



EL TRABAJO POR PROYECTOS EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS. ANÁLISIS DE ACTIVIDADES, HABILIDADES Y NIVELES DE INDAGACIÓNⁱ

JOSÉ LUIS BLANCAS HERNÁNDEZ

INSTITUTO NACIONAL PARA LA EVALUACIÓN DE LA EDUCACIÓN

jblancas@inee.edu.mx

RESUMEN

La introducción del *trabajo por proyectos* en la propuesta curricular de Ciencias para educación secundaria, producto de las más recientes reformas curriculares, se ha considerado como una novedosa estrategia didáctica con la que se pretende contribuir a mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de ésta y otras áreas de conocimiento. Sin embargo, hasta ahora poco se sabe respecto a las potencialidades del trabajo por proyectos en la enseñanza de las ciencias, sobre la forma en que dicha innovación es implementada por los profesores, así como los aprendizajes que potencialmente promueve en los alumnos. En este trabajo se presenta un análisis de las actividades de planeación, implementación y comunicación que articularon los trabajos por proyectos realizados, respectivamente, por dos profesores que impartían la asignatura Ciencias II con énfasis en Física de educación secundaria. El análisis retoma categorías señaladas por la literatura especializada para caracterizar las actividades a partir de las habilidades científicas y del nivel de indagación que promueven. Los resultados indican que las actividades involucraron a los alumnos, prioritariamente, en habilidades y procedimientos centrados en el tratamiento de información, a su vez, presentaron un nivel de indagación guiada, estructurada y abierta. Los resultados del análisis se discuten en términos de aspectos críticos que deben considerarse para la implementación del trabajo por proyectos en la enseñanza de las ciencias en secundaria.

Palabras clave: enseñanza de las ciencias, estrategias didácticas, innovaciones curriculares, indagación científica, implementación curricular.





INTRODUCCIÓN

En México, las más recientes reformas al currículo de educación básica se han caracterizado por estar sustentadas en el discurso de la innovación, mediante el cual se busca elevar la calidad de los procesos educativos. En este sentido, se han incorporado a las propuestas curriculares de las distintas áreas de conocimiento las siguientes innovaciones: Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), la visión constructivista de la enseñanza y el aprendizaje, la formación por competencias, el trabajo por proyectos (en adelante TpP), los temas transversales y la tutoría.

Sin embargo, existe una gran diversidad de significados en torno a estas innovaciones, así como una limitada investigación sobre su implementación en los espacios escolares (Díaz-Barriga, 2010). En este trabajo se presenta, particularmente, un análisis de la implementación del TpP en clases de ciencias de educación secundaria. Se parte de reconocer que dicha innovación representa la forma en que se incorpora el enfoque internacional de la *indagación científica* en el currículo de ciencias mexicano.

El TpP se introduce en la propuesta curricular de ciencias producto de la Reforma a la Educación Secundaria (SEP, 2006) y se mantiene en la Reforma Integral de la Educación Básica (SEP, 2011). En ambas reformas se sostiene que a través del TpP los alumnos pueden integrar y aplicar conocimientos, habilidades y actitudes, así como plantear y resolver situaciones problemáticas. El Programa de Estudios para la asignatura Ciencias propone tres tipos de proyectos (científicos, tecnológicos y ciudadanos) y sugiere cuatro etapas para desarrollarlos en las aulas (planeación, desarrollo, comunicación y evaluación). Para cada asignatura, se demanda realizar un proyecto al cierre de los primeros cuatro bloques y uno, o más de uno, durante todo el quinto bloque. Los libros de texto de cada una de las asignaturas desarrollan y reinterpretan la propuesta del TpP.

