

ENSEÑAR CIENCIAS A TRAVÉS DE LA INVESTIGACIÓN: PENSAMIENTO Y PRÁCTICA DOCENTE EN EL CONTEXTO DE UN TRABAJO POR PROYECTO

JOSÉ LUIS BLANCAS-HERNÁNDEZ / MARÍA TERESA GUERRA-RAMOS
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados - IPN

RESUMEN: El presente 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 y los conocimientos de los profesores de ciencias interactúan con la recién incorporada propuesta de trabajo por proyectos; la cual demanda una enseñanza basada en la investigación. Desde una perspectiva sociocultural y situada, el estudio documenta cómo una profesora de química promueve en sus alumnos la práctica de la investigación en la realización de una experiencia concreta de proyecto, así como las ideas que ha desarrollado en torno a este tipo de trabajo práctico y a la investigación escolar y profesional. El estudio –de carácter descriptivo y cualitativo– combina el análisis de entrevistas semiestructuradas, observaciones y algunos materiales de clase. Los hallazgos revelan que a través de las actividades que articularon la experiencia de proyecto, la profesora

promovió en sus alumnos la práctica de una investigación centrada en la búsqueda, sistematización y comunicación de información. Con respecto a sus ideas, la profesora manifestó imágenes benevolentes y acotadas. Por ejemplo, atribuyó al trabajo por proyectos las finalidades de aplicación de conocimientos, análisis y reflexión de información; a la investigación profesional la finalidad de beneficiar a la sociedad y asoció la investigación escolar con el desarrollo de habilidades de lectura y comprensión, entre otras. Los resultados del estudio se discuten en términos de algunas posibles implicaciones para la formación docente en aspectos asociados a la enseñanza de las ciencias basada en la investigación.

PALABRAS CLAVE: Práctica docente, concepciones de profesores, enseñanza de las ciencias, actividades escolares, innovación curricular.

Introducción

En el campo 'Educación en Ciencias' hay una tendencia a promover la enseñanza basada en la investigación. El supuesto central de este enfoque es que la construcción del conocimiento científico en el aula ha de reflejar, en cierto modo, el trabajo científico. Este enfoque se ha empleado como argumento de renovación pedagógica para sostener que

los alumnos deben comprender la naturaleza de la ciencia y adquirir las habilidades y destrezas necesarias que les permitan indagar el mundo natural (Anderson, 2007).

En nuestro país, a partir de la reforma a la educación secundaria de 2006, la enseñanza basada en la investigación tiene un énfasis en la retórica pedagógica de la propuesta curricular de ciencias. Como en otros países (Anderson, 2007), la propuesta incorporó espacios de trabajo práctico que buscan que el profesor involucre a sus alumnos en actividades relacionadas con la investigación. A través de los documentos y materiales curriculares oficiales, los profesores son convocados a realizar e incorporar, sistemática y gradualmente, *trabajos por proyectos* (en adelante TpP) en sus prácticas de enseñanza.

En la propuesta curricular, el TpP se concibe como vía privilegiada para promover que los alumnos integren y desarrollen conocimientos, habilidades y actitudes científicas. El Programa de Estudios (SEP, 2006) propone tres tipos de proyectos (científicos, tecnológicos y ciudadanos) y sugiere cuatro etapas para realizarlos en las aulas (planeación, desarrollo, comunicación y evaluación). Los programas de cada asignatura demandan realizar un proyecto al cierre de los primeros cuatro bloques y uno o más durante el quinto bloque. Bajo estos lineamientos, los libros de texto de cada asignatura desarrollan y reinterpretan las propuestas de TpP.

El estudio que se reporta en esta ponencia, y que es parte de uno mayor (Blancas, 2013), tuvo el propósito de documentar la práctica y el razonamiento de una docente en el contexto de una particular experiencia de proyecto. Consecuentemente, las preguntas que guiaron el estudio fueron las siguientes: a) ¿qué actividades realiza la profesora con sus estudiantes para promover la investigación en el contexto de un TpP?, y b) ¿qué ideas respecto al TpP y la investigación ha desarrollado la profesora?

La lógica del estudio responde al reconocimiento de que las propuestas de innovación curricular son sólo una declaración de intenciones con lineamientos para la acción y que es necesario dar seguimiento a su implementación sin perder de vista a los actores clave y los contextos en que aterrizan. Aún se sabe relativamente poco sobre cómo las innovaciones curriculares impactan en el pensamiento de los profesores de ciencias y cómo, desde su práctica, responden a ellas (Mueller y Bentley, 2007). Avanzar

en esta línea es relevante dado el papel crítico que tienen los profesores de introducir las ciencias en la formación integral de las nuevas generaciones.

