

Vol. 18, Núm. 3, 2016

Enseñanza-aprendizaje de ciencia e investigación en educación básica en México

Teaching and Learning Science and Research in Elementary Education in Mexico

Ana Cuevas Romo (1) anacuevas@udec.edu.mx
Roberto Hernández Sampieri (1) investigacion@udec.edu.mx
Brenda Elizabeth Leal Pérez (1) bleal@udec.edu.mx
Christian Paulina Mendoza Torres (2) pau_mendoza@hotmail.com

(1) Universidad de Celaya

(2) Universidad Tecnológica

(Recibido: 18 de marzo de 2015; Aceptado para su publicación: 13 de agosto de 2015)

Cómo citar: Cuevas, A., Hernández, R., Leal, B. E. y Mendoza, C. P. (2016). Enseñanza-aprendizaje de ciencia e investigación en educación básica en México. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 18(3), 187-200. Recuperado de <http://redie.uabc.mx/redie/article/view/1116>

Resumen

El artículo analiza el panorama de la enseñanza-aprendizaje de la ciencia y de la investigación científica en escuelas de educación básica en México. Se aplicó un cuestionario estandarizado a 1,559 estudiantes, y una entrevista a 74 docentes y 35 directores de 35 escuelas primarias públicas y particulares en 14 ciudades del país, integrando tanto la enseñanza de las Ciencias Naturales y Sociales, como la indagación científica desde cualquier asignatura. Los resultados muestran un panorama alentador y retador al mismo tiempo; alentador porque los estudiantes muestran una actitud positiva y opinión favorable hacia la ciencia, y los docentes y directores muestran interés en la enseñanza de la investigación, y retador porque se identifican áreas por reforzar, tales como la importancia de la transversalidad en la enseñanza de la investigación, la pertinencia de las actividades para la enseñanza-aprendizaje, el aprovechamiento e incorporación de actividades de educación científica informal y la gestión educativa.

Palabras clave: Enseñanza de las ciencias, educación básica, México.

Abstract

This paper offers a general analysis of science teaching and learning and scientific research in elementary schools in Mexico. A standardized questionnaire was given to 1,559 students, and interviews were carried out with 74 teachers and 35 principals from 35 public and private elementary schools in 14 cities across the country. The questionnaire and interviews encompassed both the teaching of natural sciences and scientific inquiry in other subjects. The results point to an outlook that is both encouraging and demanding: encouraging because students show a positive attitude and a favorable view of science, and

teachers and principals show an interest in teaching research; but also demanding because some areas were identified that needed strengthening, such as the importance of cross-disciplinary research teaching, the suitability of teaching and learning activities, the use and incorporation of informal science education activities and education management.

Keywords: Science education, basic education, Mexico.

I. Introducción

Como parte del estudio “Evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje de la investigación científica en la educación básica en México”, realizado con apoyo del Fondo Sectorial para la Educación SEP-CONACYT convocatoria del Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE) 2011, este artículo muestra los resultados del panorama de la enseñanza-aprendizaje de la ciencia y la indagación científica en escuelas de educación básica en México, considerando a estudiantes, docentes y directores de escuelas públicas y particulares. Se integran tanto la enseñanza de las Ciencias Naturales y Sociales como la indagación científica desde cualquier asignatura (ya sea la relacionada con ciencias directamente o con materias que pueden coadyuvar al desarrollo de habilidades de investigación científica en ciertas actividades y temáticas). Esto obedece a que el estudio, en su conjunto, busca impactar en la enseñanza-aprendizaje de la indagación científica, de tal manera que se genere una cultura científica a nivel básico, no sólo mediante materias relacionadas con las ciencias experimentales o exactas, sino de manera general en la impartición de cada una de las asignaturas del plan académico.

La iniciativa para realizar este estudio surgió de la necesidad de complementar el conocimiento actual acerca de la enseñanza de la investigación científica en México. De acuerdo a Flores-Camacho (2012) los motivos por los cuales no se ha detonado el desarrollo científico en México son diversos, sin embargo, señala que uno de los orígenes más relevantes de este rezago se encuentra en la educación básica. Esta situación debe cambiar, lo cual hace “cada vez más necesario hacer una recapitulación y un análisis de lo que se ha realizado en los últimos años para mejorar la enseñanza de la ciencia, de lo que falta por hacer” (Flores-Camacho, 2012, p. 6).

La formación temprana del pensamiento científico puede reforzar el pensamiento crítico como herramienta para la toma de decisiones informada y la solución de problemas de los futuros ciudadanos (Murcia, 2009). Como se difundió en una campaña de la American Association for the Advancement of Science, nunca se es demasiado joven para comenzar en la ciencia (Roberts y Wassersug, 2009). En los últimos años ha habido un énfasis creciente en el desarrollo de habilidades de investigación científica, y es necesario recolectar e interpretar esas evidencias (Jeong, Songer y Lee, 2007).

1.1 Enseñanza-aprendizaje de la investigación en educación básica en México

En el siglo XIX se introdujo a la enseñanza básica la materia de Ciencias Naturales, específicamente el estudio de la Física y la Química. Más tarde se adicionaron otros temas con la finalidad de habituar a los estudiantes a la observación sistemática del entorno, experimentación y reflexión (Díaz, Flores y Martínez, 2007). Posteriormente la materia de Ciencias Naturales enfatizó tres ejes: lección de cosas, estudio de la naturaleza y ciencia elemental, para llegar a las tendencias que continúan desarrollándose hasta la fecha, que consisten en enseñar ciencia para contribuir al proceso individual y social del estudiante, o bien, enseñar ciencia para entender sus conocimientos y métodos (León, 2003).

Estas mismas tendencias las identifica Moreno (2005), quien las clasifica en *formación de investigadores* y *formación para la investigación*. La primera consiste en el proceso de enseñanza de la ciencia con la finalidad de que el estudiante se desempeñe en el ámbito científico; y la *formación para la investigación* consiste en “promover y facilitar, preferentemente de manera sistematizada, el acceso a los conocimientos, el desarrollo de habilidades, hábitos y actitudes, y la internalización de valores, que demanda la realización de la práctica de la investigación” (Moreno, 2005, p. 421). Y propone que se propicie desde los primeros años de la educación básica hasta licenciatura.

