cualitativamente diferentes acerca de un mismo constructo y las utilizan en contextos que también son cualitativamente diferentes. Por otro lado, la diversidad de ideas presentes en el pensamiento de un profesor tendió a mostrar que en un mismo sujeto coexisten dos o más significados para un mismo concepto que se utilizan en diferentes contextos, tal como lo sostiene Mortimer (2001).

A partir de lo expuesto anteriormente, considero que el análisis realizado muestra aspectos poco frecuentes en las visiones normativas que exploran y abordan el pensamiento de los profesores de ciencias. El análisis pone en evidencia cómo los profesores construyen sus ideas acerca de una determinada noción en sus experiencias como sujetos enteros; particularmente en los momentos de enseñanza. En este sentido, en las experiencias de trabajo del aula, y en la reflexividad que éste impone (Schön, 1992), es donde los profesores de apropiación de los conocimientos que posiblemente requieren para sus respectivas prácticas de enseñanza (Rockwell y Mercado, 2003). La apropiación de este conocimiento implica un proceso en el que los profesores crean y reelaboran ideas provenientes de distintos momentos y contextos. Esto hace que las ideas de los profesores sean históricas, socialmente construidas y, además, situadas (Bajtín, 1989; Lave, 1991; Wertsch, 1991).

Aquello que manifestaron los profesores de ciencias acerca de su trabajo de enseñanza –y en donde se hicieron presentes sus ideas– si bien es un producto personal e individual, también es histórico y social. Las ideas de los profesores son entonces el resultado de construcciones sociales e históricas puesto que en ellas se hacen presentes huellas de acciones provenientes de otros momentos y ámbitos socioculturales particulares (Bajtín, 1989; Wertsch, 1991). Así, las ideas de cada profesor, presentes en su pensamiento, dialogan con estas huellas; lo cual imprime de sentidos y significados a dichas ideas. De esta forma, lo que los profesores manifestaron puede ser considerado como una construcción que se desarrolla en la dimensión de su vida cotidiana (Lave, 1991), particularmente de la escolar.

Las ideas de los profesores aquí reportadas ponen en evidencia lo expuesto por Lave (1996), quien sostiene que los sujetos generan y construyen una serie de conocimientos dentro de las prácticas sociales y culturales en las que se desenvuelven, y en las que establecen interacciones con otros sujetos. En el caso de los profesores, sus ideas estuvieron fuertemente ancladas a sus prácticas de enseñanza, a su quehacer cotidiano dentro del contexto escolar. Al mismo tiempo, en

las ideas de los profesores se hizo presente la referencia a sus alumnos, principales actores con los que configuran sus prácticas de enseñanza.

La adopción de una perspectiva situada para dar cuenta de las ideas de los profesores permitió identificar y entender cómo se expresan en determinadas situaciones pedagógicas (p. e. el TpP). En este sentido, comparto la postura de Windschitl (2002; 2004) de que es en estas situaciones donde se dan las expresiones más significativas, y en donde se puede denotar su verdadero potencial y sus posibles limitaciones. Con respecto a la investigación científica, también comparto con Windschitl la postura de que las ideas de los profesores sobre esta noción están determinadas únicamente dentro de su contexto y que, en consecuencia, no pueden ser estudiadas de forma aislada sin prestar atención a su relevancia pedagógica.

Es importante señalar que las ideas de los profesores que aquí se describieron no agotan el tema, y se restringen a lo que fue posible abordar en las entrevistas iniciales. La investigación científica profesional y escolar son planos que se traslapan en el pensamiento de los profesores, lo cual hace mucho más compleja su separación. No obstante, el análisis realizado sobre el pensamiento de los profesores se trata de un intento por superar, por un lado, las limitaciones de algunos instrumentos para dar cuenta de su repertorio de conocimientos (Guerra, 2011) y, por el otro, la complejidad de acercarse al aula sin tener claridad del espectro de ideas que despliegan los profesores en relación a una noción.

Implicaciones del estudio

En el contexto del trabajo por proyectos en ciencias, el estudio aquí reportado aporta información valiosa sobre actividades asociadas a la investigación en el aula construidas y configuradas por profesores y alumnos en contextos naturales de aula, algunas más elaboradas que otras. También aporta información respecto a lo que significa, desde la perspectiva de los profesores, investigar en el aula de ciencias.

Aunque el estudio nunca tuvo como propósito construir una propuesta para la enseñanza de las ciencias en secundaria, los datos anteriores ilustran la intensa actividad docente. En este sentido, bien pueden contribuir a mejorar las prácticas de enseñanza, pues los mejores ejemplos se encuentran en ellas mismas. Con todas las limitaciones y prevenciones necesarias, el contenido del estudio puede contribuir al

desarrollo curricular y a la formación de los profesores, particularmente en aspectos asociados a la enseñanza de las ciencias basada en la investigación.

Todo esfuerzo curricular por incorporar aspectos de la práctica de la investigación en los contextos escolares requiere de una claridad en cuanto al significado de investigar, tanto en los espacios profesionales como en los de la escuela, así como en las distintas disciplinas científicas. Lo anterior implica, entonces, precisar y detallar lo que es el mundo de las ciencias, sus métodos, procesos, valores y cómo es que los científicos trabajan y comunican sus resultados. En la expresión de intenciones se requiere de una mejor definición de los objetivos de aprendizaje asociados a la práctica de la investigación. Cuando se hacen esfuerzos por proveer a los alumnos de una oportunidad para introducirse al mundo de las ciencias, es importante reconocer las diferencias metodológicas y procedimentales entre las disciplinas científicas y presentar una actividad científica más multifacética que resalte, precisamente, que es una actividad humana e interesante con un importante papel para la sociedad.

En la fundamentación de la propuesta del trabajo por proyectos sería conveniente ampliar la información respecto a la naturaleza de este tipo de trabajos prácticos, su finalidad con respecto a la formación científica, los aspectos metodológicos que implican, las formas en que pueden ser evaluados y su relación con aspectos epistemológicos de las disciplinas científicas. También sería conveniente que la propuesta comunique la idea de que la actividad científica es una labor que involucra una variedad de formas de hacer y de actuar, las cuales están en función de los contextos, situaciones y/o problemas en que se genera dicha actividad.

Los programas de estudio podrían incorporar y detallar sugerencias de proyectos que sitúen a los alumnos como protagonistas de su propio aprendizaje y que otorguen una importancia equilibrada a contenidos conceptuales, procedimentales y afectivos, así como a aspectos específicos de la naturaleza de la ciencia. Estas sugerencias de proyecto habrían de caracterizarse por ser cognitivamente desafiantes y emocionalmente interesantes para los alumnos, y estar relacionadas con las inquietudes de estos. Al promover la interdisciplinariedad en las experiencias de proyecto hay que tratar de evitar que éstas sean similares a las sugeridas en otras disciplinas. El planteamiento de estas experiencias bien podría tomar partido de aquellas que han sido exitosas en las prácticas cotidianas de los profesores de ciencias.

Establecer una propuesta curricular coherente y congruente con la enseñanza basada en la investigación hace necesario que las experiencias de proyecto propuestas por los libros de texto persigan diversos objetivos asociados a la didáctica de las ciencias: identificación de ideas previas, cambio conceptual, construcción de modelos científicos, argumentación científica, etc. (Martínez y García, 2003). Estas experiencias tendrían que demandar de los alumnos auténticas actividades de indagación relacionadas con el cuestionamiento, planeación, desarrollo, experimentación, elaboración de evidencias y explicaciones, escepticismo, comunicación de resultados, etc. (Al-Naqbi, 2010; De Pro, 1998; Lee, et. al., 2006; Tamir y García, 1992)

Es importante, además, que estas propuestas den oportunidad a los alumnos de explicitar, movilizar y construir ideas acerca de qué es la ciencia, cómo se elabora, cómo se valida el conocimiento, cómo se comunica, cómo se relaciona con la sociedad, etc. Las experiencias han de precisar –con base en las categorías sugeridas por el programa de estudios– el tipo de proyecto que proponen y presentar, al menos, una para cada tipo; así como señalar claramente las etapas o fases de realización.

Ahora bien, durante el trabajo de campo en el que se fundamentó el estudio, fue común que los profesores participantes hicieran alusión a la necesidad de una formación que los apoyara a enseñar un currículum amplio y demandante y que, con respecto al trabajo por proyectos, les permitiera hacer frente a emprender e innovar en la incertidumbre. Estamos nuevamente frente al caso de que la formación docente está rezaga en relación con la reforma curricular.

Si con la introducción de trabajos por proyectos se pretende mejorar la enseñanza de las ciencias, es necesario que también se replantee la formación de los profesores de manera integral. La conceptualización de la práctica de enseñar ciencias que he elaborado en este estudio tiene importantes consecuencias para el proceso de formación docente. Al mirar la enseñanza de las ciencias como una práctica realizada por sujetos particulares, en condiciones contextuales, materiales e históricas particulares, la formación docente se aborda de distinta manera. Sin pretender agotar el tema, llamaré ahora la atención sobre algunas ideas propositivas para la formación docente.

La formación docente ha de dejar de asumir que las necesidades de formación son las mismas para todos los profesores; si esto se reconoce podemos caer en una simplificación de la diversidad de conocimientos, saberes y habilidades que

cotidianamente han construido los docentes, así como hacer a un lado los variados y ricos contextos de su acción. Las tareas encaminadas a la formación docente podrían integrar los conocimientos y prácticas que los profesores poseen y que son fruto de su historia como sujetos enteros. Para mejorar las prácticas de los profesores a través de la incorporación de recomendaciones pedagógicas se podría echar mano de una reflexión situada en su práctica que, a su vez, sea compartida entre y con los suyos.

Enseñar la ciencia como un proceso de investigación conlleva que los profesores, de manera implícita o explícita, transmitan a sus alumnos mensajes sobre el mundo de las ciencias, sus actores, valores, actividades, etc. Si concedemos razón a que la construcción de estos mensajes se basan en las percepciones que los maestros desarrollan en sus propias experiencias educativas y profesionales, la formación docente, como aquí se concibe, podría apoyar también la construcción de estos. Como han documentado algunos estudios (Windschitl, 2002), una vía privilegiada para lograr lo anterior es promover que los profesores participen y se impliquen en genuinas prácticas de investigación.

En estas prácticas se podrían incorporar ejemplos concretos y variados de experiencias de investigación que sean posibles de realizar en el aula de ciencias y que estén relacionados con temas y propósitos curriculares. Al mismo tiempo, estas prácticas podrían fortalecer en los profesores la confianza de que poseen una base de conocimientos, saberes y habilidades pedagógicas y discursivas fruto de su historia como sujetos. Que los propios profesores se vean implicados en prácticas de investigación escolar puede ser un espacio para que hagan explícitas sus ideas y actitudes respecto a la ciencia y el aprendizaje, para que las confronten y, de ser el caso, construyan ideas más elaboradas.

Comúnmente desde la formación docente se espera que los profesores de ciencias tengan y adquieran cierto grado de conocimientos y un amplio repertorio de actividades y estrategias de enseñanza. Sin embargo, la formación docente ha de reconocer que los profesores hacen frente a múltiples retos y zonas de incertidumbre que la práctica de enseñar les plantea, y que ésta obedece a dimensiones que determinan la vida cotidiana escolar. Por lo tanto en los procesos de formación docente se ha de concebir a los profesores no como simples técnicos que siguen y ejecutan instrucciones, sino como profesionales e intelectuales que aprenden en y desde su práctica. Esto significa proporcionarles la mejor preparación posible y un apoyo sólido y sostenido en su aprendizaje permanente.