La perspectiva teórico-conceptual que se adoptó es la teoría sociocultural (Wertsch, 1993) y de la cognición situada (Lave, 1991). Esta perspectiva considera, de manera general, que tanto los procesos cognitivos como las ideas acerca del mundo están en estrecha relación con el contexto social en el que ocurren. Reconoce el carácter activo, situado y contextualizado del conocimiento, donde la actividad que realizan sujetos específicos en circunstancias particulares se convierte en el eje central para explicar el aprendizaje de un dominio cualquiera. Así, el conocimiento que posee un sujeto es situado, parte y producto de la actividad y el contexto en donde se utiliza y desarrolla. Esta perspectiva ha tomado tiempo en arribar a la investigación sobre la práctica y pensamiento de los profesores y a su vez ha implicado una crítica a la manera de abordar estas dimensiones del trabajo docente (Putman y Borko, 2000).

Estrategia metodológica y analítica

La perspectiva metodológica adoptada es de carácter cualitativa-descriptiva (Miles y Huberman, 1994). Aunque originalmente participaron tres profesores de ciencias de una secundaria general ubicada al sur de la Ciudad de México, aquí tomamos como referencia el caso de la profesora a quien, para fines de confidencialidad, hemos asignado el nombre de Gabriela.

Para cuando se recolectaron los datos del estudio, Gabriela impartía la asignatura Ciencias III con énfasis en química a tres de los cinco grupos de tercer grado. En uno de estos grupos (conformado por 38 alumnos) Gabriela implementó la propuesta de proyecto llamada “¿Quién es el delincuente?” correspondiente al primer bloque de contenidos (SEP, 2006), misma que se desarrolla en el libro de texto que empleaba en su práctica (Chamizo, 2010). Gabriela es química farmacobióloga y también profesora normalista; para el momento del estudio contaba con 32 años de experiencia docente.

El estudio se dividió en dos momentos. En el primero aplicamos a Gabriela una entrevista semi-estructurada y a profundidad (construida a partir de un escenario de relevancia pedagógica y situada, como lo es el TpP) para explorar su pensamiento con relación a la investigación y los propósitos de enseñanza perseguidos, la estructura

percibida en ella, el tipo de actividades consideradas, los obstáculos que limitan su puesta en práctica en el aula, etc. La entrevista fue audiograbada y transcrita totalmente para su posterior análisis.

El primero de los autores identificó en la transcripción de entrevista oraciones relevantes que dieran cuenta de las posibles ideas de Gabriela respecto al TpP y a la investigación científica escolar y profesional. El análisis se basó en una aproximación ideográfica descriptiva; es decir, se obtuvieron rasgos y atributos del contenido mismo de las respuestas de Gabriela. Posteriormente la segunda autora 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, el reconocimiento del significado de las ideas identificadas, con lo 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 Gabriela fueron descritas amplia y detalladamente.

En el segundo momento del estudio, y de manera no participante, observamos a Gabriela durante las cuatro sesiones de clase en las que implementó el proyecto; cada una tuvo una duración de 110 minutos y, a excepción de la primera, se realizaron en el aula de medios. Durante las observaciones realizamos notas de campo (que posteriormente permitieron construir registros de observación), audiograbamos los intercambios comunicativos en el aula (que fueron transcritos respetando el turno de habla de la profesora y sus alumnos) y recuperamos algunos materiales de trabajo empleados en el aula. Posterior a las observaciones aplicamos una entrevista con el fin de ahondar en los sucesos y acciones que guardaron relación con la realización del proyecto.

A partir de los registros de observación elaboramos una descripción general de cada sesión de clase considerando los diferentes episodios, es decir, los momentos que variaron en el orden y que refirieron a temas particulares. En total identificamos 16 episodios de clase (con duración variable) de los cuales seleccionamos aquellos en los que se presentaron actividades y tareas asociadas a la realización del proyecto. Estos episodios clave fueron descritos ampliamente para un análisis cualitativo detallado. En estas descripciones incorporamos datos de las otras fuentes empíricas y se enriquecieron

con ciertos referentes teóricos, mismos que permitieron el análisis cualitativo de lo descrito.

Resultados

Por cuestiones de espacio, en esta ponencia intentamos, más que reportar exhaustivamente los resultados del estudio, describir de manera sintética la realización de una experiencia de proyecto y las ideas de una profesora. El cuadro 1 muestra, de manera general, la descripción cualitativa de los episodios de clase en los que Gabriela y sus alumnos realizaron alguna actividad asociada a la realización del proyecto correspondiente al primer bloque de contenidos.