Cuando se hacen esfuerzos por introducir innovaciones a las propuestas curriculares, es pertinente dedicar alguna atención a su implementación en las aulas. Esto puede permitir identificar los dilemas a los que se enfrentan profesores y alumnos al momento de su implementación, de tal manera que sea posible considerarlos y superarlos en la fundamentación





y diseño de las innovaciones. En este marco, se realizó un análisis del TpP que implementaron dos profesores de ciencias de educación secundaria con el propósito de caracterizar las actividades que articularon su desarrollo. Las preguntas que guiaron el análisis fueron:

- a) ¿Qué actividades de indagación se configuran en el aula al realizar un TpP?
- b) ¿Qué habilidades de indagación se promueven en el desarrollo de estas actividades?
- c) ¿Qué niveles de indagación demanda a los alumnos el desarrollo de estas actividades?

MARCO DE REFERENCIA

Las ciencias naturales son el resultado de una compleja actividad humana donde se produce y usa el conocimiento. La enseñanza de las ciencias en situación escolar no puede serlo menos; también debe concebirse como una actividad. Uno de los retos que enfrenta la enseñanza de las ciencias es que los alumnos se involucren en una *actividad científica escolar* con sus propias características, propósitos y campos de aplicación (Blancas, 2015); la forma más usual de lograr esto es mediante el desarrollo de trabajos prácticos.

El papel del trabajo práctico en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias ha sido extensamente abordado (del Carmen, 2000). Los trabajos prácticos ofrecen experiencias de aprendizaje que no están disponibles en otras áreas curriculares; los que más se destacan son: experiencias, ejercicios prácticos, experimentos e investigaciones. Si bien cada uno de ellos tiene su valor pedagógico, desde una visión situada del aprendizaje (Brown, Collins and Duguid, 1989), las investigaciones ofrecen la posibilidad de que los alumnos se impliquen en tareas relacionadas con el trabajo científico.

En este sentido, aquí se concibe el TpP como la forma particular de realizar investigaciones en el contexto del aula de ciencias. La aproximación al análisis del TpP que se adoptó en este trabajo se centra en la naturaleza de las actividades de aprendizaje que articularon su desarrollo. En esta aproximación se encuentran los trabajos de Al-Naqbi (2010), Lee et.al. (2004) y Lee et.al. (2006), quienes toman como referente el enfoque de la indagación científica para resaltar la importancia de las actividades y habilidades.

Lee et.al. (2006) proponen las siguientes actividades de indagación: interrogación (INT), planificación (PLA), implementación (IMP), conclusión (CON) y comunicación (COM). La idea de





estos autores es desagregar la indagación científica en determinadas actividades que orienten a profesores y alumnos sobre qué pueden hacer en clases de ciencias. Interesó retomar la propuesta de Lee et.al. (2006) porque las actividades de indagación que sugieren guardan relación con las etapas propuestas en el actual currículo de ciencias mexicano para implementar el TpP (SEP, 2011).

Por su parte, Al-Naqbi (2010) identifica al interior de cada tipo de actividad de indagación propuesta por Lee, et. al. (2006) cierto número de habilidades y destrezas científicas. Para este autor, las actividades de indagación deben ofrecer a los alumnos diversas oportunidades para adquirir y desarrollar habilidades científicas a fin de que puedan aplicarlas en diversas situaciones y contextos. De igual manera, interesó retomar como la propuesta de Al-Naqbi (2010) debido a que el programa de estudios señala como uno de los propósitos de la enseñanza de las ciencias naturales en educación básica que los alumnos “desarrollen habilidades de pensamiento científico y sus niveles de representación e interpretación acerca de los fenómenos y procesos naturales” (SEP, 2011: 13). Además, el programa indica que los alumnos de secundaria deben alcanzar, entre otros, estándares de habilidades y actitudes asociadas a la ciencia (SEP, 2011: 18-19).

Otro referente introducido se relaciona con los niveles de indagación científica de los trabajos prácticos; para ello se retomó el marco de análisis propuesto por Bell, Smetana, y Binns (2005) que se presenta en la tabla 1. Para estos autores, la efectividad de un trabajo práctico está en función de los grados de libertad y dirección que tienen los alumnos al momento de realizar las actividades que lo articulan. Estos niveles permiten identificar qué tanto los alumnos se implican al momento de realizar las actividades que articulan el desarrollo del TpP.