Candela (2005) señala que en la forma de enseñar y aprender ciencias hay diferencias que dependen de las características y contexto de la escuela, el perfil de los estudiantes y:

(...) de los estilos docentes, de la concepción que tiene cada maestro sobre lo que es enseñar y aprender, de su concepción sobre la ciencia y su enseñanza, de los espacios de participación que se pueden abrir en el trabajo experimental, de la experiencia que tenga en el manejo del grupo, en la conducción de distintos tipos de actividades y de su seguridad en el conocimiento del contenido que va a tratar y de la actitud que transmite al hacerlo, entre muchos otros factores (Candela, 2005, p. 7).

A pesar de ello, se identifica un incremento en el uso de actividades experimentales en la enseñanza de la Física y las Ciencias Naturales (Candela, 2005).

La enseñanza de la investigación a niños desde sus primeros años de educación representa una oportunidad para fomentar el desarrollo de sus potencialidades, en particular las relacionadas con la recolección, análisis e interpretación de la información, así como la búsqueda de respuestas a problemas derivados de las asignaturas señaladas como parte de su plan académico. De ello surge la necesidad de considerar la generación de capacidades y habilidades investigativas en el marco de la planeación académica de cada materia impartida (Bogoya, 2005).

En los planes y programas de estudio elaborados por la SEP en el año 2009 se incluye la enseñanza de las ciencias como una de las materias principales en donde el individuo aprende a desarrollar sus primeras habilidades investigativas como observar, explorar y comprender el mundo natural y social que los rodea. Y al mismo tiempo se incluyen las competencias para el aprendizaje permanente y para el manejo de la información, ambas relacionadas con el proceso de enseñanza-aprendizaje de investigación en un sentido amplio (SEP, 2009).

En el último programa de estudios elaborado por la SEP se busca no sólo continuar desarrollando las habilidades anteriores para comprender el mundo natural y social que los rodea, y establecer en ellos las bases para el desarrollo y formación científica a través de las asignaturas de "Exploración de la Naturaleza y la Sociedad" en los dos primeros grados y "Ciencias Naturales" de 3o. a 6o. de primaria; además, busca construir habilidades y actitudes positivas a la ciencia por medio de la toma de decisiones responsables e informadas, la reflexión sobre los alcances y límites del conocimiento científico y del quehacer tecnológico para mejorar las condiciones de vida de las personas (SEP, 2011a). El acuerdo número 592 señala que la asignatura de Ciencias Naturales propicia la formación científica básica de 3o. a 6o. de primaria. Los estudiantes se aproximan al estudio de los fenómenos de la naturaleza y de su vida personal de manera gradual y con explicaciones metódicas y complejas, y buscan construir habilidades y actitudes positivas asociadas a la ciencia (SEP, 2011b).

1.2 Actividades para la enseñanza-aprendizaje de la ciencia y la investigación

De la diversidad de actividades para la enseñanza-aprendizaje en la educación básica, muchas de ellas se implementan en las materias de ciencias y en otras materias en las que se busca formar las bases de las habilidades investigativas. La importancia de las actividades prácticas en el aprendizaje ha sido ampliamente investigada. En el caso específico de materias de ciencias, las actividades prácticas influyen de manera positiva en el interés de los estudiantes por aprender la temática a la que se refieren (Holstermann, Grube y Bögeholz, 2010). Sin embargo, se pretende dentro de este estudio atender también al aprendizaje no formal, aquel que se encuentra fuera de la currícula oficial, que busca consolidar una visión adecuada del quehacer científico y tecnológico.

Educación científica informal. La educación informal se refiere a la gama de actividades –tanto no estructuradas como educativas– que fomentan el aprendizaje. De acuerdo a la definición de la National Science Foundation (NSF, por sus siglas en inglés), la educación científica informal consiste en "actividades de aprendizaje voluntarias y autodirigidas, realizadas a lo largo de la vida, y motivadas principalmente por intereses intrínsecos, curiosidad, exploración, manipulación, fantasía, realización de tareas e interacción social" (NSF, 1997).

Este tipo de educación ocurre en ambientes extraescolares y provee experiencias y motivaciones que pueden ser la base para el aprendizaje posterior. Específicamente en ciencia, tecnología y matemáticas, las experiencias de aprendizaje informal ayudan a dar un sentido de diversión y asombro adicional a una mejor comprensión de los conceptos, temas, y procesos de pensamiento en disciplinas técnicas y científicas. La educación científica informal, es autodirigida, ya que cada aprendiz elige qué y cómo aprender con base en sus necesidades e intereses (Vázquez y Manassero, 2007).

Las actividades extraescolares relacionadas con la ciencia y la tecnología tienen un papel importante en el aprendizaje, “una enseñanza realmente significativa debería construirse también sobre las experiencias informales de los estudiantes, que suceden previa o paralelamente a los aprendizajes escolares” (Vázquez y Manassero, 2007, p. 3). Es así que el papel de la escuela consiste en integrar las actividades de educación científica informal con el currículo escolar para optimizar los aprendizajes.

1.3 Actitudes de los estudiantes hacia la ciencia

Por último, se consideró importante abarcar dentro del estudio a la “actitud hacia la ciencia”, ya que según (Fensham, como se cita en Vázquez y Manassero, 2008) son las inapropiadas y negativas actitudes, así como la falta de interés hacia las ciencias, los principales problemas de la enseñanza y aprendizaje de las mismas en la escuela y la investigación. Además, de acuerdo con Manzano (2012), una actitud positiva favorece el aprendizaje.

Las actitudes hacia la ciencia son definidas por Manassero y Vázquez (2001) como “las disposiciones, tendencias o inclinaciones a responder hacia todos los elementos (acciones, personas, situaciones o ideas) implicados en el aprendizaje de la ciencia”, las cuales, si son positivas, favorecen el aprendizaje y si son negativas lo dificultan.