Cuadro 1
La realización del proyecto en el aula de Gabriela.

Sesión	Episodio seleccionado	Descripción de lo ocurrido con respecto al proyecto
I	1. La profesora plantea a los alumnos la realización de un TpP.	-Gabriela hace saber a los alumnos la elaboración de un TpP, con el cual darían por concluidas las actividades del primer bloque. -Gabriela comunica a sus alumnos dos propuestas de proyecto: sobre un delincuente y sobre purificación de agua.
	3. Por indicaciones de la profesora, los alumnos se integran en equipo y eligen el tema del proyecto de su libro de texto.	-Gabriela pide a los alumnos que se organicen en equipos de seis personas para que elijan de su libro de texto (Chamizo, 2010) el proyecto a realizar. -Los alumnos conforman seis equipos de trabajo: dos de siete integrantes y cuatro de seis. -En equipo, los alumnos eligen de su libro de texto el proyecto llamado "¿Quién es el delincuente?". -Gabriela asigna como tarea buscar información relacionada con el tema de proyecto.
II	2. La profesora da indicaciones a los alumnos sobre la elaboración de una presentación Power Point® (PPT).	-Gabriela asigna dos computadoras a cada equipo de trabajo. -Gabriela explica a los alumnos la elaboración de una PPT y les proporciona unas 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?
	3. Los alumnos, integrados en equipo, buscan información en Internet sobre el tema del proyecto. La maestra orienta el trabajo de los alumnos.	-Los alumnos, por sí mismos, se reparten la tarea de búsqueda de información e imágenes en Internet. -Gabriela auxilia a los alumnos en la búsqueda de información y de imágenes. -Los alumnos elaboran un documento en Word® con la información encontrada y lo guardan en la computadora.
III	5. Los alumnos elaboran una PPT. La maestra orienta el trabajo de los alumnos.	-Gabriela asigna dos computadoras a cada equipo de trabajo. -Los alumnos recurren a su información (a la que obtuvieron como tarea y a la seleccionada una sesión anterior) para realizar su PPT. -Gabriela promueve entre los alumnos la repartición de tareas, los guía en la construcción de respuestas a las preguntas planteadas inicialmente y los orienta en la organización de la presentación. -Al final de la sesión, cuatro equipos muestran a Gabriela su presentación terminada. El resto de equipos la termina en sus casas.

(Continúa)

Cuadro 1 *Continuación*

Sesión	Episodio seleccionado	Descripción de lo ocurrido con respecto al proyecto
IV	1. El primer equipo de alumnas expone su proyecto. Las alumnas realizan una actividad sobre cómo capturar huellas dactilares.	<ul style="list-style-type: none"> -Un equipo de cuatro alumnas presenta su proyecto. -La estructura de los temas presentados es la siguiente: <ul style="list-style-type: none"> Relación de la química con métodos criminalísticos La toxicología La dactiloscopia Los tipos de sangre El perfil de ADN La patología Materiales para determinar un crimen -Las alumnas realizan una actividad para capturar huellas dactilares en la que participan algunos alumnos del resto del grupo. -Gabriela elogia la presentación de las alumnas.
	2. El segundo equipo de alumnos expone su proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> -Un equipo de cinco alumnos (dos niñas y tres niños) presenta su proyecto. -La estructura de los temas presentados es la siguiente: <ul style="list-style-type: none"> Las huellas dactilares Los tipos de huellas Su función en una investigación criminal -Gabriela hace ver al equipo de alumnos que su presentación fue limitada en cuestión de información.
	3. El tercer equipo de alumnos expone su proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> -Un equipo de cinco alumnos presenta su proyecto. -La estructura es la siguiente: <ul style="list-style-type: none"> La dactiloscopia como método de investigación La balística La sangre y sus tipos El perfil de ADN Los tipos de huellas dactilares
	4. El cuarto equipo de alumnos expone su proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> -Un equipo de dos alumnas y dos alumnos presenta su proyecto. -La estructura es la siguiente: <ul style="list-style-type: none"> Solución al problema planteado por el libro de texto La dactiloscopia como descubrimiento de Marcelo Malpighi Los tipos de huellas dactilares La balística El tipo de sangre -Gabriela da por terminada la presentación de proyectos. Los equipos restantes entregan a Greta su presentación en una USB.

La experiencia de proyecto documentada 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. Gabriela logró pasar la responsabilidad del proyecto a sus alumnos, lo cual derivó que éstos, integrados en equipos, se involucraran en auténticas actividades de investigación documental por Internet y, a su vez, en la elaboración de contenidos y documentos digitales. 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 desde el punto de vista de la profesora. Aunque todos los equipos trabajaron, la presentación de algunos de ellos se vio impedida por las condiciones de trabajo escolar, tales como el tiempo de clase y la entrega de calificaciones.

