



# ACTIVIDADES DOCENTES QUE PROMUEVEN EL DESARROLLO DE HABILIDADES EN CONTEXTOS DE INDAGACIÓN PARA LA EDUCACIÓN EN CIENCIAS EXPERIMENTALES

**FLOR DE MARÍA REYES CÁRDENAS**

FACULTAD DE QUÍMICA, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
fmreyes@unam.mx

**ANDONI GARRITZ RUIZ**

FACULTAD DE QUÍMICA, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
andoni@unam.mx

## Resumen

Es este trabajo se documentan y analizan las actividades que realizan los docentes para conducir prácticas basadas en la indagación. Es un estudio de caso que aporta información que puede apoyar a la formación, comprensión, mejora e implementación de actividades basadas en la indagación como lo propone la Secretaría de Educación Pública que se espera que el docente guíe a los alumnos a través de preguntas. Se documentó la actividad docente a partir de sesiones grabadas en audio y video con un instrumento llamado "inventario", y con base en este se generó un modelo de interacciones en las conversaciones llevadas a cabo en el aula, que permite seguir el proceso de construcción de conocimiento que se lleva a cabo en una sesión de trabajo, y también permite hacer inferencias sobre los modelos de interacciones. Esto sugiere posibles implicaciones en la enseñanza de la ciencia relevantes para el desarrollo integral del alumno y del docente en actividades de indagación.

**Palabras clave:** Educación en ciencias, actividades docentes, desarrollo de habilidades, indagación.

## INTRODUCCIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

De acuerdo con Flores *et al.* (2003, 2007) los docentes que imparten ciencia tienen un dominio insuficiente de su disciplina y sus concepciones de aprendizaje se encuentran cercanas a la





escuela positivista, esto es, lejos de las bases de aprendizaje de la construcción del conocimiento que se presentan en la Reforma Educativa (SEP, 2011).

De acuerdo con la Academia Nacional de Ciencias (NAS, 2003) de Estados Unidos de América, uno de los problemas de la enseñanza transmisiva es que no se aprovechan las interacciones profesor-alumno en el aula para desarrollar habilidades en los estudiantes, como resolver problemas, comunicarse y cultivar las habilidades de pensamiento.

La educación en ciencias en México, de acuerdo con las últimas evaluaciones (SEP, 2014; OECD, 2013) e investigaciones, presenta un grado bajo de aprendizaje y enseñanza. Es por esto necesario seguir en la búsqueda de mejoras a las opciones ya propuestas y también de la generación de otras alternativas que puedan representar oportunidades para mejorar la educación en ciencias.

La Reforma Educativa en el área de ciencia plantea de forma explícita la inclusión de la indagación: “Se busca que la enseñanza de las ciencias se lleve a cabo a través de un proceso de indagación...” (SEP, 2011).

De acuerdo con Trout (2008), hay una gran cantidad de pruebas de la efectividad de la indagación en la enseñanza en todos los niveles educativos y específicamente para la educación de las ciencias las investigaciones se han centrado en los alumnos como sujetos principales de estudio, mientras que es poca la cantidad de investigaciones que revisan las prácticas de los (McNeill et al., 2008; Chew-Leng *et al.*, 2012).

## **OBJETIVO DE INVESTIGACIÓN**

El presente trabajo de investigación busca documentar la guía del docente en ciencias experimentales a través de preguntas que permite a los estudiantes seguir avanzando en el proceso de indagación.

## **REFERENTES TEÓRICOS**

Indagación es un término que acuña Dewey en 1910 para hacer énfasis sobre el desarrollo de actitudes y habilidades en lugar de la acumulación de información en el aprendizaje (NRC, 2000). Anderson (2007) propone una clasificación de tres formas diferentes en que la NRC utiliza la





palabra indagación en sus documentos: 1) “las diversas formas en las que los científicos estudian el mundo natural y proponen explicaciones basadas en la evidencia”; 2) “el enfoque pedagógico que emplean los profesores con el diseño y el uso del currículo que permite la investigación en la clase o el laboratorio”; y “las actividades de los estudiantes en la que ellos desarrollan conocimiento y comprensión de las ideas científicas”.

Es decir hay “tres visiones de indagación: i) lo que hacen los científicos; ii) lo que hacen y aprenden los estudiantes, y iii) lo que saben y saben hacer los profesores en el aula” (Reyes y Padilla, 2012)

Schwab (1960) menciona que el proceso de indagación está comprendido por: “hacer uso de laboratorio, lectura y uso de reportes de investigación, discusión de problemas y datos, interpretación de datos, interpretación y discusión del papel de la tecnología, llegar a conclusiones alcanzadas por científicos”. Oliveira (2009) explica que “la enseñanza basada en la indagación es comúnmente definida como un modo instruccional en el que el profesor renuncia, al menos parcialmente, a su papel de experto en ciencia al ceder derechos instruccionales.”