El concepto de actitud hacia la ciencia ha sido utilizado por los investigadores como una categoría general e integral, que involucra una gran variedad de objetos de actitud, relacionados con la ciencia. Este estudio considera los siguientes objetos de actitud en la medida en que engloban la noción principal del término, según la revisión de la literatura: actitudes hacia la enseñanza-aprendizaje de las ciencias (Hernández et al., 2011, y Vázquez y Manassero, 1997); ante la institucionalidad escolar (Hernandez et al., 2011); su utilidad (Vázquez y Manassero, 1997) y la incidencia social (Vázquez y Manassero, 1997).

Actitudes hacia la enseñanza-aprendizaje de las ciencias: Agrado e interés de los estudiantes hacia los temas de ciencias, o bien, aquella disposición de los estudiantes a aprender ciencia y lo que se enseña sobre ciencias dentro de la currícula escolar (Hernández et al., 2011).

Actitudes ante la institucionalidad escolar: Se refieren a la didáctica de las ciencias dentro del aula, en otras palabras, a la forma de dar las clases por parte del docente (Hernández et al., 2011).

Utilidad: Refiere a los beneficios de la ciencia en la vida ordinaria o su razón práctica, ejemplo: el conocimiento sobre su cuerpo, el sistema solar, su medio ambiente (Vázquez y Manassero, 1997).

Incidencia social: Incluye los temas específicos de Ciencia y Tecnología con incidencia social, como: el mejorar la calidad de vida en el futuro, aportaciones a la salud pública, la creación de satélites o cohetes espaciales, etc. (Vázquez y Manassero, 1997).

Una conclusión al revisar la literatura es que se hace necesario un estudio que integre estas dimensiones para analizar de manera integral la enseñanza y aprendizaje de la ciencia y la indagación científica.

II. Método

El presente artículo forma parte de un estudio más amplio; esta fase de la investigación fue de tipo descriptivo, no experimental, transeccional (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

El estudio fue realizado en una muestra de estudiantes, docentes y directores de escuelas de educación básica públicas y particulares en México, específicamente en las ciudades de Aguascalientes, Celaya, Chiapas, Gómez Palacio, Guadalajara, Mérida, México D.F., Monterrey, Morelia, Puebla, Querétaro, Toluca, Villahermosa y Zacatecas.

Los instrumentos de recolección de datos fueron aplicados en 35 escuelas primarias: 17 públicas y 18 particulares. En cada una se entrevistó al director y a dos docentes, sumando un total de 35 directores y 74 docentes entrevistados. Se encuestó a 1,559 estudiantes de 5o. y 6o. El tipo de muestreo fue polietápico, ya que primero se hizo una selección de escuelas públicas y particulares en cada ciudad que accediera a participar, después se eligió de manera aleatoria al grupo de 5o. y 6o. a incluir en la muestra (los docentes que se incluyen fueron los docentes titulares de dichos grupos); posteriormente se aplicó el cuestionario a todo el grupo y cuando éste era mayor al tamaño de muestra asignado, se descartaron los casos sobrantes de manera aleatoria simple. Los criterios de inclusión fueron: Autorización por parte de la dirección de la escuela, consentimiento informado del director y docentes para participar de manera confidencial y anónima como entrevistados, y ser estudiantes regulares de 5o. o 6o. grado.

En cuanto a la muestra de estudiantes, se implementaron las estrategias que aseguraron que no se recabara ningún dato personal.

2.1 Recolección de datos

Se aplicaron tres cuestionarios estandarizados de naturaleza exploratoria, diseñados especialmente para el estudio con ítems abiertos y cerrados para recolectar los datos en campo, uno dirigido a estudiantes de 5o. y 6o. de primaria, otro a sus docentes y uno más a sus directores. Los ítems que presentaron opciones de respuesta cerrada fueron de diversos tipos: algunos requerían seleccionar una opción, otros indicaban ordenar las opciones y unos más fueron de tipo Likert. En el caso de las preguntas de los instrumentos diseñadas especialmente para esta investigación, las opciones de respuesta fueron determinadas con base en los resultados de la prueba piloto.

El cuestionario para estudiantes incluyó reactivos relacionados al perfil demográfico, la percepción de las materias y de la ciencia, las actividades de enseñanza-aprendizaje de la ciencia, la educación científica informal y la actitud hacia la ciencia. Las preguntas demográficas y aquellas relacionadas con la percepción sobre las materias y la ciencia fueron diseñadas especialmente para este cuestionario a través de la revisión de la literatura, sesiones de trabajo y de la prueba piloto. En cuanto a las preguntas sobre las actividades de enseñanza-aprendizaje de la ciencia algunos ejemplos que se indagaron son: asistencia a eventos especiales para aprender ciencias, búsqueda de información en diferentes fuentes, experimentos, entrevistas, maquetas, entre otras. La sección sobre educación científica informal estuvo basada en Nortés y De Pro (2010) y se preguntó sobre el uso de juguetes, videojuegos, juegos de computadora, páginas de Internet, canales de televisión y revistas sobre ciencia.

La sección relativa a la actitud hacia la ciencia del cuestionario de estudiantes estuvo basada en el cuestionario View on Science-Technology-Society (Aikenhead y Fleming, 1989); el Cuestionario de Opiniones, sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (Rubba y Harkness, 1996), el Protocolo de Actitudes hacia las Ciencias (PAC) (adaptación al español del Protocolo de actitudes hacia la ciencia desarrollada por Wareing en 1982 por Vázquez y Manassero, 1997), y el instrumento utilizado por Hernández et al. (2011). Se seleccionaron los ítems más representativos y de más fácil comprensión, y se hicieron las modificaciones pertinentes para su adaptación al vocabulario mexicano.