Reflexiones en torno a la metodología y forma de abordar el estudio.

En este apartado desarrollo algunas cuestiones relacionadas con las limitaciones de la estrategia metodológica en la que se basó el estudio, y que bien podrían considerarse en futuros trabajos de investigación. Estas cuestiones son fruto de un proceso de reflexión sobre el propio proceso de investigación, alguien más bien podría detectar algunas otras limitantes metodológicas.

Una de las principales críticas que se le podrían hacer al estudio es que la representatividad de los datos y resultados es limitada, pues como recordaremos sólo se ciñe al caso de tres profesores. Algunos autores (p.e. Flores-Camacho, 2012) han planteado la necesidad de que los estudios que abordan las prácticas y el pensamiento de los profesores lo hagan con poblaciones mayores, en distintas condiciones y contextos y con características de los profesores mejor tipificadas; esto como una forma de obtener parámetros que permitan comparar y replicar datos o instrumentos. Si bien este tipo de recomendaciones son valiosas para esta línea de indagación, un conocimiento amplio y profundo sobre los procesos que los profesores llevan a cabo en el aula y los conocimientos que subyacen en ellos es posible con estudios situados y contextualizados que desarrollen una teoría coherente con lo que se observa que ocurre en las aulas, y que obtengan la perspectiva y puntos de vista de los sujetos involucrados. En este caso, la representatividad está planteada no en la generalidad de los datos, sino al interior de los mismos casos estudiados.

Las observaciones de clase para indagar la práctica de los profesores bien pudieron ser videograbadas; esto, y por experiencia previa (Blancas, 2010), para recuperar y regresar a las situaciones de interés cuantas veces fuera necesario. Sin embargo, es importante reconocer que, la presencia de un observador ajeno al aula ya influye o rompe de cierta forma la dinámica, colocar un equipo de grabación puede irrumpir aún más la naturalidad de lo que ahí ocurre. Las audiograbaciones fueron de mucha ayuda y apoyo para recuperar las interacciones en el aula. El valor de las videograbaciones de clase puede ir más allá; estas pueden permitir que los profesores analicen y reflexionen sobre su propia práctica, que se den cuenta de sus acciones y las de sus alumnos y que emitan explicaciones mucho más detalladas y ricas acerca de lo ocurrido en el aula. Estos registros también podrían conjuntar una especie de videoteca de la práctica docente que sirva en los procesos de formación docente.

La forma de indagar la práctica de los profesores puede criticarse por la poca caracterización de lo observado con respecto a enfoques teóricos sobre la ciencia o el aprendizaje. Algunos estudios dan cuenta de la práctica docente desde perspectivas sobre la ciencia (p.e. Duschl y Wrigth, 1989), pedagógicas (p.e. Fernandez, et. al. 2009) o desde visiones que combinan aspectos de la ciencia y el aprendizaje (p.e. Rodríguez y López, 2006). Estos estudios, al emplear de manera a priori categorías descriptivas, tienen la ventaja de dar claridad sobre qué enfoque de ciencia o aprendizaje predomina más en la práctica o de señalar puntualmente en qué categorías hay que poner mayor acento. Lo reportado en el estudio es limitado en este sentido.

La observación no partió de categorías analíticas –en forma de indicadores o descriptores– asociadas a algún enfoque teórico; más bien de reconocer que la capacidad de una caracterización previa puede ser limitada ante la compleja dinámica del aula. Lo observado en el aula de cada profesor representa experiencias, situaciones e interacciones particulares. Frente a esta complejidad y particularidad se tornó relevante dividir las observaciones de clase en “episodios”. La identificación de episodios permitió mostrar la actividad conjunta de profesores y alumnos en el aula y una mayor focalización, caracterización y descripción de lo ocurrido a partir de la propia actividad. Estos episodios pueden ser el primer paso para obtener categorías analíticas sobre la práctica docente que estén más próximas a los contextos de aula reales.

Por otro lado, para dar cuenta del pensamiento de los profesores se pudo haber recurrido no sólo a entrevistas semiestructuradas. Previo a éstas, se pudo haber recurrido a la aplicación de un cuestionario que incluyera el planteamiento y descripción de escenarios hipotéticos relacionados con el trabajo por proyectos o con la investigación en el aula de ciencias, tal como lo sugieren Guerra (2006) y Guerra, Ryder y Leach (2010). La información obtenida mediante el cuestionario se pudo haber ampliado de manera mucho más detallada, directa y puntual a través de una entrevista.

Las entrevistas fueron la forma en que inició el trabajo de campo; esto trajo como consecuencia interacciones diferentes con cada profesor, posiblemente influidas por los niveles de empatía o confianza establecidos con cada uno. Si bien las entrevistas exploraron aspectos de interés a través de preguntas semiestructuradas, las respuestas de los profesores fueron ilustradas mediante diversos temas y variaron en extensión, claridad y elaboración. Esto derivó en la dificultad de obtener categorías comunes y recurrentes en los tres casos. Es probable, además, que las respuestas de los profesores hayan estado influidas por la idea de un deber de la enseñanza, y que

expresaron como algo que yo debería saber. Aún así es digno reconocer el esfuerzo de los profesores por dar respuesta a preguntas que, de entrada, parecerían una evaluación de lo que saben o no saben hacer.

La forma de abordar el pensamiento de los profesores también puede ser criticada en el mismo sentido que el de la práctica. Las ideas de los profesores y los rasgos atribuidos a ciertos aspectos no están caracterizadas con respecto a enfoques o posicionamientos teóricos. La tendencia de los estudios en esta línea de indagación es comparar las respuestas de los profesores –obtenidas mediante diversas pruebas y tests con formatos y sistemas de calificación diversos– con categorías provenientes de diversos enfoques epistemológicos o de aprendizaje (Guerra, 2011). Algunos estudios, incluso, se han dado a la valiosa tarea de establecer *perfiles conceptuales* de carácter epistemológico como una forma de delinear el pensamiento de los profesores (p.e. Flores, Gallegos y Reyes, 2007; Flores, et. al. 2007). Lo reportado en el estudio con respecto al pensamiento de los profesores es limitado en este sentido.

La aproximación al pensamiento de los profesores partió de reconocer que este tipo de estudios ha impedido la posibilidad de obtener descripciones densas y ricas sobre lo que verdaderamente piensan o conceptualizan. También que han dejado de lado aspectos con relevancia pedagógica por dedicarse a explorar nociones de perspectivas teóricas que muy pocas veces tienen contacto con lo que ocurre en el aula (Guerra, 2011). Teniendo en cuenta estas limitaciones, la entrevista contextualizada en situaciones cercanas a las prácticas de enseñanza se planteó como una opción para acercarse de manera directa al repertorio de ideas de los maestros. Sin embargo, es importante continuar con el diseño, aplicación y evaluación de instrumentos cualitativos para avanzar en esta línea de indagación.

Un aspecto que podría incorporarse a la estrategia metodológica, y por tanto de análisis, serían las planeaciones de clase de los docentes con respecto a un tema o tópico de enseñanza. La planeación es una actividad intrínseca a la práctica docente, en ella los maestros ponen en juego, entre otras cosas, sus conocimientos disciplinarios, curriculares y pedagógicos, y concretan sus ideas e intenciones educativas. La planeación de la enseñanza es entonces un espacio que también vale la pena explorar metodológicamente.

Finalmente, vale la pena reconocer la importancia de un proceso de triangulación de diferentes fuentes de información y construcción de datos, esto como

una vía privilegiada para facilitar una mayor y profunda comprensión e interpretación, ya sea de la práctica o del pensamiento de los profesores.

Hacia futuros caminos de indagación

Después de mi propia experiencia en la realización del estudio presentado en esta tesis, de los resultados obtenidos y de la mirada reflexiva sobre el diseño metodológico y analítico, me surgen más preguntas que se podrían profundizar en futuros estudios. Sin agotar los aspectos a profundizar, llamaré ahora la atención sobre ellos.

Como recordaremos, las experiencias de proyecto observadas fueron las correspondientes al primer bloque de contenidos. En este sentido, valdría la pena realizar estudios que describan y analicen las experiencias de proyecto que un profesor, con su mismo grupo, realiza durante todo un ciclo escolar. Estudios de este tipo quizás puedan mostrar la amplia variedad de actividades y sentidos relacionados con la investigación en el aula de ciencias. También podrían mostrar, en un mismo profesor, experiencias de proyecto más elaboradas que otras, cómo evoluciona la participación y compromiso del profesor y sus alumnos a lo largo de estas experiencias, etc.

El estudio presentado en esta tesis estuvo centrado en las prácticas de enseñanza; sin embargo estas se ven configuradas, entre otros elementos del contexto escolar, por los alumnos y las interacciones que establecen con el profesor y entre ellos mismos. Un aspecto a profundizar en futuras investigaciones podría ser el papel de los alumnos en la realización de los proyectos: qué conocimientos despliegan, cómo trabajan en equipo, cómo reelaboran las actividades propuestas por el profesor o el libro de texto, qué negociaciones hay al interior de los equipos, qué significa para ellos investigar, qué limitaciones tienen para realizar esta práctica, qué aprenden respecto a la investigación al realizar un proyecto, etc.

El libro de texto, aunque no el único, es un referente para que profesores y alumnos realicen un proyecto y con ello se impliquen en actividades de investigación en el aula. En este sentido, otro aspecto a estudiar lo constituyen las propuestas de proyecto de los libros de texto para las asignaturas de ciencias en secundaria: qué imágenes respecto a la investigación transmiten, qué objetivos persiguen las actividades, qué contenidos conceptuales, procedimentales, actitudinales y respecto a la naturaleza de la ciencia promueven, etc. En este caso, se trata de análisis

sistemáticos sobre el contenido y la naturaleza de las propuestas didácticas de los libros de texto que contrarresten la percepción de ver a éstos como fuentes incuestionables de conocimientos y de información pedagógica.

Con respecto al trabajo por proyectos y su incorporación a la propuesta curricular valdría la pena preguntarse, de manera general, qué posibilidad tienen de convertirse en una estrategia didáctica valiosa en la enseñanza de las ciencias, cuál es su estado actual y qué propuestas se han generado o se pueden generar para su enriquecimiento, etc. También sería interesante que futuros estudios se preguntaran en qué medida están presentes, tanto en las prácticas de enseñanza como en la propuesta curricular, otras actividades de indagación a la par que los proyectos y cómo compiten o se complementan con estos. Un aspecto relevante a estudiar en la realización de proyectos en las aulas de ciencias serían las competencias científicas que, verdaderamente, los alumnos desarrollan a través de ellos.

Finalmente, si el trabajo por proyectos se concibe como una vía privilegiada para la configuración de una ciencia escolar, se podría abrir una línea de estudio que se pregunte, por ejemplo, cómo en estos espacios de actividad escolar se comunican lo que son las prácticas y principios de la ciencias, las imágenes de científico que se transmiten, cómo se retoman las prácticas científicas en las prácticas científicas escolares, etc.