Tabla 1. Marco de análisis para determinar el nivel de indagación científica





Grados de libertad		¿Cuánta información se da a los alumnos?				
Dirigidas por el profesor	Nivel de indagación	INT	PLA	IMP	CON	COM
	0.- De confirmación	✓	✓	✓	✓	✓
	1.- Estructurado	✓	✓	✓	✓	X
	2.- Guiada	✓	X	X	X	X
↓ Dirigidas por el alumno	3.- Abierta	✓	X	X	X	X

El análisis que aquí se presenta pretende identificar lo que realmente se propone enseñar a través de las actividades que articulan el desarrollo de un TpP en la enseñanza de las ciencias en educación secundaria. Asimismo, busca señalar la correspondencia de dichas actividades con la promoción de ciertas habilidades científicas y la posibilidad que tienen, o no, de fomentar niveles superiores de indagación científica. Esto constituye un paso necesario para llegar a disponer, a nivel de diseño curricular, de propuestas didácticas más coherentes y relevantes para enseñar y aprender ciencias.

ESTRATEGIA METODOLÓGICA

Los datos aquí presentados provienen de un estudio mayor; en él se exploró el razonamiento y la práctica docente acerca de la enseñanza de las ciencias a través de la indagación en el contexto del TpP (Blancas, 2013). En este estudio participaron tres profesores de ciencias de una secundaria general localizada al sur de la Ciudad de México. Para el caso que ahora ocupa, sólo se hará referencia a dos de ellos, quienes impartían la asignatura Ciencias II (énfasis en Física) y tenían diferentes años de experiencia docente y formación profesional. Se decidió elegir sólo a estos dos profesores porque ambos implementaron el mismo TpP.

Como parte del estudio, se realizaron observaciones de manera no participante (Postic y Ketele, 1998) a las sesiones de clase en las que los profesores realizaron el TpP en uno de los grupos a los que impartían clase. En ambos casos, el TpP correspondió al primer bloque de contenidos temáticos. Los profesores no recibieron ningún tipo de entrenamiento especial ni sugerencias para realizar el proyecto. En la tabla 2 se presentan algunos de los aspectos generales de estas observaciones, de las cuales provienen principalmente los datos que aquí se analizan.





Tabla 2. Aspectos generales de las observaciones de clase

Nombre del profesor	Grupo observado	Proyecto realizado	Libro de texto empleado
Fabián	2º A (38 alumnos)	¿Cómo se propagan y previenen los terremotos?	Cuervo, Alonso (2009)
Irma	2º D (34 alumnos)	¿Cómo se propagan y previenen los terremotos?	Cuervo, Alonso (2009)

De las observaciones de clase se decidió tomar como unidad de análisis las actividades de indagación que articularon la implementación del TpP. Para ello, se definió actividad de indagación como todo aquello que, en el contexto del aula de ciencias, demanda del alumnado algún tipo de actividad física o mental cuya finalidad sea que los alumnos se apropien de algún dominio científico. Inicialmente se identificaron y describieron las actividades que articularon el desarrollo de cada uno de los cuatro proyectos implementados por los profesores que participaron en el estudio. Posteriormente se realizó un análisis de dichas actividades en dos niveles de acercamiento: descriptivo y valorativo.

En el análisis descriptivo las actividades identificadas fueron agrupadas de acuerdo con la propuesta de Lee, et. al. (2006): de interrogación (INT), planificación (PLA), implementación (IMP), conclusión (CON) y comunicación (COM). Una vez agrupadas, dichas actividades se describieron en cuanto a las habilidades científicas que demandaron a los alumnos. Para ello se retomó el sistema categorial propuesto por Al-Naqbi (2010); para cada habilidad se anota SI (√) cuando se promueve en la actividad y NO (X) cuando está ausente de la misma.





El análisis valorativo consistió en apreciar el potencial de cada actividad identificada para implicar a los alumnos en ciertos niveles de indagación científica; para ello se retomó la propuesta de Bell, Smetana, y Binns (2005). La valoración de las actividades según el nivel de indagación científica promovida consistió en un proceso cíclico de reelaboración en el cual se refinaron y definieron progresivamente, dando respuesta a las pregunta planteada en la tabla 1.