Se realizó un análisis de factores por componentes principales para identificar la validez de constructo de la actitud hacia la ciencia de estudiantes. Dicho análisis proporcionó un solo factor significativo (ver tabla I) que se denominó *actitud hacia la enseñanza-aprendizaje de la ciencia*, dicho factor se conformó con base en aquellos ítems que contaron con una ponderación mayor a 0.4 de la matriz de componentes y que tenían relación con la teoría revisada referente a la *actitud hacia el aprendizaje de las ciencias y la actitud*

hacia la enseñanza de las ciencias.¹ Se consideraron cargas factoriales significativas aquellas de 0.40 o superiores, dado el tamaño de la muestra (n=1,559).²

Tabla I. Matriz de componentes^a

	Componente			
	1	2	3	4
A. Qué tan de acuerdo estás con: Aprender ciencias es interesante.	.507	.423		
B. Qué tan de acuerdo estás con: Me gustan los temas de Ciencias Naturales.	.520			
C. Las ciencias no tienen nada de interesante.	.657			
D. Aprender ciencias es aburrido.	.686			
E. Qué tan de acuerdo estás con: La forma de dar la clase de ciencia es divertida.	.412	.466		
F. Creo que la clase de Ciencias Naturales debería ser más práctica, más actividades.				.758
G. Qué tan de acuerdo estás con: Siento que lo que aprendo en Ciencias Naturales me sirve.	.487			
H. Qué tan de acuerdo estás con: La ciencia nos ayuda a resolver problemas.		.401		
I. No creo que sea importante lo que aprendemos en Ciencias Naturales.	.685			
J. La ciencia no nos ayuda a prevenir catástrofes.			.439	
K. La ciencia no me ayuda a pensar mejor.	.539			
L. Qué tan de acuerdo estás con: La ciencia es muy fácil.		.445		
M. Qué tan de acuerdo estás con: La ciencia es el medio para conocer el mundo donde vivimos.				
N. La ciencia es muy difícil de aprender.	.471			
O. Qué tan de acuerdo estás con: La curiosidad es esencial en las ciencias.			.410	
P. Las ciencias no tienen mucho interés para los que no son científicos.	.530			
Q. Qué tan de acuerdo estás con: Las ciencias nos defienden de los que tratan de engañarnos (adivinos, brujas...).			.482	

Método de extracción: Análisis de Componentes Principales.

^a. 4 componentes extraídos

Los cuestionarios para docentes y directores contaron con un total de 26 preguntas que indagan la información cuantitativa y cualitativa para conocer su percepción y experiencia con el proceso de la enseñanza de investigación a través de los planes de estudio de educación básica, en 5o. y 6o. grado.

Los tres cuestionarios (estudiantes, docentes y directores) fueron evaluados en la prueba piloto, que se realizó con 133 estudiantes, 4 docentes y 2 directores.

La aplicación de los cuestionarios a estudiantes fue realizada en los salones de clase, fue de tipo auto-llenado con la dirección y guía del investigador de campo. La duración aproximada fue de media hora. Los cuestionarios para profesores y directores se aplicaron en un espacio asignado por cada escuela, de manera individual y cara a cara con el entrevistado. La duración de respuesta varió entre 20 y 40 minutos.

III. Resultados

A continuación se presentan los resultados que describen el panorama de la enseñanza-aprendizaje de la ciencia en escuelas de educación básica en México, considerando a estudiantes, docentes y directores de escuelas públicas y particulares que participaron en el estudio. Los porcentajes reportados se refieren a la totalidad de respuestas válidas, se omiten los datos perdidos y sin respuesta.

3.1 Estudiantes

De los 1,559 estudiantes entrevistados, el 49.1% son niños y 50.9% niñas. Un 49.4% de ellos estudia 5o. grado y 50.6% cursa 6o. grado de primaria. El 48.3% son estudiantes de escuelas primarias públicas y 51.7% de escuelas primarias particulares.

¹ Se rotaron los factores y no se encontró una solución significativamente diferente.

² De acuerdo con criterios rigurosos esto se considera válido con muestras por encima de 200 casos (Hernández, Méndez y Mendoza, 2014; Hair, Black, Babin y Anderson, 2009; Muñoz, Monroy y Chávez, 2009).

Percepción de las materias. En cuanto a las materias curriculares, hay congruencia entre las materias que más les gustan y aquellas en las que perciben que aprenden más (ver tabla II), ya que las materias que ellos señalan como las que más les gustan son Matemáticas (30.5%), Ciencias Naturales (28.3%) y Español (21.3%).³ Y las que perciben como las materias en las que aprenden más son Matemáticas (38%), Ciencias Naturales (30.5%), Español (10.9%), Historia (10.1%) y otras (10.5%).

Tabla II. Percepción de sus materias

Materia	¿Cuál es la materia que más te gusta? (%)				¿En qué materia crees que aprendes más?
	1a. mención	2a. mención	3a. mención	Total acumulado	
Español	21.3	18.9	16.5	56.7	10.9
Matemáticas	30.5	15.9	11.0	57.4	38.0
Ciencias Naturales	28.3	26.8	19.6	74.7	30.5
Geografía	3.2	6.6	11.7	21.5	2.4
Historia	8.5	12.9	14.5	35.9	10.1
Formación Cívica y Ética	3.8	10.7	13.2	27.7	5.7
Educación Artística	4.4	8.2	13.5	26.1	2.4
Total	100	100	100	300	100

Los motivos más mencionados por los cuales ciertas materias les gustan más son: divertida/interesante (21.9%), aprendo (16.9%), uso y aplicación de los temas vistos (9.9%), los proyectos (9.5%), gusto por las estrategias de enseñanza (6.2%), los experimentos (6.1%), y otros (29.5%), como ayudar a pensar, temas fáciles, los ejercicios, los juegos y aprender a resolver problemas. Cuando se les pregunta acerca de la razón por la cual consideran que en cierta materia aprenden más, casi la mitad (46.8%) señala que les gusta y es interesante, seguida por la percepción de que el maestro explica bien (15.1%), consideran que lo que aprenden lo van a usar/aplicar (8.8%), los temas son sencillos y los entienden (8.3%) y otros motivos diversos con menor porcentaje (21.1%).

Percepción de Ciencias Naturales. Específicamente sobre la materia de Ciencias Naturales, se les preguntó a la muestra de estudiantes qué tanto les agradaba, la respuesta es consistente con los resultados a las preguntas previas, ya que más de la mitad (68.1%) mencionó que la materia les gusta mucho, una cuarta parte (28.3%) dijo que algo, unos cuantos estudiantes (2.9%) respondió que les gusta poco y menos del 1% mencionó que nada.