Reconozco que he comentado distintos aspectos a profundizar en futuros estudios respecto a la enseñanza de las ciencias a través de la investigación y el trabajo por proyectos, los cuales podrían ser ubicados en particulares líneas de análisis dentro del campo de la 'Educación en Ciencias'. Mi intención, con esto, es llamar la atención sobre una serie de temas que han sido poco explorados en los niveles básicos de educación de nuestro país.

Ojalá que mi estudio presentado en esta tesis –con todas las limitaciones y deficiencias que en él puedan encontrarse– despierte inquietudes de indagación de quienes se inician en la actividad de investigar la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales, así como de quienes profesionalmente se dedican a dicha labor. Espero haber logrado mostrar que *enseñar ciencias* es una actividad humana en constante construcción, fruto del acceso a distintos conocimientos y saberes desplegados en la interacción con diversos sujetos en variados contextos, cuya razón de ser radica en la intención deliberada de ayudar a otros a apropiarse de una forma de ver el mundo y de relacionarse con él.

- Abd-El-Khalick, Fouad; BouJaoude, Saouma; Duschl, Richard; Lederman, Norman; Mamlok-Naaman, Rachel; Hofstein, Avi; Niaz, Mansoor; Treagust, David & Tuan, Hsiao-Lin (2004) "Inquiry in Science Education: International perspectives", *Science Education*, 88(3): 397-419.
- Alake-Tuenter, Ester; Biemans, Harm; Tobi, Hilde; Wals, Arjen; Oosterheert, Ida & Mulder, Martin (2012) "Inquiry-Based Science Education Competencies of Primary School Teachers: A literature study and critical review of the American National Science Education Standards", *International Journal of Science Education*, 34 (17): 1-32.
- Al-Naqbi, Ali (2010) "The Degree to Which UAE Primary Science Workbooks Promote Scientific Inquiry", *Research in Science & Technological Education*, 28 (3): 227-247.
- Anderson, Ronald (2002) "Reforming Science Teaching: What Research Says About Inquiry", *Journal of Science Teacher Education*, 13 (1): 1-12.
- Anderson, Ronald (2007) "Inquiry as an Organizing Theme for Science Curricula", en Sandra Abell & Norman Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education*, LEA, USA, pp. 807-830.
- Apple, Michael (1989) "El control del trabajo de los maestros", en *Maestros y textos*, Barcelona, Paidós.
- Area, Manuel (2006) "Hablemos más de métodos de enseñanza y menos de máquinas digitales: los proyectos de trabajo a través de la WWW", *Kikiriki. Cooperación educativa*, Nº 79: 26-32.
- Ash, Doris & Kluger-Bell, Barry (1999) "Identifying Inquiry in the K-5 Classroom", en *Inquiry Thoughts, Views, and Strategies for the K-5 Classroom*, Division of Elementary, Secondary and Informal Education, Directorate for Education and Human Resources, National Science Foundation, pp. 79-85.
- Bajtín, Mijail (1982) *Estética de la creación verbal*, México, Edit. Siglo XXI.
- Bajtín, Mijail (1989) *Teoría y estética de la novela*, Madrid, Edit. Taurus.
- Barberá, Oscar y Valdés, Pablo (1996) "El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión", *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (3): 365-379.
- Barrow, Lloyd (2006) "A Brief History of Inquiry: From Dewey to Standards", *Journal of Science Teacher Education*, 17 (3): 265-278.
- Bautista, Antonio (1994) *Las nuevas tecnologías en la capacitación docente*, Madrid, Aprendizaje Visor.
- Bell, Randy; Blair, Lesley; Crawford, Barbara & Lederman, Norman (2003) "Just Do It? Impact of a Science Apprenticeship Program on High School Students' Understandings of the Nature of Science and Scientific Inquiry", *Journal of Research in Science Teaching*, 40 (5): 487-509.
- Bell, Randy; Smetana, Lara & Binns, Ian (2005) "Simplifying Inquiry Instruction: Assessing the Inquiry Level of Classroom Activities", *The Science Teacher*, 72(7): 30-33.

- Ben-David, Adi & Zohar, Anat (2009) "Contribution of meta-strategic knowledge to scientific inquiry learning", *International Journal of Science Education*, 31 (12): 1657-1682.
- Blancas, José Luis (2010) "La práctica docente en ambientes tecnológicos para la enseñanza de las ciencias experimentales, a partir de las concepciones de los profesores sobre ciencia aprendizaje y TIC", Tesis de licenciatura, México, UPN.
- Blancas, José Luis y Rodríguez, Diana (2011) "¡La tecnología entra a clase de biología! Articulación entre concepciones y práctica de un profesor de secundaria", *Memorias electrónicas del XI Congreso Nacional de Investigación Educativa*. México, COMIE.
- Blancas, José Luis y Rodríguez, Diana (2012) "Usos de la tecnología en la práctica de enseñar ciencias. El caso de una maestra de biología", ponencia presentada en el *I Congreso Latinoamericano de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales y de las Matemáticas*. Santiago de Chile, Chile. 18-20 julio.
- Borre, Egil (1996) *Libros de texto en el calidoscopio*, Barcelona, Pomares-Corredor.
- Brown, John; Collins, Allan & Duguid, Paul (1989) "Situating Cognition and the Culture of Learning", *Educational Researcher*, 18(1): 32-42.
- Bruck, Laura; Lowery, Stacey & Towns, Marcy (2002) "Characterizing the Level of Inquiry in the Undergraduate Laboratory", *Research and Teaching*, 38 (1): 52-58.
- Bybee, Rodger (2000) "Teaching Science as Inquiry" en Jim Minstrell and Emily van Zee (eds.), *Inquiring into Inquiry Learning and Teaching in Science*, AAAS Project 2061, pp. 20-46.
- Bybee, Rodger (2004) "Scientific Inquiry and Science Teaching" en Flick, L. & Lederman N. (eds.) *Scientific inquiry and nature of science: Implications for teaching, learning, and teacher education*, Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, pp. 1-14.
- Caamaño, Antonio (2003), "Los trabajos prácticos en ciencias", en María Pilar Jiménez, (Coord.) *Enseñar ciencias*, España, Edit. Grao, pp. 95-118.
- Campanario, Juan Miguel y Moya, Aida (1999) "¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas", *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (2): 179-192.
- Cañal, Pedro; Travé, Gabriel y Pozuelos, Francisco (2011) "Análisis de los obstáculos y dificultades de profesores y estudiantes en la utilización de enfoques de investigación escolar", *Investigación en la Escuela*, 73: 5-26.
- Candela, Antonia (1991) "Argumentación y conocimiento escolar", *Infancia y aprendizaje*, 55: 13-28.
- Candela, Antonia (1999) *Ciencia en el aula: Los alumnos entre la argumentación y el consenso*, México, Editorial Paidós.
- Candela, Antonia (2006) "Comentarios a los programas de Ciencias I, II y III en el marco de la RES", *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11 (31): 1451-1462.
- Candela, Antonia; Rockwell, Elsie y Coll, César (2009) "¿Qué demonios pasa en las aulas? La investigación cualitativa del aula", CPU-e, Revista de Investigación Educativa, Número 8. <http://www.uv.mx/cpue/num8/contenido.html> (20 de marzo de 2013).
- Castrillón, Carolina (2007) "Trabajo por proyectos. Una experiencia significativa", *Revista Docencia Universitaria*, 8 (1): 177-178.
- Cazden, Courtney (1991) *El discurso en el aula: el lenguaje de la enseñanza y del aprendizaje*, España, Editorial Paidós.
- Chamizo, Jose Antonio (2010) *Ciencias 3. Química*, 2ª ed., México, Esfinge.

- Chartier, Anne-Marie (2004) *Enseñar a leer y escribir. Una aproximación histórica*, México, Fondo de Cultura Económica (FCE).
- Chartier, Roger (1995) *Sociedad y escritura en la edad moderna*, México, Instituto Mora.
- Chartier, Roger (1999) *El mundo como representación*, Barcelona, Gedisa.
- Chartier, Roger (2007) *La historia o la lectura del tiempo*, Madrid: Gedisa.
- Chevallard, Yves (1997) *La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado*, Buenos Aires, Editorial Aique.
- Chiappetta, Eugene & Adams, April (2004) "Inquiry-based instruction: Understanding how content and process go hand-in-hand with school science", *The Science Teacher*, 71(2): 46-50.
- Coll, Cesar (2004) "Psicología de la educación y prácticas educativas mediadas por las tecnologías de la información y la comunicación", *Sinéctica*, 25: 1-24.
- Coll, César (2010) *Psicología y curriculum*, México. Paidós.
- Coll, Cesar y Solé, Isabel (2001) "Enseñar y aprender en el contexto del aula" en César Coll, Jesús Palacios y Álvaro Marchesi (Comp.) *Desarrollo psicológico y educación. Vol. 2*, Madrid, Alianza Editorial, pp. 357-386.
- Collins, Angelo (1998) "National Science Education Standards: A Political Document", *Journal of Research in Science Teaching*, 35 (7): 711-727.
- Colomina, Rosa, Onrubia, Javier y Rochera, María (2001) "Interactividad, mecanismos de influencia educativa y construcción del conocimiento en el aula" en César Coll, Jesús Palacios y Álvaro Marchesi (Comp.) *Desarrollo psicológico y educación. Vol. 2*, Madrid, Alianza Editorial, pp. 437-549.
- Crawford, Barbara (2000) "Embracing the Essence of Inquiry: New Roles for Science Teachers", *Journal of Research in Science Teaching*, 37 (9): 916-937.
- Cuervo, Alfonso (2009) *Ciencias 2. Física*, México, Oxford University Press.
- Cuevas, Peggy; Lee, Okhee; Hart, Juliet & Deaktor, Rachael (2005) "Improving Science Inquiry with Elementary Students of Diverse Backgrounds", *Journal of Research in Science Teaching*, 42 (3): 337-357.
- De Certeau, Michel (1996) *La invención de lo cotidiano. Artes de hacer*, México, Universidad Iberoamericana.
- De Pro, Antonio (1998) "¿Se pueden enseñar contenidos procedimentales en las clases de ciencias?", *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (1): 21-41.
- DeBoer, George (1991) *History of ideas in science education implications for practice*. New York: Teachers College Press.
- Del Carmen, Luis (2000) "Los trabajos prácticos" en Francisco Perales y Pedro Cañal (Coord.). *Didáctica de las ciencias experimentales: teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*, España, Editorial Marfil Alcoy, pp. 267-288.
- Dewey, John (1995) "Science as Subject-Matter and as Method", *Science & Education*, 4 (4): 391-398.
- Dewey, John (2004) *Experiencia y educación*, Madrid, Edit. Biblioteca Nueva.
- Díaz, Joaquín y Jiménez, María (1999) "Aprender ciencias, hacer ciencias: resolver problemas en clase", *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, núm. 20: 9-16.
- Díaz, Mónica (2001) "Estrategias de enseñanza en la escuela secundaria. Un estudio etnográfico", Tesis DIE núm. 33, México, DIE-CINVESTAV.
- Díaz-Barriga, Frida (2006) *Enseñanza situada. Vínculo entre la escuela y la vida*, México, Edit. McGrawHill.
- Dorio, Imma; Sabariego, Marta y Massot, Inés (2004) "Características generales de la metodología cualitativa" en Rafael Bisquerra (coord.) *Metodología de la investigación educativa*, Madrid, La Muralla, pp. 275-279.