RESULTADOS

Este trabajo pretende ilustrar la manera en que pueden analizarse las actividades que articulan el desarrollo de un TpP en clase de ciencias y las habilidades y niveles de indagación científica que promueven en los alumnos. Por cuestiones de espacio, sólo se hace referencia a tres tipos de actividades de indagación (PLA, IMP y COM), las cuales guardan relación con las etapas del TpP señaladas en la propuesta curricular mexicana: planeación, desarrollo y comunicación.

Las actividades de planificación (PLA)

Las actividades de planificación desencadenan la realización del TpP. En los dos proyectos se logró identificar como actividades de planificación: “la elección del tema de proyecto” y “seguir un plan para obtener información”. En la tabla 3 se puede observar que estas actividades presentaron un nivel de indagación de tipo estructurado, ya que en todo momento estuvieron orientadas por los profesores y lo propuesto en el libro de texto.

Tabla 3. Habilidades y niveles de indagación en las actividades de PLA.





	Proyecto del profesor...	Fabián	Irma
	Nivel de indagación	1	1
Habilidades	1. Planifica una investigación sencilla	✓	✓
	2. Diseña un experimento sencillo	✗	✓
	3. Identifica materiales y herramientas	✓	✓
	4. Identifica procedimientos o pasos para recopilar información	✓	✓
	5. Identifica mediante la observación sistemática	✗	✗
	6. Identifica la forma de registrar los resultados	✗	✓
	7. Presenta el diseño de un experimento sencillo para responder a las preguntas	✓	✓
	Total	4	6

En la tabla 3 se puede observar que ambos profesores dejaron de lado la promoción de aquellas habilidades consideradas como intrínsecas a la actividad científica. Las habilidades científicas identificadas no promovieron una participación activa del alumno en las actividades de planificación, ya que estas fueron realizadas siguiendo principalmente la estructura del libro de texto.

Las actividades de implementación

Las actividades de implementación permiten que los alumnos pongan “manos a la obra” en las de planificación. Las actividades identificadas fueron: “búsqueda de información en distintas fuentes”, “selección y organización de información” y la “estructuración de información”. Como se observa en la tabla 4, el nivel de indagación en las actividades de IMP es 2, pues los alumnos realizaron las actividades de manera abierta y flexible bajo la orientación de los profesores.





Tabla 4. Habilidades y niveles de indagación en las actividades de IMP





	Proyecto del profesor...	Fabián	Irma
	Nivel de indagación	2	2
	<i>Desarrollo y utilización de habilidades simples:</i>		
	1. Hacer una observación sistemática	×	×
	2. Hacer una medición precisa	×	×
	3. Identificar variables	×	×
	4. Controlar variables	×	×
	<i>El uso de técnicas apropiadas para:</i>		
	5. Recopilar datos	✓	✓
	6. Analizar datos	×	✓
	7. Interpretar datos	×	✓
	<i>El uso de herramientas apropiadas para:</i>		
	8. Recopilar datos	✓	✓
	9. Analizar datos	×	✓
	10. Interpretar datos	×	✓
Habilidades	<i>Usar la computadora para:</i>		
	11. Recoger datos y pruebas	✓	✓
	12. Mostrar datos e información	✓	✓
	13. Recoger datos e información	✓	✓
	14. Almacenar datos e información	✓	✓
	15. Organizar datos e información	✓	✓
	16. Recuperar datos e información	✓	✓
	17. Usar software apropiado	×	✓
18. Usar hardware apropiado	×	×	
	<i>Usar las matemáticas para:</i>		
	19. Implementar tareas de investigación	×	×
	20. Hacer preguntas científicas	×	×
	21. Responder a preguntas científicas	×	×
	22. Recopilar datos	×	×
	23. Organizar datos	×	×
	24. Estructurar explicaciones convincentes	×	×
	Total	8	13

Las habilidades promovidas en las actividades de IMP se agrupan según lo que propician: el desarrollo y utilización de habilidades simples, el uso de técnicas, el uso de herramientas, el





uso de equipos computacionales y el uso de las matemáticas. Cuando se analizaron las actividades, en varios casos fue necesario asignar la presencia de más de una habilidad debido a que se trataba de actividades más amplias o compuestas.