Sobre los aspectos que les gustan de dicha materia, la mayoría de los estudiantes mencionaron más de uno: los temas son interesantes (64.7%), las actividades (57.7%), aprende cosas nuevas (55.1%), los proyectos (52%), trabajar en equipo (49.3%), la forma en que el maestro da la clase (36.8%), es fácil de entender (34.4%), es divertida (30.9%), por los ejercicios del libro (22.8%). Por otro lado, los aspectos que no les gustan de Ciencias Naturales son: los temas (11.4%), es difícil (11.3%), trabajar en equipo (10.5%), los proyectos (6.5%), consideran que lo que aprenden no lo van a aplicar (6.2%), no la disfrutan (5.8%), los experimentos (5%), es aburrida y no es interesante (3.6%), cómo da la clase el maestro (3.4%). Ambas preguntas podían tener respuestas múltiples, y se obtuvieron 6,355 menciones de aspectos de la materia de Ciencias Naturales que sí les gustan, y 987 menciones de aspectos que no les gustan, lo que da una razón de 6.4 aspectos que sí les gustan a 1 que no les gusta.

Actividades para la enseñanza-aprendizaje de la ciencia y la investigación. Casi la totalidad de los estudiantes encuestados (98.8%) mencionó haber realizado investigaciones como parte de actividades y tareas escolares, de ellos, al 93.1% le gustó y 82.3% mencionó que les fue fácil llevarla a cabo. De la lista de actividades para la enseñanza-aprendizaje de la ciencia y la investigación que se muestra en la tabla III, se les pidió a los estudiantes que señalaran si en el último año habían realizado cada una de ellas y si les había gustado o no. Las actividades más realizadas fueron: trabajos en equipo (98.4%); búsquedas de

³ Estos porcentajes corresponden a la primera mención de los encuestados, la cual refleja la respuesta que de manera más espontánea proporciona el encuestado. En la tabla se incluye también la segunda y tercera mención, así como el total acumulado para poner de manifiesto la jerarquización de las preferencias de los encuestados.

información en Internet, libros, revistas, periódicos, folletos, etc. (96.4%), experimentos (94.1%) y maquetas (93.9%). De las actividades incluidas en dicha lista, las de mayor porcentaje de estudiantes que mencionó que les gusta realizar son: experimentos (89.3%), trabajos en equipo (89.2%), y maquetas (87%).

Tabla III. Realización y gusto por las actividades relacionadas con aprendizaje de investigación

Actividad	Ha realizado esta actividad		No ha realizado esta actividad
	Sí le gustó	No le gustó	
Ha asistido a eventos especiales para aprender ciencias	62.0	5.4	32.6
Ha asistido a museos	81.5	5.1	13.4
Ha asistido a parques, plazas, empresas, fábricas y otros lugares para aprende	85.2	4.6	10.2
Ha realizado búsquedas de información en internet, libros, revistas, periódicos, folletos, etc.	85.0	11.4	3.6
Ha realizado experimentos	89.3	4.8	5.9
Ha realizado encuestas y/o entrevistas	79.8	8.9	11.3
Ha realizado maquetas	87.0	6.9	6.1
Ha hecho observaciones y registrado lo que observaste en diarios, bitácoras o fichas de trabajo	57.4	9.3	33.3
Ha visto películas o videos sobre ciencias	76.9	12.7	10.4
Ha hecho trabajos en equipo	89.2	9.2	1.6

De las 10 actividades enlistadas, los estudiantes encuestados han realizado 8.45 de ellas, el 27.5% las ha realizado todas y el 28.1% ha realizado nueve de ellas, es decir, más de la mitad ha realizado 9 o 10 de las 10 actividades enlistadas, esto muestra la diversidad presente en el aula de las escuelas de la muestra.

Educación científica informal. Respecto a la educación científica informal 37.7% de los estudiantes cuenta con juguetes que tienen que ver con las ciencias (telescopio, microscopio, juego de química, etc.). Un 37.5% conoce algún juego de computadora, *tablet* o consola relacionado con la ciencia. El 32.8% conoce alguna página de Internet sobre ciencia, el 55.4% ha leído revistas sobre ciencia y el 84.8% ve canales de televisión con contenido científico.

Actitud hacia la ciencia. En la escala de actitud hacia la ciencia diseñada en el instrumento de recolección en un rango de 1 a 4, donde 1 es la actitud menos favorable y 4 la más favorable, la respuesta promedio de los estudiantes fue de 3.14, lo que refleja una actitud positiva hacia la ciencia, como se detalla en la figura 1.

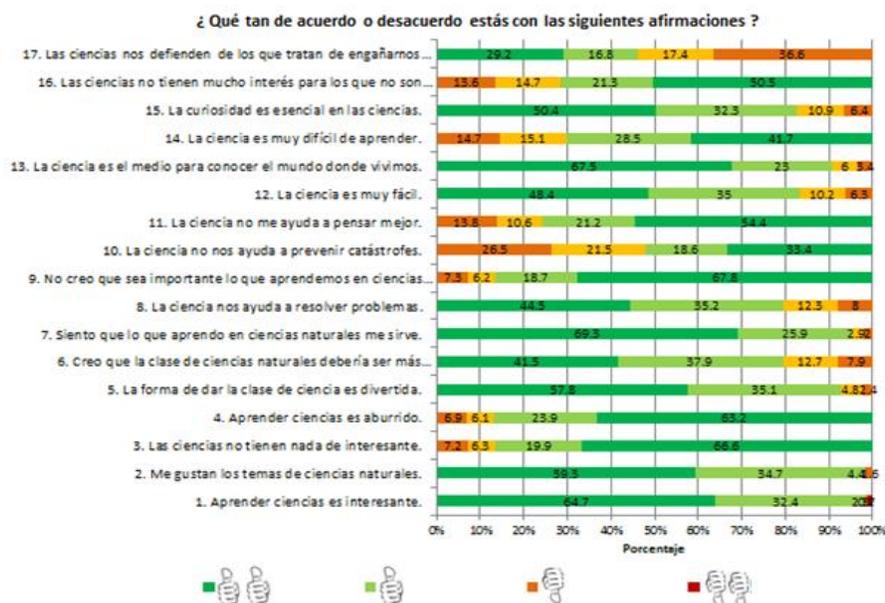


Figura 1. Actitud de los estudiantes hacia la ciencia

Para la medición de la actitud asociada a la ciencia se utilizó la escala de Likert. En la figura se representa la actitud más negativa con el color rojo y dos pulgares hacia abajo, la actitud negativa con el color naranja y un pulgar hacia abajo, la actitud positiva con el color verde claro y un pulgar hacia arriba, y la actitud más positiva con el color verde oscuro y dos pulgares hacia arriba.