- Driver, Rosalind; Guesne, Edith y Tiberghien, Andrée (1989) *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*, Madrid, Ediciones Morata.
- Duit, Reinders (2006) "La investigación sobre enseñanza de las ciencias: un requisito imprescindible para mejorar la práctica educativa", *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11 (30): 741-770.
- Duschl, Richard & Hamilton (1998) "Conceptual Change in Science and in the learning of Science" en Barry Fraser & Kenneth Tobin (Eds) *International Handbook of Science Education*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, pp 1047-1065.
- Duschl, Richard & Wright, Emmet (1989) "A Case Study of High School Teachers' Decision Making Models for Planning and Teaching Science", *Journal of Research in Science Teaching*, 26 (6): 467-501.
- Duschl, Richard (1997) *Renovar la enseñanza de las ciencias. Importancia de las teorías y su desarrollo*, Madrid, Narcea.
- Duschl, Richard. & Grandy, Richard (Eds.) (2008) *Teaching Scientific Inquiry: Recommendations for Research and Implementation*. Rotterdam Netherlands, Sense Publishers.
- Echeverría, Javier (2002) *Ciencia y valores*, Barcelona, Destino.
- Edwards, Derek y Mercer, Neil (1987) *El conocimiento compartido. El desarrollo de la comprensión en el aula*, Barcelona, Editorial Paidós.
- Elkana, Yehuda (1983) "La ciencia como sistema cultural: una aproximación antropológica", *Boletín de la Sociedad Colombiana De Epistemología*. Vol. III: 65-80.
- Erickson, Frederick (1989) "Métodos cualitativos en investigación de la enseñanza", en Merlin Wittrock (comp.) *La investigación de la enseñanza II. Métodos cualitativos y de observación*, Barcelona, Paidós, pp. 195-301.
- Erickson, Frederick (1998) "Qualitative Research Methods for Science Education" en B. Fraser & K. Tobin (eds.) *International Handbook of Science Education*, Kluwer Academic Publisher. London, pp. 1175-1189.
- Ernest, Paul (1995) "The one and the many" en L. P Steffe & J. Gale (Eds.) *Constructivism in Education*, Hillsdale, New Jersey, Erlbaum, pp. 459-486.
- Espinosa, Epifanio (2007) "Los maestros y la apropiación de nuevas propuestas pedagógicas. Estudio etnográfico de la incorporación de una reforma para la alfabetización inicial en la primaria", Tesis doctoral, México, DIE-CINVESTAV.
- Ezpeleta, Justa (2004) "Innovaciones educativas. Reflexiones sobre los contextos en su implementación", *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 9 (21): 403-424.
- Fernández, María; Tuset, Ana; Pérez, Ricardo y Leyva, Ana (2009) "Concepciones de los maestros sobre la enseñanza y el aprendizaje y sus prácticas educativas en clases de ciencias naturales", *Enseñanza de las Ciencias*, 27 (2): 287-298.
- Fisher, Kathleen (2000) "Inquiry Teaching in Biology" en Jim Minstrell & Emily van Zee (Edit.) *Inquiring into Inquiry Learning and Teaching in Science*, American Association for the Advancement of Science, Washington, DC, pp. 258-280.
- Flick, Lawrence & Lederman, Norman (Eds.) (2004) *Scientific Inquiry and Nature of Science: Implications for Teaching, Learning, and Teacher Education*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Flores, Fernando; Gallegos, Leticia y Reyes, Flor (2007) "Perfiles y orígenes de las concepciones de ciencia de los profesores mexicanos de química", *Perfiles Educativos*, 29 (116): 60-84.
- Flores, Fernando; Gallegos, Leticia; Bonilla, Xochitl; López, Luz y García, Beatriz (2007) "Concepciones sobre la naturaleza de la ciencia de los profesores de

- biología del nivel secundario", *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 12 (32): 359-380.
- Flores-Camacho, Fernando (2012) "Conocimientos, concepciones y formación de los profesores" en Fernando Flores (Coord.) *La enseñanza de la ciencia en la educación básica en México*, México, INEE, pp. 113-128.
- Forbes, Cory & Davis, Elizabeth (2010) "Curriculum Design for Inquiry: Preservice Elementary Teachers' Mobilization, and Adaptation of Science Curriculum Materials", *Journal of Research in Science Teaching*, 47(7): 820-839.
- Fullan, Michael y Hargreaves, Andy (2000) *La escuela que queremos. Los objetivos por los que vale luchar*, México, SEP (Biblioteca para la actualización del maestro).
- Fullan, Michael y Stiegelbauer, Suzanne (1997) *El cambio educativo. Guía de planeación para maestros*, México, Trillas.
- Furió, Carles; Payá, José y Valdés, Pablo (2005) "¿Cuál es el papel del trabajo experimental en la educación científica?" en Daniel Gil y otros (Edits.) *¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años*. OREALC/UNESCO-Santiago de Chile, pp. 81-102.
- Furman, Melina y Zysman, Ariel (2008) *Ciencias naturales: aprender a investigar en la escuela*, 2ª reimp., Buenos Aires, Ediciones Novedades Educativas.
- García, Adriana (2001) "Los usos del libro de texto en la práctica docente cotidiana de tercero y cuarto de primaria: un estudio cualitativo", Tesis DIE-34, México, DIE-CINVESTAV.
- Gil, Daniel y Valdés, Pablo (1995) "Un ejemplo de práctica de laboratorio como actividad investigadora", *Alambique*, 6, 93-102.
- Gil, Daniel y Valdés, Pablo (1996) "La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo", *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (2), pp. 155-163.
- Gilbert, Nigel & Mulkay, Michel (1984) *Opening Pandora's Box: A Sociological Analysis of Scientist's Discourse*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Guerra, María Teresa (2006) "Los científicos y su trabajo en el pensamiento de los maestros de primaria: una aproximación pedagógicamente situada", *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11 (31): 1287-1306.
- Guerra, María Teresa (2011) "Teachers' Ideas About the Nature of Science: A Critical Analysis of Research Approaches and Their Contribution to Pedagogical Practice", *Science & Education*, 21 (5): 631-655.
- Guerra, María Teresa (2012) "El currículo oficial de ciencias para la educación básica y sus reformas recientes: retórica y vicisitudes", en Fernando Flores (Coord.) *La enseñanza de la ciencia en la educación básica en México*, México, INEE, pp. 79-92.
- Guerra, María Teresa y Jiménez, María del Pilar (2011) "¿Qué se necesita para enseñar ciencias?" en Ángel López y María Teresa Guerra (Coord.) *Las Ciencias Naturales en Educación Básica: formación de ciudadanos para el siglo XXI*, México, SEP, pp. 129-157.
- Guerra, María Teresa, Ryder Jim & Leach, John (2010) "Ideas About the Nature of Science in Pedagogically Relevant Contexts: Insights From a Situated Perspective of Primary Teachers' Knowledge", *Science Education*, 94 (2): 282-307.
- Guichot, Virginia (2003) *Democracia, ciudadanía y educación: una mirada crítica sobre la obra pedagógica de John Dewey*, Madrid, Nueva Época.
- Harlen, Wynne (2000) *The Teaching of Science in Primary Schools*, London, David Fulton Publishers.

- Hernández, Óscar (2011) "Procesos de apropiación de tecnologías de la información y la comunicación en profesores de secundaria que imparten la asignatura de Ciencias I (Énfasis en Biología)", Tesis de Maestría, México, DIE-CINVESTAV.
- Hodson, Derek (1992) "In Search of a Meaningful Relationship: an Exploration of Some Issues Relating to Integration in Science and Science Education", *International Journal of Science Education*, 14 (5): 541-566.
- Hodson, Derek (1994) "Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio", *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (3): 299-313.
- Howes, Elaine; Lim, Miyouon & Campos, Jaclyn (2009) "Journeys into Inquiry-Based Elementary Science: Literacy Practices, Questioning and Empirical Study", *Science Education*, 93 (2): 189-217.
- Izquierdo, Mercé (2000) "Fundamentos epistemológicos" en Francisco Perales y Pedro Cañal (Coord.) *Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*, España, Editorial Marfil Alcoy, pp. 35-64.
- Izquierdo, Mercé; Sanmartí, Neus y Espinet, Mariona (1999) "Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales", *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (1): 867-882.
- Jiménez, María y Díaz, Joaquín (2003) "Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas", *Enseñanza de las Ciencias*, 21 (3): 359-370.
- Jiménez, Ramón (2003) "La praxis de la investigación en el aula. Aportaciones desde el desarrollo de experiencias concretas", *Investigación en la escuela*, 50: 69-79.
- Johnson, Carla (2007) "Effective Science Teaching, Professional Development and No Child Left Behind: Barriers, Dilemmas, and Reality", *Journal of Science Teacher Education*, 18 (2): 133-136.
- Katz, Lilian & Chard, Sylvia (2000) *Engaging Children's Minds: The Project Approach*, United States of America, Ablex Publishing Corporation.
- Khan, Samia (2007) "Model-Based Inquiries in Chemistry", *Science Education*, 91 (6): 877-905.
- LaCueva, Aurora (2002) *Ciencia y Tecnología en la escuela*, España, Editorial Popular.
- Latapí, Pablo (Coord.) (1998) *Un siglo de educación en México*, México, FCE.
- Lave, Jean (1991) *La cognición en la práctica*, Barcelona, Paidós.
- Lave, Jane y Wenger, Etienne (2003) *Aprendizaje situado: participación periférica legítima*, México, UNAM.
- Lave, Jean (2001) "La práctica del aprendizaje" en Seth Chaklin y Jean Lave (Comp.) *Estudiar las prácticas. Perspectivas sobre la actividad y contexto*, Buenos Aires, Amorrourtu, pp.15-45.
- Lee, Okhee; Buxton, Cory; Lewis, Scott & LeRoy, Kathryn (2006) "Science Inquiry and Student Diversity: Enhanced Abilities and Continuing Difficulties After an Instructional Intervention", *Journal Of Research In Science Teaching*, 43 (7): 607-636.
- Lee, Okhee; Hart, Juliet; Cuevas, Peggy & Enders, Craig (2004) "Professional Development in Inquiry-Based Science for Elementary Teachers of Diverse Student Groups", *Journal of Research in Science Teaching*, 41 (10): 1021-1043.
- Lemke, Jay (1991) *Aprender a hablar ciencia: lenguaje, aprendizaje y valores*, España, Editorial Paidós.
- Lin, Huann-Shyang; Hong, Zuway-R & Cheng, Ying-Yao (2009) "The Interplay of the Classroom Learning Environment And Inquiry-Based Activities", *International Journal of Science Education*, 31 (8): 1013-1024.