Por ejemplo, las actividades de búsqueda de información en distintas fuentes y las actividades de estructuración de información promovieron, respectivamente, habilidades relacionadas con el uso de técnicas para recopilar, analizar e interpretar datos provenientes de distintas fuentes. Las habilidades que promueven el uso de la computadora se identificaron en las actividades relacionadas con la búsqueda de información, la selección y organización de información y con la estructuración de información.

Las actividades de comunicación

Estas actividades permiten la puesta en común de los resultados obtenidos en el desarrollo del TpP y socializar aspectos relevantes de dicho proceso. Las actividades fueron “la exposición oral” y “la presentación de un programa radiofónico”. El nivel de indagación fue de tipo 3 ya que, a pesar de ser orientadas respectivamente por cada profesor, propiciaron que los alumnos participaran de manera activa proponiendo sus propias formas y estilos de presentación de información (tabla 5).

Las actividades de COM involucraron a los alumnos en habilidades asociadas con escuchar explicaciones por otros alumnos, el seguimiento de instrucciones y el resumen de resultados de otros equipos de trabajo. Algunos alumnos se apoyaron en la presentación de modelos físicos para representar los distintos tipos de movimientos de los sismos. También se identificó la promoción de habilidades que posibilitaron un sano diálogo en la puesta en común de lo desarrollado en el TpP. Por ejemplo, comentar el trabajo de otros alumnos respecto a su proyecto y reconocer las investigaciones de otros equipos de alumnos.

Tabla 5. Habilidades y niveles de indagación en las actividades de COM





	Proyecto del profesor...	Fabián	Irma	
	Nivel de indagación	3	3	
	1. Escuchar explicaciones por otros estudiantes	✓	✓	
	2. Reconocer el resto de las ideas	✓	✓	
	3. Aceptar el escepticismo de los demás con respecto a sus trabajos	✗	✗	
	<i>Comunicarse con los demás en relación con :</i>			
	4. Los procedimientos científicos	✗	✓	
	5. Las explicaciones científicas	✓	✓	
	6. Los métodos experimentales	✗	✗	
Habilidades	7. Seguimiento de instrucciones	✗	✗	
	8. Descripción de observaciones	✗	✓	
	9. Resumen de resultados de otros grupos	✗	✗	
	10. Comentar el trabajo de otros alumnos respecto a su investigación	✗	✓	
	11. Reconocer las explicaciones que otros alumnos presentan	✓	✓	
	12. Reconocer las investigaciones que otros alumnos presentan	✓	✓	
	13. Apreciar los procedimientos de investigación de otros estudiantes	✗	✓	
	14. Usar las matemáticas para presentar las tareas de investigación	✗	✗	
		Total	5	9

El análisis muestra la promoción de habilidades que refuerzan y propician la transmisión de información, dejando de lado la comunicación de aspectos relevantes en el desarrollo del proyecto que tienen carácter de científicos. También se dejaron de lado aquellas habilidades que propician el contraste, escepticismo y crítica a las ideas y explicaciones presentadas; habilidades importantes para la construcción social del conocimiento científico en el aula.

DISCUSIÓN

El TpP se incorporó en el currículo de ciencias mexicano para educación secundaria con la finalidad de promover que los alumnos se impliquen en procesos de indagación y de ser un contexto de aprendizaje para que puedan adquirir y desarrollar habilidades y actitudes relacionadas con las ciencias. El análisis de las actividades que articulan el desarrollo de experiencias de proyecto constituye una forma de identificar los aprendizajes que potencialmente se propician a través de dicha propuesta.