3.2 Docentes

Se entrevistó a los docentes de estudiantes encuestados, un total de 74 docentes (36 de escuelas primarias públicas y 38 de particulares). Los entrevistados tienen en promedio 14.89 años de experiencia docente y actualmente atienden a un promedio de 29.91 estudiantes en su salón; 25.7% son hombres y 74.3% mujeres.

Se les preguntó en cuál materia enseñan a investigar, la mayoría mencionó Ciencias Naturales (95.9%) e Historia (93.2%), seguidas de Geografía (82.4%) y Español (82.4%). La materia en la que menos profesores mencionan enseñar a investigar es Matemáticas (37.8%).

Se les mencionó una lista de actividades para la enseñanza-aprendizaje de la ciencia e investigación, y se les preguntó si utilizaban cada una, la frecuencia y un ejemplo (tabla IV). Se observa que las actividades que la mayoría de los docentes mencionó haber realizado con sus estudiantes son: búsqueda de información en internet, libros, revistas, periódicos, folletos, etc. (98.6%); búsqueda en mapas (97.2%); experimentos (94.5%); maquetas (91.4%) y registro de actividades u observación en diarios (85.5%).

Al preguntarles sobre lo que representa mayor dificultad para sus estudiantes en el proceso de investigación, los docentes mencionan principalmente el análisis de la información (59.5%), la creación de preguntas o hipótesis (50%) y la creación de dispositivos o modelos (45.9%).

Por último, respecto a la formación continua y capacitación en materia de enseñanza de la investigación, 25 docentes entrevistados sí reciben cursos de capacitación en periodos variables y 42 docentes no. La mayoría considera que la capacitación ayudó al cumplimiento de los objetivos del programa de ciencias.

Recursos y apoyos didácticos	¿Lo utiliza? Docentes Porcentaje		¿Con qué frecuencia? Docentes que dijeron que sí utilizan el recurso						¿Qué tanto apoya la formación para la investigación? Docentes que sí lo utilizan			
	Sí	No	Más de una vez al mes	Una vez al mes	Varias veces al semestre	Una vez al semestre	Una vez al año	Menos de una vez al año	Nada	Poco	Algo	Mucho
Búsquedas de información en Internet, libros, revistas, periódicos, folletos, etc.	98.6	1.4	75.7	13.5	8.1	0	2.7	0	1.4	0.0	16.7	81.9
Experimentos	94.5	5.5	23.9	25.4	36.6	9.9	1.4	2.8	2.9	4.3	28.6	64.3
Visitas a lugares virtuales: bibliotecas digitales, museos virtuales, Google Earth, etc.	69.0	31.0	42.6	16.7	16.7	9.3	7.4	7.4	5.6	5.6	27.8	61.1
Realización de encuestas y/o entrevistas	80.3	19.7	18.5	38.9	24.1	9.3	5.6	3.7	4.9	3.3	37.7	54.1
Realización de maquetas	91.4	8.6	13.6	12.1	45.5	22.7	6.1	0	1.5	4.6	30.8	63.1
Registro de actividades u observaciones en diarios	85.5	14.5	62.1	10.3	15.5	6.9	1.7	3.4	3.3	3.3	31.1	62.3
Búsquedas en mapas	97.2	2.8	53.7	22.4	19.4	4.5	0	0	2.9	5.7	25.7	65.7
Ferias de ciencia en la escuela	50.0	50.0	12.8	7.7	5.1	15.4	43.6	15.4	4.9	12.2	17.1	65.9
Ferias de ciencia fuera de la escuela	16.2	83.8	4.3	13.0	4.3	13.0	13.0	52.2	21.4	14.3	17.9	46.4
Ferias ambientales	31.9	68.1	16.1	9.7	6.5	12.9	32.3	22.6	14.3	3.6	32.1	50.0
Feria Internacional de libros	52.2	47.8	13.5	13.5	2.7	8.1	43.2	18.9	12.1	18.2	21.2	48.5
Visitas a museos	67.1	32.9	6.0	6.0	20.0	20.0	42.0	6.0	6.0	4.0	22.0	68.0
Actividades en parques, plazas o aire libre	44.1	55.9	5.0	5.0	17.5	22.5	22.5	27.5	7.5	7.5	32.5	52.5
Visitas a empresas, oficinas, instituciones	34.8	65.2	0.0	2.7	8.1	10.8	40.5	37.8	15.8	5.3	23.7	55.3

3.3 Directores

De los 37 directores entrevistados, 45% son hombres y 54% son mujeres. La edad promedio es de 53 años, con una máxima de 75 años y una mínima de 27. Al preguntarles acerca de los años de experiencia como directores, la media fue de 10 años. El 48% dirige escuelas públicas y el 51% particulares.

En cuanto a los grados académicos, 31 directores estudiaron licenciatura y 6 no contestaron, 14 estudiaron una maestría o se encuentran cursándola, 2 tienen doctorado, 10 tienen una especialidad y 7 algún diplomado.

En relación a los programas que impulsan la enseñanza de investigación se les preguntó si había alguno que se estuviera desarrollando en ese momento en la escuela, el 34.3% mencionó que sí lo había y el 65.7% que no. De estos últimos, el 81.1% considera que sí han pensado o están interesados en planear y desarrollar actividades para fomentar la investigación en la escuela, pero el 9.1% no lo tiene planeado. Los directores que están interesados en desarrollar actividades para fomentar el aprendizaje de la investigación y la ciencia lo justifican con las siguientes razones: Consolidación del proceso educativo de los estudiantes (37%), importancia de la investigación en la vida (33%), es necesario fomentar el pensamiento crítico, la creatividad y el espíritu científico (30%). Dos directores no están interesados en desarrollar dichas actividades debido a la falta de tiempo derivada de las actividades con las cuales deben cumplir como parte del programa, y otros dos indicaron que están planeando pero no se han implementado.