- López, Ángel (Coord.) (2003) "Educación en Ciencias Naturales", en *Saberes científicos, humanísticos y tecnológicos. Tomo I: procesos de enseñanza y aprendizaje*. México. COMIE.
- Luera, Gail & Otto, Charlotte (2005) "Development and Evaluation of an Inquiry-Based Elementary Science Teacher Education Program Reflecting Current Reform Movements", *Journal of Science Teacher Education*, 16 (3): 241-258.
- Lunetta, V.; Hofstein, A. & Clough, M. (2007) "Learning and Teaching in the School Science Laboratory: an Analysis of Research, Theory and Practice" en Sandra Abell & Norman Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education*, LEA, USA, pp. 393-441.
- Martínez, Cristina y García, Susana (2003) "Las actividades de primaria y ESO incluidas en libros escolares. ¿Qué objetivos persiguen? ¿Qué procedimientos enseñan?", *Enseñanza de las Ciencias*, 21 (2): 243-264.
- Martin-Hansen, Lisa (2002) "Defining Inquiry. Exploring the Many Types of Inquiry in the Science Classroom", *The Science Teacher*, 69 (2): 34-37.
- McDonald, Scott & Butler, Nancy (2008) "Enacting Classroom Inquiry: Theorizing Teachers' Conceptions of Science Teaching", *Science Education*, 92 (6): 973-993.
- McNeill, Katherine & Krajcik, Joshep (2008) "Scientific Explanations: Characterizing and Evaluating the Effects of Teachers' Instructional Practices on Student Learning", *Journal of Research in Science Teaching*, 45 (1): 53-78.
- Mercado, Ruth (2002) *Los saberes docentes como construcción social. La enseñanza centrada en los niños*, México, FCE.
- Merino, Cristian; Gómez, Adrianna y Adúriz-Bravo, Agustín (2008) *Área y estrategias de investigación en la didáctica de las ciencias experimentales*. España. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Miles, Matthew & Huberman, Michael (1994) *Qualitative data analysis*, Thousand Oaks, CA., Sage.
- Millar, Robin (2004) "The Role of Practical Work in the Teaching and Learning of Science", Paper presented at High School Science Laboratories: Role and Vision, National Academy of Sciences, Washington D. C.
- Minner, Daphne, Jurist, Levy & Century, Jeanne (2010) "Inquiry-Based Science Instruction. What Is It and Does It Matter? Results from a Research Synthesis Years 1984 to 2002", *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4): 474-496.
- Minstrell, Jim & van Zee, Emily (Edit.) (2000) *Inquiring into Inquiry Learning and Teaching in Science*, American Association for the Advancement of Science, Washington, DC.
- Miranda, Francisco (2010) "La reforma curricular de la educación básica" en Alberto Arnaut y Silvia Giorguli (Coord.) *Los grandes problemas de México. VII Educación*, México, El Colegio de México, pp. 35-60.
- Miranda, Francisco y Reynoso, Rebeca (2006) "La reforma de la educación secundaria en México: elementos para el debate", *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11 (31): 1423-1462.
- Mortimer, Eduardo & Scott, Philip (2003) *Meaning Making in Secondary Science Classrooms*, Maidenhead, Open University Press.
- Mortimer, Eduardo (2001) "Perfil Conceptual: formas de pensar y hablar en las clases de ciencias", *Infancia y Aprendizaje*, 24 (4): 475-490.
- Müeller, Michael & Bentley, Michael (2007). "Beyond the <<decorated landscapes>> of educational reform: Towards landscapes of pluralism in Science Education", *Science Education*, 91 (2), 321-338.

- National Research Council (NRC) (1996) *National Science Education Standards*, Washington, DC, National Academy Press.
- National Research Council (NRC) (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards. A Guide for Teaching and Learning*. Washington, DC: National Academy Press.
- Nespor, Jan (1994) *Knowledge in Motion: Space, Time and Curriculum in Undergraduate Physics and Management*, Nueva York, RoutledgeFalme (Versión traducida al español por Margarita González, documento interno).
- Nespor, Jan (2002) "Aulas, enseñanza y aprendizaje", Ponencia presentada en el Coloquio What in the world happens in classrooms?, Oaxtepec, México.
- Parcerisa, Artur (1996) *Materiales curriculares. Cómo elaborarlos, seleccionarlos y usarlos*, Barcelona, Editorial Graó.
- Perez de Tudela, Jorge (1990) *El pragmatismo americano: acción racional y reconstrucción del sentido*, Madrid, Editorial Cincel.
- Perrenoud, Philippe (2000) "Aprender en la escuela a través de proyectos: ¿Por qué? ¿Cómo?", *Revista Tecnología Educativa*, 14 (3): 311-321.
- Postic Marcel y Ketele Jean-Marie de. (2000) *Observar las situaciones educativas*, Madrid, Edit. Narcea.
- Pozo, Jose Ignacio y Gómez, Miguel (2009) *Aprender y enseñar ciencia*, 6ª edición, Madrid, Ediciones Morata.
- Pozuelos, Francisco y Travé, Gabriel (2004) "Aprender investigando, investigar para aprender: el punto de vista de los futuros docentes", *Investigación en la Escuela*, No. 54: 5-25.
- Putman, Ralph & Borko, Hilda (2000) "What do new views of knowledge and thinking have to say about research on teacher learning?" *Educational Researcher*, 29 (1), 4-15.
- Quiroz, Rafael (1991) "Obstáculos para la apropiación del contenido académico en la escuela secundaria", *Infancia y aprendizaje*, 55: 45-58.
- Quiroz, Rafael (1992) "El tiempo cotidiano en la escuela secundaria", *Nueva Antropología*, 12 (42): 90-100.
- Quiroz, Rafael (1999) "Reforma de la educación secundaria en México: curriculum y prácticas de enseñanza", *Revista Cero en conducta*, (47): 95-112.
- Quiroz, Rafael (2000). "Las condiciones de posibilidad de aprendizaje de los adolescentes en la educación secundaria", Tesis de doctorado, México, DIE-CINVESTAV.
- Rampal, Anita (1999) "Images of Science and Scientists: A Study of School Teachers' Views. I. Characteristics of Scientists", *Science Education*, 76 (4): 415-436.
- Reigosa, Carlos y Jiménez, María (2000) "La cultura científica en la resolución de problemas en el laboratorio", *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (2): 275-284.
- Rocard, Michel; Csermely, Peter; Jorde, Doris; Lenzen, Dieter; Walberg-Henriksson, Harriet; Hemmo, Valerie (2007), *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*, Brussels, European Commission, Directorate General for Research.
- Rockwell, Elsie (1988) "Perspectiva de la investigación cualitativa sobre la práctica docente", *DIDAC*, Núm. 12. UIA, 22-25.
- Rockwell, Elsie (1997) "La dinámica cultural en la escuela" en Amelia Álvarez (ed.), *Hacia un currículum cultural. La vigencia de Vygotski en la educación*, Madrid, Infancia y Aprendizaje, pp. 21-38.
- Rockwell, Elsie (2003) "De huellas, bardas y veredas: una historia cotidiana en la escuela" en Elsie Rockwell y Ruth Mercado, *La escuela, lugar del trabajo docente. Descripciones y debates*, México, DIE-CINVESTAV, pp. 8-52.

- Rockwell, Elsie (2005) "La apropiación, un proceso entre muchos que ocurren en ámbitos escolares" en *Memoria, conocimiento y utopía. Anuario de la Sociedad Mexicana de Historia de la Educación*, Barcelona, Pomares, pp. 28-38.
- Rockwell, Elsie (2007) "Huellas del pasado en culturas escolares", *Revista de Antropología Social*, 16: 175-212.
- Rockwell, Elsie (2009) *La experiencia etnográfica. Historia y cultura en los procesos educativos*, Buenos Aires, Edit. Paidós.
- Rockwell, Elsie y Mercado, Ruth (2003) "La práctica docente y la formación de maestros", en Elsie Rockwell y Ruth Mercado, *La escuela, lugar del trabajo docente. Descripciones y debates*, México, DIE-CINVESTAV, pp. 115-141.
- Rodriguez, Alberto (1997) "The Dangerous Discourse of Invisibility: A Critique of the National Research Council's National Science Education Standards", *Journal of Research in Science Teaching*, 34 (1): 19-37.
- Rodríguez, Diana y López, Ángel (2006) "¿Cómo se articulan las concepciones epistemológicas y de aprendizaje con la práctica docente en el aula? Tres estudios de caso de profesores de secundaria", *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11 (31): 1307-1335.
- Rodríguez, Pedro y Valenzuela, Nora (1998) "Acceso a los libros de texto de secundaria: escenarios para la definición de una política de largo plazo", *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 28 (2): 9-49.
- Roehrig, Gillian; Kruse, Rebeca & Kern, Anne (2007) "Teacher and School Characteristics and Their Influence on Curriculum Implementation", *Journal of Research in Science Teaching*, 44 (7): 883-907.
- Rutherford, James (2008) *Ciencia: conocimiento para todos*. 1ª edición, México-SEP-University Press. Colección RIEB.
- Sandoval, Etelvina (2000) *La trama de la escuela secundaria institución, relaciones y saberes*, México, UPN-Plaza y Valdés.
- Sandoval, Karla (2012) "La interacción en Facebook como potenciadora de procesos educativos informales", Tesis de Maestría. México. UPN.
- Sandoval, Karla y Blancas, José Luis (2011) "Interacción en la apropiación del conocimiento científico en una actividad tecnológicamente mediada" en Francisco Jiménez, y Miriam Orozco (Comp.), *VI Congreso Internacional de Innovación Educativa*, México, IPN, pp. 116-121.
- Sanmartí, Neus (2002) *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*, Madrid, Editorial Síntesis.
- Schneider, Rebeca; Krajcik, Joseph & Blumenfeld, Phyllis (2005) "Enacting Reform-Based Science Materials: The Range of Teacher Enactments in Reform Classrooms", *Journal of Research in Science Teaching*, 42 (3): 283-312.
- Schön, Donald (1992) *La formación de profesionales reflexivos. Hacia un nuevo diseño de la enseñanza y el aprendizaje en las profesiones*, Barcelona, Paidós.
- Schwab, Joseph (1966) *The Teaching of Science*, Cambridge, Harvard, University Press.
- Schwartz, René & Crawford, Barbara (2003) "Authentic Scientific Inquiry as Context for Teaching Nature of Science. Identifying Critical Elements for Success" en Lawrence Flick, & Norman Lederman (Eds.) *Scientific Inquiry and Nature of Science: Implications for Teaching, Learning, and Teacher Education*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, pp. 331-355.
- Schwartz, Renee; Lederman, Norman & Crawford, Barbara (2004) "Developing Views of Nature of Science in an Authentic Context: an Explicit Approach To Bridging The Gap Between Nature of Science and Science Inquiry", *Science Education*, 88 (4): 610-645.