De acuerdo con la NRC (1996) “Atraer a los estudiantes en actividades basadas en la indagación contribuirá a una mayor comprensión de los conceptos científicos; apreciación sobre cómo conocemos lo que sabemos de ciencia; comprensión de la Naturaleza de la Ciencia; desarrollo de las habilidades necesarias para convertirse en indagadores independientes acerca de la naturaleza y disposición para usar las habilidades, capacidades y actitudes asociadas con la ciencia.”

De forma muy amplia se puede decir que enseñar a través de la indagación permite a los estudiantes el desarrollo de habilidades a partir de la conceptualización de una pregunta y de la búsqueda de posibles explicaciones que den respuesta.

La indagación educativa, de acuerdo con Minner *et al.* (2009), tiene repercusiones importantes en varios países, entre ellos la Comunidad Europea, en los cuales desde su política educativa han impulsado a la enseñanza basada en la indagación como medio para mejorar la comprensión de los estudiantes en conceptos y procedimientos científicos.

En el ámbito de la enseñanza, Espinoza *et al.* (2011) presentan las actividades pedagógicas necesarias para conducir actividades basadas en la indagación: Identificar y





plantear preguntas; Definir y analizar bien el problema a resolver; Reunir información bibliográfica; Plantear problemas de la vida cotidiana y tocar aspectos históricos relevantes; Diseñar y conducir trabajo de investigación; Compartir con otros mediante argumentación lo que ha sido aprendido; y Formular explicaciones al problema planteado, a partir de las pruebas obtenidas.

En una primera etapa de la investigación se documentaron (Reyes-C y Garritz, 2011) cuatro ejes para cada una de las actividades pedagógicas, en las que resaltó el uso de las preguntas para tres de los ejes: las dificultades, la evaluación y los procedimientos.

En lo particular para el tipo de cuestionamientos que se pueden plantear, de acuerdo con Dillon (1998) las preguntas usualmente son presentadas por los profesores y unas escasas por los estudiantes que no emergen espontáneamente sino que deben ser fomentadas, y que cuando sucede son de tipo informativo.

Hay diferentes tipologías propuestas de preguntas generadas por profesores y estudiantes en entornos de la enseñanza de la ciencia y de indagación y se encontraron cuatro relevantes. La primera propuesta con respecto a los profesores por Lustick (2010) que agrupa en cinco tipos: diccionario, enciclopedia, libro de texto, Google y avanzada. Por su parte Chamizo *et al.* (2000) clasifican las preguntas construidas por alumnos en: cerradas, semi-cerradas y abiertas. En el estudio que realizan Hofstein *et al.* (2005) se clasifican las preguntas que los estudiantes plantean en tipos de preguntas de bajo nivel (¿qué es?, ¿qué paso?) y alto nivel (¿A influencia el comportamiento de B?). Por último Chin (2002) a partir de las preguntas de investigación que los estudiantes se plantean presentan preguntas: no investigables, investigables y productivas (de centrar atención, medir, comparar, y resolución de problemas) que sirven para que los profesores pueden apoyar para que los estudiantes conviertan una pregunta no investigativa en una investigativa.

Se espera en indagación que los profesores promuevan que los alumnos formulen todo tipo de preguntas que permitan analizar mejor lo que están haciendo considerando que la justificación de sus decisiones es esencial y que deben presentar pruebas y herramientas analíticas para derivar una aseveración científica.

## **METODOLOGÍA**





Para investigar documentar las actividades que realizan los docentes para promover el desarrollo de habilidades en contextos de indagación se utilizó una metodología de corte cualitativo basada en la propuesta de Loughran *et al.* (2002). Una primera etapa (Reyes-C y Garriz 2011) documentó las actividades pedagógicas que realizan los docentes del programa PAUTA (que realiza actividades en contextos de indagación) mediante un cuestionario. El segundo instrumento, que es el que compete a este trabajo, se llama inventario y documenta la actividad de dos docentes en audio y video en un taller que abordó el tema de flotación y que contó con 8 estudiantes.

Del primer instrumento se sabe que se utiliza el cuestionamiento para tres ejes de las actividades pedagógicas, y considerando las habilidades a desarrollar por los estudiantes en el taller seleccionado y las actividades pedagógicas que la mayoría de los docentes realizan, se decidió hacer en inventario para: la evaluación de si los estudiantes formulan explicaciones al problema planteado a partir de las pruebas. “El inventario debe ser de un contenido temático; debe permitirnos mirar dentro de una situación de enseñanza/aprendizaje en el que el contenido da forma a la pedagogía por lo tanto tiende a estar ligado a una idea del cuestionario.” (Loughran et al, 2002).