El 60% de los directores de la muestra menciona que el área docente es quien planea las actividades en la escuela para fomentar el aprendizaje de la investigación en los estudiantes, un 17.1% que son organismos públicos o privados y ferias científicas quienes impulsan estas actividades, el 11.4% señaló que los estudiantes con la guía de los docentes son quienes lo hacen, 8.6% consideró que ellos como directores son los encargados de liderar la actividad, y 2.9% recurre a personas externas para ello.

Al preguntarles sobre la elección de referencias bibliográficas para la impartición de materias en las cuales se otorgan temas de investigación, mencionan consultar más de un tipo de fuentes (multi-respuesta): se considera la elección que hacen los docentes (59.5%), las fuentes sugeridas en los planes de estudio (56.8), las referencias asignadas por la SEP (24.3%), son ellos quienes la determinan (13.5%) y las que recomiendan los docentes y padres de familia (8.1%).

Los directores mencionaron que los estudiantes de 5o. y 6o. de sus respectivas instituciones han participado en diversas actividades para fomentar la investigación, entre las cuales se enfatizan las siguientes, derivadas de la tendencia de experiencias narradas durante el levantamiento de datos: Actividades de reciclaje, integración de un proyecto resultado de diversas actividades de indagación de cada materia, eventos de ciencia y tecnología que promueven organismos públicos entre ellos la SEP, así como universidades privadas donde se presentan los mejores proyectos de investigación, ferias de ciencia organizadas por la escuela, y concursos de ciencias organizados por zonas escolares.

Se cuestionó a los directores acerca de la capacitación que reciben los docentes en materia de investigación, ciencia y tecnología, 37.8% mencionó que sí se imparte, mientras que más de la mitad señaló que no. Los directores señalan que la forma de determinar los temas de capacitación en investigación, ciencia y tecnología la realizan ellos mismos, se planea en conjunto con los docentes y la SEP determina los temas.

Acerca de cómo efectuaban la asignación de recursos didácticos para la enseñanza de investigación y ciencia, más de la mitad indica que no se determina un monto para dicho rubro. Quienes mencionaron sí asignar recursos, anotaron montos que van desde 1,000 pesos hasta un caso de 30,000. Las formas de asignarlos se pueden clasificar como se detalla a continuación: dependen de la planeación de los docentes para el grado escolar, análisis curricular de cada ciclo escolar, el material se le solicita a los padres de familia.

Se les preguntó abiertamente cuáles eran los obstáculos que enfrentaban los docentes en la impartición de temas de investigación, entre las principales respuestas destacan: Falta de apoyo de los padres de familia, falta de herramientas didácticas para generar actividades que fomenten la investigación, carencia de competencias y habilidades docentes para enseñar investigación, programas académicos rígidos, y falta de tiempo y bastas actividades administrativas.

IV. Discusión y conclusiones

El artículo tiene un alcance exploratorio con algunas restricciones, como ser un estudio basado en el reporte de la propia experiencia de estudiantes, docentes y directores, lo que hace necesario realizar nuevas indagaciones que observen lo que sucede en el aula con datos de primer orden, sin la mediación de un cuestionario de percepciones.

Los resultados son alentadores al tiempo que representan un reto, en primer lugar porque los estudiantes que participaron en el estudio muestran una actitud positiva hacia la ciencia y una opinión favorable hacia materias como Ciencias Naturales y Matemáticas. Esta actitud positiva debe ser aprovechada para la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia y la tecnología, así como para la continua formación de las vocaciones científicas y posibles futuros investigadores, ya que esta dimensión actitudinal otorga a las ciencias y la investigación un mayor interés, motivación, facilidad de aprendizaje, relevancia social y personal, utilidad para la vida al comprender su entorno y generar soluciones a problemas actuales, una mayor comprensión de la ciencia y la tecnología, lo que contribuye significativamente a la alfabetización científica para todas las personas (Manassero y Vázquez, 2001 y 2008). Asimismo, promover gracias a las ciencias, valores, mejorar la autoestima, y formar individuos capaces de trabajar en equipo, con pensamiento crítico, sentido de la responsabilidad y la conservación del ambiente (Barojas, 1997). El reto es capitalizar esa actitud positiva hacia la ciencia para superar la brecha en la formación de habilidades investigativas y científicas en la que se encuentra México (Flores-Camacho, 2012). Para ello se pueden tomar en consideración los siguientes hallazgos del estudio:

Las materias en las que los docentes señalan que enseñan investigación son principalmente Ciencias Naturales, Historia y Geografía; sin embargo, la enseñanza puede ser transversal entre cursos, y se puede aprender a investigar en cualquier materia (Bogoya, 2005; Moreno, 2005).

Existe una amplia gama en la forma de enseñar y aprender ciencia e investigación, como lo muestran los resultados en congruencia con Candela (2005). Sin embargo, tanto los resultados como la literatura evidencian que los aprendizajes que involucran de manera activa a los estudiantes y que son de su interés, así como los que se puede identificar su aplicación, son los que generan un aprendizaje más significativo de acuerdo a la percepción de estudiantes y docentes (Holstermann, Grube y Bögeholz, 2010). En específico, el aprendizaje basado en proyectos y experimentación fueron mencionados por estudiantes y docentes, tanto como motivo por el cual les gusta la materia de Ciencias Naturales, como actividad de las que les gusta realizar.

También las actividades de educación científica informal reflejaron ser una alternativa que debe ser considerada para el aprendizaje de la ciencia en congruencia con la literatura (Vázquez y Manassero, 2007, Nortes y De Pro, 2010).

Y por otra parte, algunos docentes y directivos señalan su preocupación por la falta de competencias y habilidades docentes para enseñar investigación. En paralelo se encuentra la ausencia motivacional de la familia, mencionada por los directores como primer factor al cuestionarles acerca de las dificultades que tenían los estudiantes para aprender a investigar.