Las actividades que articularon la experiencia de proyecto involucraron a los alumnos en procedimientos relacionados con la búsqueda, obtención, almacenamiento, recuperación, organización y presentación de información. A su vez, 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.

Las actividades mostraron un nivel de investigación guiada semi-abierta. 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 ellos. El papel de Gabriela se limitó a guiar y orientar el trabajo de sus 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.

Por otro lado, el cuadro 2 muestra los resultados del análisis cualitativo y descriptivo de las ideas de Gabriela. Las respuestas de la profesora fueron diversas pero no muy detalladas, pues no aludió a personas, lugares o ejemplos concretos.

Las ideas acerca del TpP denotan la atribución de rasgos didácticos relacionados con este tipo de trabajos y algunos retos para llevarlos a cabo. Algunos de los rasgos didácticos 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 Gabriela por lograr que sus alumnos conectaran los contenidos de la asignatura, abordados en clases previas, con el tema del proyecto. De las acciones atribuidas, 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 Gabriela.

Cuadro 2
Las ideas de la profesora Gabriela

Temas abordados	Rasgos atribuidos
El trabajo por proyectos	<p><i>Finalidad del trabajo por proyectos</i></p> <ul style="list-style-type: none"> -Que los alumnos apliquen conocimientos -Promover el análisis y reflexión de información <p><i>Acciones involucradas en el trabajo por proyectos:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> -Experimentación, registro de datos, búsqueda y selección de información <p><i>Qué evaluar en un trabajo por proyectos</i></p> <ul style="list-style-type: none"> -La manifestación de actitudes -La comprensión y análisis de información <p><i>Obstáculos para realizar un trabajo por proyectos</i></p> <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	<p><i>Rasgos atribuidos al trabajo científico:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> -Lleva tiempo -Trabajo colaborativo/colectivo <p><i>Finalidad del trabajo científico:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> -Beneficiar a las personas/sociedad -Aplicar conocimientos -Explicar cosas del mundo <p><i>Visión de ciencia</i></p> <ul style="list-style-type: none"> -Es un cuerpo de conocimientos
La investigación científica escolar	<p><i>Finalidad del trabajo científico escolar:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> -Comprobar fenómenos naturales -Desarrollar la habilidad lectora -Adquirir la constancia del trabajo de los científicos <p><i>Acciones involucradas en el trabajo científico escolar:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> -Habilidades generales: la lectura y comprensión <p><i>Rasgos atribuidos a trabajo experimental escolar:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> -Se exploran ideas de los alumnos -Se parte de un abordaje teórico -Consiste en la exploración de fenómenos <p><i>Limitaciones del trabajo científico escolar:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> -Recursos materiales -Factor tiempo de trabajo escolar

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 Gabriela sobre la investigación escolar y el TpP. Los rasgos atribuidos al trabajo científico fueron escasas, pero sobresalió el trabajo colaborativo como el que más se puso en acción en la experiencia de proyecto observada. Las finalidades del trabajo científico también manifiestan atributos positivos e idealizados.

Las ideas de Gabriela acerca de la investigación escolar denotan rasgos cualitativos de carácter didáctico. 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 Gabriela atribuye al trabajo experimental en el contexto escolar guardan

relación con los atribuidos ampliamente desde la didáctica de las ciencias naturales. Ninguna de las ideas atribuidas a la investigación escolar fue identificada en la experiencia de proyecto observada.

Es importante señalar que las actividades documentadas no agotan el tema. Debemos entender que cuando Gabriela realiza proyectos con sus estudiantes no se limita al tipo actividades observadas. Recordemos que lo observado corresponde al primer proyecto del ciclo escolar. De igual forma, las ideas aquí exploradas se restringen a lo que fue posible abordar en las entrevistas. No obstante, se trata de un intento por superar las limitaciones de instrumentos para dar cuenta del repertorio de conocimientos de los profesores y la complejidad de acercarse a su práctica en el aula sin tener claridad del espectro de ideas que despliegan en relación a una noción particular (Guerra, 2011).

La promoción de la investigación en el contexto de otras experiencias de proyecto por parte de distintos profesores, así como una visión amplia y detallada de sus ideas y de cómo aspectos de la enseñanza de las ciencias basada en la investigación han permeado las expectativas curriculares oficiales, se presenta en otro trabajo (Blancas, 2013).