## RESULTADOS

A partir de las transcripciones (que dieron lugar a los inventarios) se analizaron las diferentes intervenciones tanto de los docentes como de los alumnos y se agruparon en dos: preguntas y respuestas.

De acuerdo con Lustick (2010) una tipología se elabora de acuerdo con un propósito o característica específica y trabaja para definir con claridad el lenguaje asociado con un fenómeno particular para que el discurso de los participantes se comunique con más claridad. Considerando que:

- a) Las preguntas que se formulan dentro de los diálogos sostenidos entre los participantes son preguntas que acompañan en cada etapa el trabajo de los alumnos.
- b) La tipología que se presenta busca agrupar a todas las preguntas de las conversaciones entre docentes (T) y alumnos (A).





Se retoma la idea de Chin en cuanto a las preguntas “productivas” pero se busca que las preguntas puedan apoyar el trabajo de los estudiantes a lo largo de la sesión para tratar de dar repuesta al reto planteado. Los inventarios buscan dar cuenta de “la guía del docente a través de preguntas que les permitan seguir avanzando en el proceso de indagación” (SEP, 2011)

La tipología que se presenta a continuación busca dar claridad a la forma de evaluar a través de preguntas y respuestas en una actividad de ciencias desde la mirada de la indagación. Las intervenciones se identifican con la letra P (pregunta) o R (respuesta).

P1	para describir qué hicieron	R1	Describen qué hicieron
P2	para describir lo que ocurre	R2	Describen lo que ocurre
P3	para explicar por qué sucede sucede	R3.1	Explican porque que
		R3.2	Explican utilizando analogías
P4	para centrar en predecir	R4	Predicen
P5	dirigida a la toma de datos	R5	Toman datos
P6	de Confirmación	R6	Confirmación
P7	para indicaciones	R7	Indicaciones
P8	para centrar en el experimento	R8	Respuesta simple

Con esta tipología se buscó el perfil de cada docente y se encontró que los docentes tienen algunas diferencias y algunas similitudes que se presentan a continuación.

TA (docente 1) realiza más intervenciones (61%TA vs 39%A) que los alumnos; y TB (docente 2) realiza menos intervenciones que los alumnos (46% TB vs 54%A). En proporción TA (51% de las intervenciones) realiza menos preguntas que TB (46%) y por su parte los estudiantes también realizan menos preguntas con TA (5%) y más con TB (11%).

En la Tabla 1 se presentan las intervenciones utilizadas de ambos docentes en conversaciones con alumnos. El tipo de intervención más utilizada es R7, mientras que los tipos de pregunta más utilizados por los docentes son P6, P3 y P5. TA se distingue por usar también





P4, el ejercicio de la predicción es útil en los estudiantes y plantea posibles escenarios para que el docente o el equipo exploren diferentes posibilidades si así lo deciden. Mientras que TB utiliza P8, este tipo de pregunta es sin duda de gran utilidad sobre todo para los estudiantes que se centran en algo diferente del reto.

Para el desarrollo de intervenciones en cada equipo (E) de niños (E1:8-9 años, E2:9-11 años y E3:10-12 años), se encontró que en E1, los dos docentes utilizan el mismo tipo de intervenciones: P6, P3 y R7.

TB de acuerdo con su respuesta del cuestionario (instrumento 1), primero pide que describan cómo hicieron *las cosas* y posteriormente *pregunta por qué*; esto es congruente con lo que ocurrió en el taller: utiliza una P explicar por qué sucede después de haber realizado una P describir qué hicieron, P describir lo que ocurre o una R Confirmación. Por su parte TA expresa en el cuestionario “Explorando durante la actividad por medio de las preguntas indagatorias del guion” que utiliza en dos modalidades: utiliza una pregunta y espera la respuesta para continuar la conversación o utiliza varios tipos de preguntas uno seguido de otro sin esperar respuesta de los alumnos a lo que responden sólo a un tipo de pregunta, usualmente la primera que se formuló en el bloque. Por lo que se puede concluir que TA y TB tienen congruencia en la forma de evaluar en la respuesta en el cuestionario y en lo que se encuentra en el inventario.

De acuerdo con Dillon (1998) las preguntas usualmente son presentadas por los profesores y unas escasas por los estudiantes que no emergen espontáneamente sino que deben ser fomentadas; y en los casos en los que los estudiantes han planteado una pregunta estas son de tipo informativo. Por lo que se resalta que en el inventario de TB los estudiantes generan preguntas explicativas: “¿por qué será que los de madera como que se hunden?”