Finalmente, el reto de la gestión educativa en estos procesos es evidente. Por una parte, los directores de la muestra expresan interés, sin embargo se encontraron pocos ejemplos concretos de sistemas específicos para la enseñanza-aprendizaje de la investigación en sus escuelas. Incluso se detectó la inconsistencia en las opiniones de docentes y directores en cuestiones relacionados con las actividades y proyectos institucionales encaminados a formar la cultura científica en los estudiantes, lo cual confirma la

ausencia oficial de estos programas.

Se sugiere generar acciones para promover visitas, pláticas o actividades con especialistas y profesionistas que hablen de su experiencia y la importancia del desarrollo de competencias investigativas para la vida laboral y cotidiana. Para ello es necesario que la sociedad se involucre, principalmente las autoridades educativas, organismos públicos y privados, lo que nos lleva al punto de partida de esta investigación: la necesidad de continuar fortaleciendo la cultura científica y tecnológica desde las escuelas de nivel básico con la convicción de que no es tarea limitativa de los actores educativos sino de toda la sociedad con los desafíos que esto representa.

Agradecimientos

Esta investigación fue realizada gracias al financiamiento del Fondo Sectorial para la Educación SEP-CONACYT, Convocatoria INEE-2011 y al apoyo institucional de la Universidad y su Rectora. Agradecemos a Miriam López Barroso su colaboración en la coordinación del trabajo de campo a nivel nacional, y a los investigadores de campo, así como a los directores, docentes y estudiantes que participaron.

Referencias

Aikenhead G. S., Ryan A. G. y Fleming R. (1989). *Views on science-technology-society*. Recuperado de <http://www.usask.ca/education/profiles/aikenhead/webpage/vosts.pdf>

Barojas, J. (1997), Enseñanza de las ciencias experimentales en el nuevo plan de estudios del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) de la UNAM, en G. Waldegg y D. Block (Coords.). *Estudios en Didáctica* (pp. 161-170). México: COMIE/ Grupo editorial Iberoamérica.

Bogoya, D. (2005). Competencias y evaluación. *Educación Superior*, 5, 1-20.

Candela, A. (2005). Aportes de la investigación educativa y retos actuales de la enseñanza de la Física. *Revista Electrónica Sinéctica*, 27, 1-12.

Díaz, M., Flores, G. y Martínez, F. (2007). *Pisa 2006 en México*. México: INEE.

Flores-Camacho, F. (Coord.). (2012). *La enseñanza de la ciencia en la educación básica en México*. México: INEE.

Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J. y Anderson, R. E. (2009). *Multivariate data analysis*. NJ: Prentice-Hall.

Hernandez, V. et al. (2011). La actitud hacia la enseñanza y aprendizaje de la ciencia en alumnos de Enseñanza Básica y Media de la Provincia de Llanquihue, Chile. *Estudios Pedagógicos*, 37(1), 71-83.

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México: Mc Graw Hill.

Hernández, R., Méndez, S. y Mendoza, C. P. (2014). *Metodología de la investigación*. Recuperado de http://novella.mhhe.com/sites/000001251x/information_center_view0/

Holstermann, N., Grube, D. y Bögeholz, S. (2010). hands-on activities and their influence on students' interest. *Research in Science Education*, 40(5), 743-757.

Jeong, H., Songer, N. y Lee, S.Y. (2007). Evidentiary competence: sixth graders' understanding for gathering and interpreting evidence in scientific investigations. *Research in Science Education*, 37(1), 75-97.

- León, A. (2003). El currículo como estructura: una visión retrospectiva, en A. D. López (Coord.) *Saberes Científicos, Humanísticos y Tecnológicos: procesos de enseñanza y aprendizaje*. México: COMIE-CESU-SEP.
- Manzano, A. (2012). *Actitudes hacia la ciencia en primaria y secundaria* (Tesis doctoral). Universidad de Murcia, España.
- Manassero, M. A. y Vázquez, A. (2001). Instrumentos y métodos para la evaluación de las actitudes relacionadas con la ciencia, la tecnología y la sociedad. *Red de Información Educativa*, 20(1), 15-27.
- Moreno, G. (2005). Potenciar la educación. Un currículum transversal de formación para la investigación. *Revista Electrónica Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 3(1).
- Muñoz, S., Monroy, L. y Chávez, C. (2009). *Análisis factorial: una técnica para evaluar la dimensionalidad de las pruebas*. México: Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior.
- National Science Foundation. (1997). *Informal science education. Supplements to active research awards*. Recuperado de <http://www.nsf.gov/pubs/1997/nsf9770/isesupl.htm>
- Nortes, R. y De Pro, A. (2010). *Actitudes hacia las ciencias de los alumnos de educación primaria de la región de Murcia*. Recuperado de http://www.um.es/c/document_library/get_file?uuid=d3208f27-20f1-4da5-af3a-975da73e1853&groupId=299436
- Roberts, L. y Wassersug, R. (2009). Does doing scientific research in high school correlate with students staying in science? A half-century retrospective study. *Research in Science Education*, 39(2), 251-256.
- Rubba, P. y Harkness, W.J. (1996). A new scoring procedure for the Views on Science-Technology-Society instrument. *International Journal of Science Education*, 18(4), 387-400.
- Secretaría de Educación Pública (2009). *Plan de estudios 2009: Educación básica*. Recuperado de <http://basica.sep.gob.mx/dgdc/sitio/pdf/inicio/matlinea/PLANPRI2009.pdf>
- Secretaría de Educación Pública (2011a). *Plan de estudios 2011: Educación básica*. México: Dirección General de Desarrollo Curricular.
- Secretaría de Educación Pública (2011b). *Acuerdo número 592 por el que se establece la Articulación de la Educación Básica*. México: Comisión Nacional de Libros de Texto Gratuitos
- Vázquez A. y Manassero M. A. (1997). Una evaluación de las actitudes relacionada con las ciencias. *Enseñanza de la Ciencia*, 15(2), 199-213.
- Vázquez, A. y Manassero, M. A. (2007). Las actividades extraescolares relacionadas con la ciencia y la tecnología. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 9(1). Recuperado de <http://redie.uabc.mx/redie/article/view/156>