- SEP (2006) *Plan de estudios 2006. Educación básica. Secundaria*, México-SEP.
- SEP (2006a) *Reforma de la Educación Secundaria. Fundamentación Curricular. Ciencias, Educación Básica. Secundaria*, México-SEP.
- SEP (2006b) *Programa de estudio. Asignatura Ciencias*, México-SEP.
- SEP (2007) *Enseñanza de las Ciencias con Tecnología*, Software, México, SEP.
- Stake, Robert (1999) *Investigación con estudio de casos*, Madrid, Morata.
- Tamir, Pinchas y García, P. (1992) "Características de los ejercicios de prácticas de laboratorio incluidos en los libros de texto de Ciencias utilizados en Cataluña", *Enseñanza de las Ciencias*, 10 (1): 3-12.
- Taylor, Steven y Bogdan, Robert (1992) "La entrevista a profundidad", en *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*, Barcelona, Edit. Paidós, pp. 100-132.
- Van Zee, Emily; Hammer, David; Bell, Mary; Roy, Patricia & Peter, Jennifer (2005). "Learning and Teaching Science as Inquiry: A Case Study of Elementary School Teachers' Investigations of Light", *Science Teacher Education*, 89 (6):1007-1042.
- Wallace, Carolyn & Kang, Nam-Hwa (2004) "An Investigation of Experienced Secondary Science Teachers' Beliefs About Inquiry: An Examination of Competing Belief Sets", *Journal of Research in Science Teaching*, 41(9): 936-960.
- Weld, Jeffrey & Funk, Lucas (2005) "'I'm Not the Science Type': Effect of an Inquiry Biology Content Course on Pre-Service Elementary Teachers' Intentions about Teaching Science", *Journal of Science Teacher Education*, 16 (3): 189-204.
- Wenger, Etienne (2001) *Comunidades de práctica. Aprendizaje, significado e identidad*, Barcelona, Paidós.
- Wertsch James (1988) *Vigotski y la formación social de la mente*, Barcelona, Paidós.
- Wertsch, James (1993) *Voces de la mente. Un enfoque sociocultural para el estudio de la acción mediada*, Madrid, Aprendizaje Visor.
- Windschitl, Mark (2002) "Inquiry Projects In Science Teacher Education: What Can Investigative Experiences Reveal About Teacher Thinking And Eventual Classroom Practice?", *Science Education*, 87(1): 112-143.
- Windschitl, Mark (2004) "Folk Theories of 'Inquiry': How Preservice Teachers Reproduce the Discourse and Practices of an Atheoretical Scientific Method", *Journal of Research in Science Teaching*, 41 (5): 481-512.

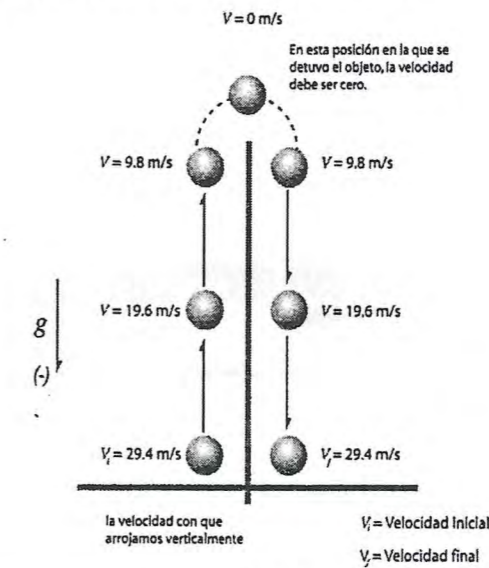
Anexo 1

Proyecto "¿Cómo se propagan y previenen los terremotos?"

Fuente: Cuervo, Alfonso (2009) *Ciencias 2. Física*, México, Oxford University Press, pp. 79-84.

Esta aceleración siempre será positiva dado que la fuerza actúa en la misma dirección y sentido (vertical y hacia abajo) del movimiento.

Observa tu esquema y considera cada segundo que pasa la velocidad aumenta en 9.8 m/s por esa razón se dice que la aceleración es 9.8 m/s².



BIBLIOTECA
"Juan Manuel Gutiérrez-Vázquez"
INVESTIGACIONES EDUCATIVAS
CINVESTAV - IPN

Dado que en este movimiento $a = g = 9.8 \text{ m/s}^2$ no tiene sentido calcular la aceleración pues es algo ya conocido.

Pero sí tiene sentido explorar las otras variables.

Si $a = v_f - v_i / t$ y $a = g$ entonces $g = v_f - v_i / t$

3

Proyecto:
Investigar, imaginar, diseñar y experimentar para explicar o innovar (temas y preguntas opcionales)

¿Cómo se propagan y previenen los terremotos?
(Ámbitos de la vida, del conocimiento científico y de la tecnología)

Resulta indispensable, para abordar este proyecto de investigación, que seamos capaces de responder la pregunta que titula la presente sección. Para lograrlo, debemos conducir nuestra investigación primero con la finalidad de responder otras preguntas fundamentales, por ejemplo: ¿qué son los sismos?, ¿por qué en México debemos

EL ALUMNO

- Elabora explicaciones y predicciones acerca del movimiento de objetos o personas, en términos de velocidad y aceleración.
- Representa e interpreta en tablas de datos y gráficas los datos acerca del movimiento analizado.
- Expresa las unidades de medición y notación adecuadas para reportar velocidades pequeñas y grandes.
- Diseña y realiza una actividad experimental que permita analizar el movimiento.
- Comunica los resultados obtenidos en los proyectos por medios escritos, orales y gráficos.
- Describe la forma en la que la ciencia y la tecnología satisfacen necesidades y han cambiado tanto los estilos de vida como las formas de obtención de información a lo largo de la historia de la ciencia.
- Manifiesta actitudes de responsabilidad y respeto hacia el trabajo individual y en equipo.
- Analiza y discute acerca de diversos instrumentos empleados por distintas culturas para medir el tiempo y la longitud, y explica en qué y cómo se empleaban.



estudiarlos?, ¿qué hemos hecho hasta ahora para estar preparados en caso de una eventualidad? y, sobre todo, ¿qué podemos hacer para mejorar nuestra preparación en materia de sismos?

ACTIVIDAD INDIVIDUAL

¿Has sentido alguna vez un temblor?

1. Pregunta a tus familiares si alguna vez han sentido un temblor. Pídeles que te cuenten su experiencia.
2. Investiga en la biblioteca o en internet lo siguiente:
¿Qué es un sismo? ¿Qué es una zona sísmica? ¿Qué medidas de prevención se deben tomar en caso de sismo?
3. Compara la información que obtuviste con la de tus compañeros.

ANALIZA

Investiga y comenta lo siguiente con tus compañeros y compañeras:

1. Las ondas sísmicas, ¿son longitudinales, transversales o ambas?
2. ¿Se mueven con movimiento rectilíneo uniforme, o bien con uno uniformemente acelerado?
3. ¿Los sismos pueden escucharse y verse? ¿Cómo los percibimos?

La corteza terrestre, la parte superficial y rígida de la Tierra, está compuesta por las llamadas placas tectónicas como si se tratara de un rompecabezas. Estas placas, que cubren grandes áreas de la superficie terrestre, se mueven en diferentes direcciones produciéndose choques entre ellas.

El territorio mexicano se localiza entre cinco placas tectónicas: Cocos, Pacífico, Norteamérica, Caribe y Rivera. Debido al movimiento relativo entre estas placas, nuestro país se encuentra en una de las zonas sísmicas más peligrosas del mundo.

La mayoría de los sismos en México se origina a lo largo de las fronteras entre las placas tectónicas, aunque un número menor se inicia en el interior del territorio, principalmente a lo largo de la faja volcánica, donde se concentra la mayor parte de la población mexicana.

REFLEXIONA

Los terremotos no se pueden prevenir. Sin embargo, podemos mantenernos preparados, esto es, saber qué hacer antes, durante y después del terremoto para salvar nuestras vidas y reducir pérdidas materiales.

PARA SABER MÁS

La fuerza de fricción es la fuerza de contacto que existe entre dos superficies o entre dos medios distintos. Se opone al movimiento y sólo se manifiesta cuando una fuerza externa intenta cambiar el estado de reposo.

En una recopilación que el Sistema Sismológico Nacional realizó entre 1964 y 1995 se determinó que, en promedio, los sismos que se presentan al año y sus magnitudes, según la escala de Richter, son los siguientes:

1. Cien sismos al año con magnitudes mayores o iguales a 4.5
2. Tres sismos al año con magnitudes iguales o mayores a 6.0
3. Un sismo de magnitud igual o mayor a 7.5 cada 5 años

El mayor peligro lo presentan los sismos que ocurren a lo largo de las costas del Pacífico, entre las ciudades de Puerto Vallarta y Tapachula. No sólo se producen con mayor frecuencia, sino que los mayores registrados en México tuvieron su epicentro en estas poblaciones. Estos sismos, que por su cercanía a las costas representan un grave peligro para las poblaciones costeras, también afectan al Valle de México, como se ha constatado durante los grandes sismos de 1911, 1957, 1979 y 1985.

En México se ha tomado conciencia de esta peligrosidad sísmica desde hace muchos años. De hecho, durante el gobierno de Porfirio Díaz se fundó el Servicio Sismológico Nacional (SSN), justamente el 5 de septiembre de 1910.

La "escala Richter", establecida por el Dr. Charles F. Richter, representa la energía sísmica liberada en cada terremoto y se basa en el registro sismográfico.

En la tabla 1.7 te mostramos un historial de los sismos más importantes en el territorio mexicano desde 1985.

Magnitud en escala Richter	Efectos del terremoto
Menos de 3.5	Generalmente no se siente, pero es registrado
3.5-5.4	A menudo se siente, pero sólo causa daños menores
5.5-6.0	Ocasiona daños ligeros a edificios
6.1-6.9	Puede ocasionar daños severos en áreas muy pobladas
7.0-7.9	Terremoto mayor. Causa graves daños
8 o mayor	Gran terremoto. Destrucción total a comunidades cercanas

Escala sísmica de Richter. Mide la intensidad de los sismos.



PARA SABER MÁS

Básicamente son dos las formas en que percibimos el movimiento sísmico bajo nuestros pies: la oscilatoria (temblor oscilatorio) que resulta en un movimiento de vaivén como el del péndulo de un reloj, y la trepidatoria (temblor trepidatorio) que va de arriba abajo como el movimiento brusco que se siente cuando un automóvil se pasa un tope sin detener.

Tabla 1.7
Catálogo de los sismos más fuertes en México desde 1985 (sólo se presentan las magnitudes mayores a 6.5)

Año	Mes	Día	Hora GMT*	Magnitud
1985	9	19	13:17:49	8.1
1985	9	21	01:37:14	7.6
1986	4	30	07:07:19	7
1987	11	24	13:15:59	6.5
1988	6	18	22:49:44	6.6
1988	11	3	14:47:13	6.6
1989	4	25	14:29:03	6.8
1989	8	29	04:16:26	6.5
1993	9	3	12:35:05	6.7
1993	9	10	19:12:57	7.2
1993	10	24	07:52:19	6.6
1994	3	14	20:51:26	6.8
1994	12	10	16:17:40	6.6
1995	6	14	11:11:50	6.5
1995	9	14	14:04:33	7.3
1995	10	9	15:35:54	8
1995	10	21	02:38:58	7.1
1996	2	25	03:08:19	7.1
1996	7	15	21:23:34	6.6
1997	1	11	20:28:26	7.1
1997	5	1	11:37:36	6.9
1997	7	19	14:22:09	6.7
1998	1	10	08:20:06	6.6
1999	6	15	20:42:04	7
1999	9	30	16:31:13	7.4

*GMT (Tiempo Medio de Greenwich) es el tiempo promedio del Observatorio de Greenwich, en Londres. Coloquialmente todavía se le menciona así, pero desde 1972 su sucesor es el UTC (Tiempo Coordinado Universal).