Las actividades que articularon las experiencias de TpP aquí analizadas están lejos de desafiar a los alumnos cognitivamente y de implicarlos en habilidades de naturaleza científica. En una visión en conjunto, el análisis sugiere que la información es el centro del TpP y no el abordaje de fenómenos naturales. Esto apunta, sin ser quizás una intención explícita, a que los profesores promuevan una enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales centrada en la búsqueda, selección, tratamiento y comunicación de información que deja de lado la resolución de problemas auténticos y el desarrollo de habilidades de carácter esencialmente científicas.

Los resultados anteriores no deben ser vistos como aspectos negativos de la práctica de los profesores participantes en el estudio, sino como un verdadero esfuerzo por innovar en la incertidumbre. Esto hace necesario poner el énfasis en otros elementos curriculares institucionales que no sólo pueden apoyar a sustentar y delimitar la propuesta de innovación, sino también apoyar a los profesores a construir estrategias que les ayuden a una implementación mucho más acorde con los fundamentos. Por ejemplo, en la formación continua de los profesores se podría propiciar que se involucren, participen y desarrollen genuinas prácticas de indagación científica. En estas prácticas se podrían incorporar ejemplos concretos de actividades de indagación cognitivamente desafiantes y emocionalmente estimulantes que, posteriormente, los profesores puedan implementar en sus contextos más cercanos.

Un aspecto que sobresale del análisis es la centralidad del libro de texto en la implementación del TpP, especialmente en la fase de planeación. Si bien todas las fases que articulan el desarrollo de un TpP tienen su debido valor, la de planeación es importante porque es la que permite despertar la curiosidad e inquietud de los alumnos por el objeto que será estudiado, así como comprometerlos con el abordaje del mismo. En este sentido, si el libro de texto es el referente para que los alumnos inicien un proyecto, es urgente valorar críticamente el contenido de las propuestas didácticas de dichos materiales para contrarrestar la percepción de ver a éstos como fuentes incuestionables de información pedagógica.

Es necesario continuar con la realización de análisis como el que aquí se presenta con el fin de aportar elementos que señalen la posibilidad que tienen los TpP de convertirse en una estrategia didáctica valiosa y memorable para la enseñanza de las ciencias.

NOTAS FINALES





El trabajo que aquí se presenta no es resultado de un estudio del INEE-México, sino parte de los resultados de la tesis de maestría del autor.

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS





- Al-Naqbi, Ali (2010). "The Degree to Wich UAE Primary Science Workbooks Promote Scientific Inquiry", *Research in Science & Technological Education*, 28 (3), 227-247.
- Bell, Randy; Smetana, Lara & Binns, Ian (2005). "Simplifying inquiry instruction: Assessing the inquiry level of classroom activities", *The Science Teacher*, 72 (7), 30-33.
- Blancas, José Luis (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.*
- Blancas, José Luis (2015). "Enseñanza de ciencias naturales en educación básica. Retos y perspectivas". *AZ Revista de Educación y Cultura*, Núm 91., marzo, 58-61.
- Brown, John; Collins, Allan & Duguid, Paul (1989). "Situated cognition and the culture of learning", *Educational Research*, 18 (1), 32-42.
- Cuervo, Alfonso (2009). *Ciencias 2. Física. México. Oxford, University Press.*
- Del Carmen, Luis (2000). "Los trabajos prácticos", en F. Perales y P. Cañal (Coords). *Didáctica de las Ciencias Experimentales: teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias. España. Edit. Marfil Alcoy, pág. 267-288.*
- Díaz-Barriga, Frida (2010). "Los profesores ante las innovaciones curriculares", *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 1 (1), pp. 37-57.
- 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 students", *Journal of Research in Science Teaching*, 41, 1021-1043.
- Postic, Marcele. y Katele, Jean-Marie de (2000). *Observar las situaciones educativas. Madrid. Edit. Narcea.*
- SEP (2006). *Programas de estudio. Asignatura Ciencias. Secundaria. Mexico-SEP.*
- SEP (2011). *Programas de estudio. Asignatura Ciencias. Secundaria. México-SEP.*