Conclusiones

Mediante las propuestas de innovación curricular que promueven la enseñanza basada en la investigación, los profesores de ciencias, entre otras cosas, son convocados a modificar significativamente sus prácticas pedagógicas (Crawford, 2000). El análisis realizado sugiere que las relaciones de los profesores con las innovaciones curriculares son complejas e intrincadas; al llevarlas al aula, ellos y sus alumnos las transforman, apropian, resignifican, adecuan, etc. Uno de los aspectos más importantes revelados por el estudio es que la implementación de una propuesta de innovación curricular es un proceso de actividad productiva de saberes, conocimientos y significados, inherente a la participación en la práctica pedagógica que se configura en situaciones sociales e históricas particulares.

La experiencia de proyecto aquí documentada muestra la promoción en el aula de ciencias de la práctica de una investigación de información. En las actividades que articularon la realización del proyecto la profesora puso en juego sus experiencias profesionales y sus ideas sobre la investigación, la enseñanza y el aprendizaje; lo cual

coincide con lo reportado por otros estudios (Windschitl, 2002). Estas actividades fueron una creación de su trabajo docente, una producción suya y una forma de reelaborar la propuesta de proyecto y de hacer frente a la normativa curricular. En ellas los alumnos entraron en una rica dinámica de participación e interacción y de compromiso mutuo que los hizo avanzar hacia niveles de actividad productivos y, a su vez, tomar parte de la compleja vida social que se configuró en el aula de ciencias.

Las ideas de la profesora aquí reportadas estuvieron fuertemente ancladas a sus prácticas de enseñanza, a su quehacer cotidiano dentro del contexto escolar. Al mismo tiempo, en las ideas de de la profesora se hizo presente la referencia a sus alumnos, principales actores con los que configura su práctica de enseñanza. De esta forma, lo que la profesora manifestó puede ser considerado como una construcción que se desarrolla en la dimensión de su vida cotidiana escolar (Lave, 1991, Wertsch, 1993).

El análisis denota que la profesora de ciencias observada tiene su propia interpretación de aspectos que se le demandan curricularmente. El conjunto de actividades y repertorio de ideas aquí documentado, aunque pueda parecer no exhaustiva, está lejos de ser simple. Por el contrario, sugiere que los profesores de ciencias pueden llegar a construir 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.

La incorporación del TpP al currículo de ciencias no es algo trivial, por el contrario, plantea varios desafíos a los profesores: 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.

Enseñar las ciencias 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 podría apoyar también la construcción de estos. Una vía privilegiada para lograr lo anterior es promover que los profesores participen y se impliquen en genuinas prácticas de investigación (Windschitl, 2002).

En estas prácticas se podrían incorporar ejemplos concretos y variados de experiencias de investigación que sean posibles de replicar en el aula 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. En los procesos de formación docente se ha de concebir a los profesores como profesionales e intelectuales que aprenden en y desde su práctica. Esto significa proporcionar a los profesores la mejor preparación posible y un apoyo sólido y sostenido en su aprendizaje permanente, especialmente porque en sus manos tienen una de las responsabilidades más grandes: formar a los ciudadanos del mañana.

Referencias

- Anderson, R. (2007). Inquiry as an organizing theme for science curricula. In Abell, S. & Lederman, N. (Eds.). *Handbook of research on science education* (pp. 807-830). USA: LEA.
- Blancas, J. L. (2013). *Investigar en el aula de ciencias. Experiencias e ideas docentes en torno al trabajo por proyectos en secundaria*. Tesis de maestría. México: DIE-CINVESTAV.
- Chamizo, J. (2010). *Ciencias 3. Química, 2ª ed.* México: Esfinge.
- Crawford, B. (2000) Embracing the Essence of Inquiry: New Roles for Science Teachers, *Journal of Research in Science Teaching*, 37 (9): 916–937.
- Guerra, M.T. (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.
- Lave, J. (1991). *La cognición en la práctica*. Barcelona: Paidós.
- Miles, M. & Huberman, M. (1994). *Qualitative data analysis*. Thousand Oaks, CA, Sage.
- Müeller, M. & Bentley, M. (2007). Beyond the “decorated landscapes” of educational reform: Towards landscapes of pluralism in Science Education. *Science Education*, 91 (2), 321-338.
- Putman, R. & Borko, H. (2000). What do new views of knowledge and thinking have to say about research on teacher learning? *Educational Researcher*, 29 (1), 4-15.
- SEP (2006). *Programas de estudio. Asignatura Ciencias*. México: SEP.
- Wertsch, J. (1993). *Voces de la mente. Un enfoque sociocultural para el estudio de la acción mediada*. Madrid, Aprendizaje Visor.
- Windschitl, M. (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.