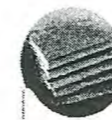
Fuente de tabla: 100 años de sismicidad en México.
<http://tlacaelel.igeofeu.unam.mx/~vladimir/sismos/100%fos.html>
Fecha de consulta: 25 de marzo de 2008

ACTIVIDAD INDIVIDUAL

Analiza los datos de la tabla 1.7 y contesta lo siguiente:

1. ¿Encuentras alguna relación en los años?
2. ¿En qué años se presentan los sismos de mayor magnitud? Subráyalos.
3. ¿Podrías predecir algún sismo con base en estos datos?

Comenta tus observaciones con el grupo.



LECTURA

¿Sabes qué han hecho algunos estudiantes mexicanos?

Tomado de: <http://www.geocities.com/sismos85/qalam.html>
Fecha de consulta: 25 de marzo de 2008
Lee la siguiente noticia:

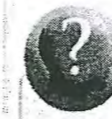
El dispositivo, que funciona a partir de un sistema eléctrico que activa un timbre cuando hay un movimiento telúrico, se fija a una pared o al piso de la vivienda y se le coloca una batería de nueve volts, la cual hace que un simple corte de apagador se accione en caso de detectar actividad sísmica.

Osvaldo Pérez Cabello, Pedro Pichardo Mejía, Alfredo Altamirano Serque y Arturo Guillén Hernández, estudiantes de la carrera de técnico en instalación y mantenimiento eléctrico en la vocacional cuatro, diseñaron dicho prototipo, al cual están por adecuarle sistemas electrónicos a fin de perfeccionarlo.

Estas adecuaciones, explicaron, facilitarían al usuario el empleo del aparato, además de que la efectividad del mismo se incrementaría. Para ello, informaron a la par que continuarán los estudios técnicos que permitan definir la sensibilidad del instrumento, recurrirán a los investigadores de la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura (ESIA) a fin de que los asesoren en estos aspectos.

Reconocieron que este invento es todavía muy rudimentario, pues por ahora se trata sólo de una caja de madera con una instalación eléctrica que funciona con pilas.

La alarma tiene un costo de 250 pesos, precio que podría reducirse si se fabrica al mayoreo. Al respecto, añadieron que requieren de financiamiento para efectuar su comercialización.



REFLEXIONA

Los jóvenes buscan soluciones para algunos problemas a partir de los conocimientos que han adquirido. Por ello la preparación es muy importante.

Comenta con tus compañeros y compañeras qué medidas podrían tomar para estar preparados en caso de un sismo.



DIVIÉRTETE Y APRENDE

Para darte una idea de lo que podrían hacer tú y tus compañeros(as) proponemos lo siguiente:

Organicen una campaña para que todos estén informados de la situación geográfica en que vivimos. Con los conocimientos adquiridos en todas las materias podrían planear, organizar e implementar simulacros y hacer carteles o trípticos informativos con gráficas que, además de ser vistos dentro de la escuela, sean conocidos por los amigos de su calle y sus familiares.

En nuestro país se han conectado sensores capaces de registrar un sismo de alta magni-

tud y enviar una señal de alerta a través de la radio.

Contesten:

1. ¿Por qué otros medios de comunicación podríamos recibir la alarma sísmica, además de la que se transmite por radio?
2. ¿Consideras que sería posible que la señal de un sensor que advierte de un sismo pudiera ser captada por alguna empresa televisiva o de telefonía y ser transmitida a todos los mexicanos?

3. ¿Cómo tendrían que organizarse tus compañeros y tus profesores para que el proyecto escolar de prevención sísmica abarque, además del entorno escolar, a toda la comunidad donde vives?

4. ¿Qué papel en esta tarea deben desempeñar los medios de comunicación?



DIVIÉRTETE Y APRENDE

Simulador de sismos

Con ayuda de todo el grupo coleccionen los resortes que vienen adentro de las plumas o hagan los suyos enrollando un poco de alambre alrededor de un lápiz.

Peguen con silicón u otro pegamento los resortes sobre una base de cartón y encima de ellos coloquen otra base que soportará la maqueta de una ciudad, también construida por ustedes con materiales reciclables.

Si jalan hacia los lados la capa que soporta la ciudad construida por todos ustedes obtendrán la simulación de un sismo oscilatorio. ¿Cómo deben mover la ciudad para generar uno trepidatorio?

Como pueden darse cuenta tenemos una sola placa de cartón, pero si la cortan en cinco partes semejando las placas tectónicas, obtendrán el efecto de lo que sucede cuando el movimiento es sólo entre dos placas.

Construcción de un sismógrafo

El sismógrafo es el instrumento que registra la agitación del terreno provocada por un terremoto. El péndulo es el principio básico de este aparato.

Para construir un péndulo necesitas:

- Una masa
- Un marco
- Una base, tabla
- Resorte
- Hilo

Arma un péndulo como el de la figura 1.65. Primero ata la masa al marco directamente, analiza qué movimiento describe. Después añade el resorte. ¿Cuál es la diferencia fundamental? ¿En qué dirección se mueve la masa? ¿Cómo puedes describir el movimiento del péndulo?

Para construir otra variedad de sismógrafos puedes guiarte por el trabajo de Juan Martín Gómez González titulado: "Como construir un sismógrafo casero" Centro de Geociencias, UNAM, Campus Juriquilla, Querétaro.

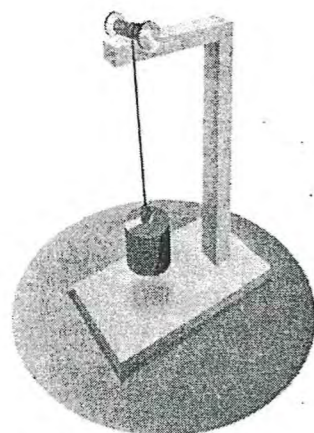


Figura 1.65
Si atas una pluma a la masa que cuelga de la cuerda y colocas una hoja de papel sobre la tabla, podrás trazar la trayectoria que siga el péndulo al moverse.

Anexo 2

Proyecto "¿Quién es el delincuente? El análisis en la investigación científica"

Fuente: Chamizo, Jose Antonio (2010) *Ciencias 3. Química*, 2ª ed., México, Esfinge, pp. 76-79.

76 BLOQUE 1. PROYECTOS

Observa: ¿Quién es el delincuente? El análisis en la investigación científica



El corredor canadiense Ben Johnson ganó de manera sensacional la carrera de 100 m planos en los Juegos Olímpicos de Seúl en 1988. Tiempo después fue descalificado y separado de las competencias internacionales porque se encontró en un análisis de orina (la famosa prueba de *doping*), empleando un espectrómetro de masas, esteroides anabólicos, sustancias que artificialmente mejoran la corpulencia de quienes las ingieren y cuyo uso está prohibido por el Comité Olímpico Internacional.

En un espectrómetro de masas las moléculas son convertidas en iones gaseosos y acelerados en un campo eléctrico, procesos mediante los cuales se puede medir su masa con exactitud. Una sustancia desconocida puede identificarse, mediante espectrometría de masas, con sólo una muestra de 1×10^{-10} gramos, es decir, 0.000 000 000 1 g. Si se conoce la sustancia se requiere menor cantidad: 1×10^{-13} g es suficiente. Por ejemplo, el ingrediente activo de la marihuana puede detectarse en la sangre después de una semana de haberse ingerido, y en concentraciones tan pequeñas como 1×10^{-11} gramos por mililitro de sangre, lo que equivale aproximadamente a un gramo en más de 10 aviones jumbo cargados. El análisis químico que se aplica para detectar sustancias (generalmente tóxicas) en los seres vivos se conoce como toxicología.

Reconoce la química

El análisis en criminalística consiste en reunir evidencia con la cual se pueden entender o explicar los efectos descubiertos. La evidencia debe ser clara y, en la medida de lo posible, inequívoca. Para ello muchas veces es necesario considerar diversas fuentes que deben coincidir entre sí. Además de la toxicología, aquí se mencionan algunas.

Dactiloscopia. Los bordes de las yemas de los dedos que producen las huellas digitales fueron descubiertas por el profesor de anatomía italiano Marcello Malpighi en 1686. No hay dos personas con las mismas huellas digitales, incluso las de los hermanos gemelos son diferentes. Por ello, desde mediados del siglo XVIII se han utilizado para identificar a los individuos, proceso que, como seguramente sabes, aún se aplica. En la actualidad, las imágenes de las huellas se digitalizan y se pueden comparar con las de un banco de datos (que alberga millones de huellas) operándolas en una pantalla de computadora. Hay tres tipos principales de huellas:

- Lazo: sus líneas entran y salen por el mismo lado.
- Arco: sus líneas entran por un lado y salen por el otro.
- Hélice: sus líneas van formando círculos internos.



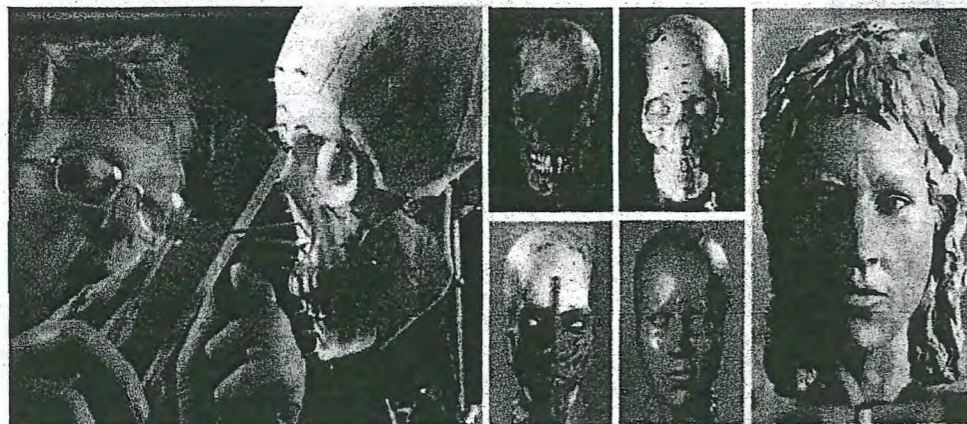
Existen, sin embargo, huellas difíciles de clasificar en estos tres grandes grupos y se les llama mixtas.

Balística. Al igual que con las huellas digitales, cada pistola es única y las marcas que dejan en las balas que disparan las identifican inequívocamente. Las balas metálicas se comparan empleando microscopios de manera que se pueden reconocer las diferentes marcas que el cañón de la pistola (también hecho de metal) deja en cada una de ellas.

Tipo de sangre. En muchas de las paredes de las células rojas que conforman la sangre de nuestro cuerpo hay proteínas específicas (llamadas antígenos). Estos antígenos se denominan A, B u O y permiten identificar cuatro tipos de sangre. La A, la B, la AB y la O (que no tiene antígenos). En 80% de las personas los antígenos presentes en la sangre también se encuentran en otros fluidos, como la saliva, la orina, el semen o el sudor, por lo que no siempre es necesario realizar un análisis de sangre para conocer su tipo.

Perfil de ADN. Esta técnica reciente permite inequívocamente reconocer a una persona a través de sus características genéticas.

Patología. Estudio de las enfermedades y de los trastornos que causan en el organismo, aunque el término se extiende para identificar las causas de la muerte. Los patólogos investigan las causas no sólo de muertes recientes, sino también de las sucedidas hace cientos o miles de años.



Proceso de reconstrucción de un rostro a partir de su cráneo.

Práctica

- 1) ¿Por qué algunas propiedades de las sustancias permiten identificarlas?
- 2) ¿Si la masa no se conservara en las reacciones químicas podrían reconocerse las sustancias? Explica.

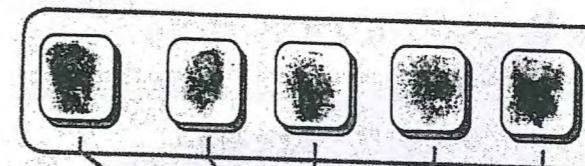
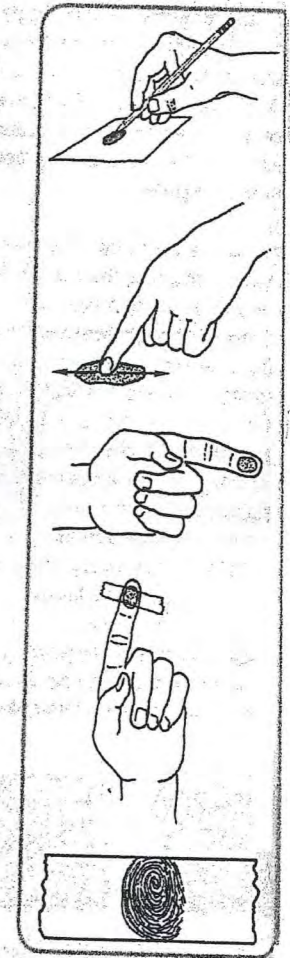
3) Huellas digitales

Necesitas:

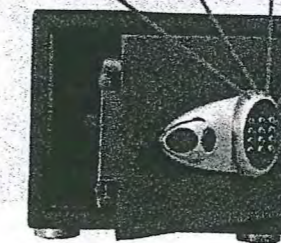
- Un rollo de cinta adhesiva
- Papel blanco o cartulina del mismo color
- Lápiz del número 2
- Pañuelos desechables

Procedimiento:

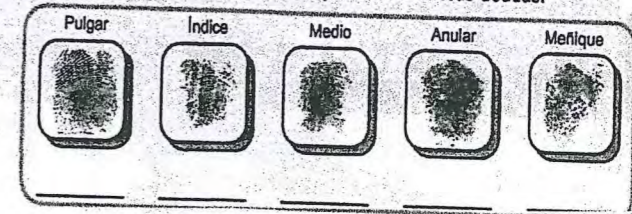
1. Pinta con el lápiz una superficie mayor a la de la yema de tus dedos. Puedes hacerlo también rayando la mina (grafito) del lápiz.
2. Impregna la yema de tu dedo con el grafito del lápiz. Asegúrate, sobre todo, de que la punta quede bien cubierta, pues es la parte fundamental para identificar las huellas digitales.
3. Una vez que la yema de tu dedo está ennegrecida (pero no tanto como para que lo único que quede sea una mancha), colócala sobre la cinta adhesiva.
4. Pega la cinta con tu huella en el papel.
5. Repite el procedimiento para cada uno de tus diez dedos e identifica a qué dedo corresponde cada huella, es decir, si tiene forma de lazo, arco o hélice.
6. Limpia tus dedos.



Hay cuatro sospechosos a los que se les toma inmediatamente las huellas digitales.

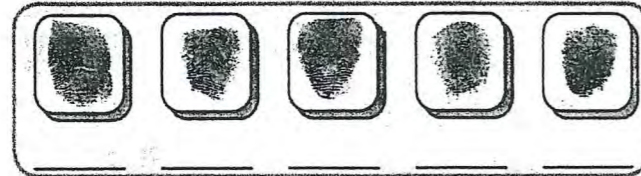


Gustavo Abusadito. Presidente de la compañía, de quien se sabe que juega mucho y tiene cuantiosas deudas.

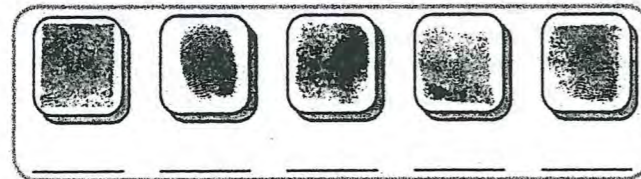


Práctica

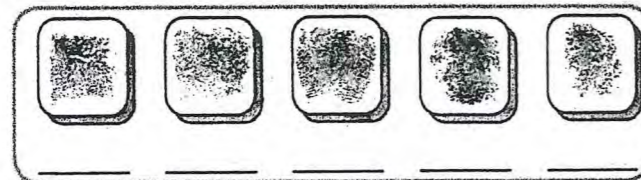
Uda Galindo. Vicepresidenta de la compañía, que durante años ha intentado infructuosamente hacerse con el cargo de presidente.



Josefina Buenrostro. Secretaria que tiene varios autos y una nueva casa.



Estipe Moreno. Contador que acaba de ser despedido. Dejaría la compañía a finales de mes.



Reconoce a qué tipo de huella corresponden las del ladrón (lazo, arco o hélice) y, de acuerdo con la evidencia de las huellas digitales, ¿quién es el ladrón? ¿Qué otras técnicas podrían ayudar a resolver este robo?

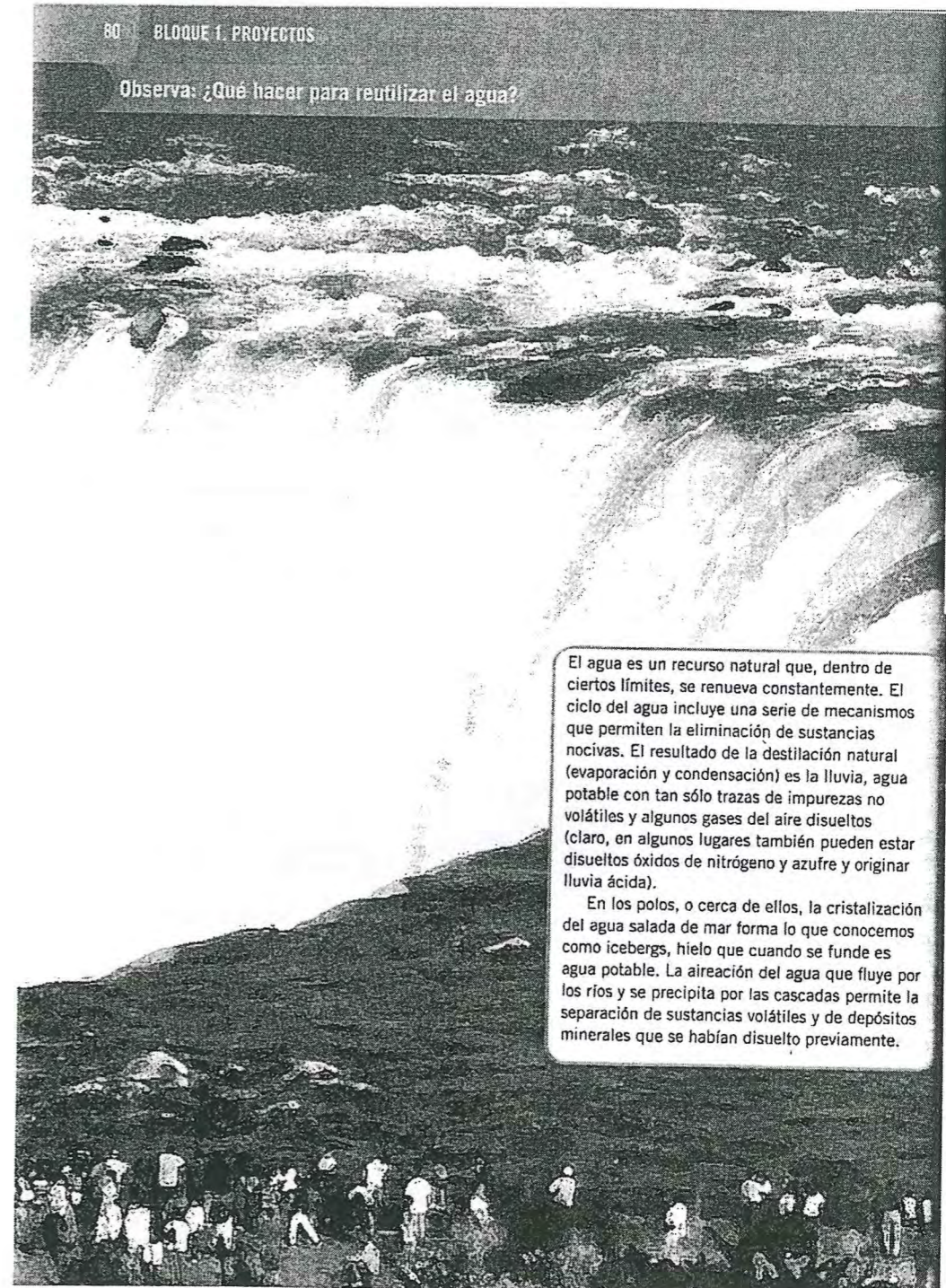
- 5. Investiga en qué consisten otras técnicas de análisis, como el análisis elemental, la resonancia magnética nuclear o la radioquímica.
- 5. Investiga y analiza con tus compañeros cuál es la utilidad social del análisis químico.

En esta sección adquiriste muchos conocimientos, entre ellos:	SÍ	NO
Discriminar las premisas y supuestos de un caso, con base en las propiedades de las sustancias y la conservación de la masa.		
Reconocer algunos de los fundamentos básicos de los métodos de análisis que se utilizan en la investigación científica.		
Valorar las implicaciones sociales de los resultados de la investigación científica.		

Anexo 3

Proyecto “¿Qué hacer para reutilizar el agua?”

Fuente: Chamizo, Jose Antonio (2010) *Ciencias 3. Química*, 2ª ed., México, Esfinge, pp. 80-82.



80 BLOQUE 1. PROYECTOS

Observa: ¿Qué hacer para reutilizar el agua?

El agua es un recurso natural que, dentro de ciertos límites, se renueva constantemente. El ciclo del agua incluye una serie de mecanismos que permiten la eliminación de sustancias nocivas. El resultado de la destilación natural (evaporación y condensación) es la lluvia, agua potable con tan sólo trazas de impurezas no volátiles y algunos gases del aire disueltos (claro, en algunos lugares también pueden estar disueltos óxidos de nitrógeno y azufre y originar lluvia ácida).

En los polos, o cerca de ellos, la cristalización del agua salada de mar forma lo que conocemos como icebergs, hielo que cuando se funde es agua potable. La aireación del agua que fluye por los ríos y se precipita por las cascadas permite la separación de sustancias volátiles y de depósitos minerales que se habían disuelto previamente.

El jurado designado por el Departamento de Investigaciones Educativas del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, aprobó esta tesis el día 2 de mayo del 2013.



Dra. María Teresa Guerra Ramos,
Investigadora en la Unidad Monterrey.



Dra. María Antonia Candela Martín,
Investigadora en el Departamento de
Investigaciones Educativas.



Dra. Laura Cházaro García,
Investigadora en el Departamento de
Investigaciones Educativas.