Muchos estudios apuntan la importancia de la habilidad de generar preguntas, “la indagación como preguntas auténticas generadas por las experiencias de los estudiantes es la estrategia central de la enseñanza de la ciencia” (NRC, 1996).

## **REFLEXIONES FINALES**

Este estudio documenta la práctica de la indagación educativa analizando el proceso a través de la generación de preguntas para avanzar en sus propuestas experimentales (SEP, 2011).





Se generó un modelo de interacciones que involucra preguntas y respuesta, y de acuerdo con Zoller (1987), el cuestionamiento es un componente importante en el mundo real e involucra la resolución de problemas y el proceso de toma de decisiones.

Este modelo de interacciones se basa en las conversaciones entre docentes y alumnos, y permite seguir el proceso de construcción de conocimiento que se lleva a cabo, que a su vez permite hacer inferencias sobre los mejores modelos de interacciones para analizar con docentes.

Finalmente la indagación tiene una serie de dogmas que son los pilares básicos de conocimiento que construye y por lo tanto sus posibilidades de desarrollo. Pero también a su vez son los preceptos que tienden la mano al que se inicia en la indagación. En este sentido concuerdo con Garritz (2006) “la indagación debe ser tanto un medio -la indagación como enfoque instruccional- como un fin de la enseñanza”. Es únicamente en el encuentro con actividades de indagación como se puede transformar y profundizar en la comprensión de la indagación como concepto, propuesta filosófica y pedagógica.

## TABLAS

Tabla 1. Intervenciones más usadas por parte de los docentes en orden decreciente	
TA	TB
R7 R Indicaciones	R7 R Indicaciones
P6 P de Confirmación	P6 P de Confirmación
P3 P explicar por qué sucede	P8 P para centrar en el experimento
P4 P para centrar en predecir	P5 P dirigida a la toma de datos
P5 P dirigida a la toma de datos	P3 P explicar por qué sucede
R8 R Respuesta Simple	R6 Confirmación

## BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

Anderson, R. (2007) Inquiry as an organizing theme for science curricula. Abell, S., Lederman, N. Handbook of Research on Science Education. p. 808-830.







- Chamizo, JA y Hernández, G. (2000) Construcción de preguntas, la Ve epistemológica y examen ecléctico personalizado. *Educación Química*, 11(1), p. 115-144.
- Chew-Leng P., Yew-Jin L., Aik-Ling T. y Shirley, L. (2012), Knowing Inquiry as a Practice and Theory: developing a Pedagogical framework with Elementary School teachers, *Research in Science Education*. 42(2), p. 303-327.
- Chin, C. (2002) Posing Problems and Asking Investigative Questions. *Teaching and Learning*, 23(2), p. 155-166.
- Dewey, J. (1910) Science as subject-matter and as method. *Science*, 31, p. 121-127.
- Dillon, J. (1998) The remedial status of student questioning. *Journal of Curriculum Studies*, 20, p. 197-210
- Espinosa-Bueno, S., Labastida-Piña, D., Padilla, K. y Garritz, A., (2011) Pedagogical Content Knowledge of Inquiry: An Instrument to Assess It and Its Application to High School In-Service Science Teachers. *US-China Education Review*. 8(5), p. 599-614.
- Flores, F. y Barahona, A. (2003). Currículo de educación básica: contenidos y prácticas pedagógicas. G. Waldegg, et al. *Retos y Perspectivas de las Ciencias Naturales en la Escuela Secundaria*. México. SEP. p. 13-35.
- Flores-Camacho, F., Gallegos-Cázares, L., García-Franco, A. Vega-Murguía, E. y García-Rivera, B (2007), El conocimiento de los profesores de ciencias naturales, *Physics Education Research*, 2, p.1-15.
- Garritz, A. (2006) Naturaleza de la ciencia e indagación: cuestiones fundamentales para la educación científica del ciudadano. *Revista Iberoamericana de Educación*. 42, p. 127-152.
- Hofstein, A., Navon, O., Kipnis, M. Mamlok-Naaman, R. (2005) Developing Students' Ability to Ask More and Better Questions, *Journal of Research in Science Teaching*. 42(7), p. 791-806
- Loughran, J., Berry, A. y Gunstone, R. (2002). Attempting to capture and portray Science teachers' Pedagogical Content Knowledge. Australia. Science teachers' pedagogical Content Knowledge project, p. 33
- Lustick, D. (2010) The Priority of the Question: Focus Questions for Sustained Reasoning in Science. *Journal of Science Teacher Education*, 21, p. 495-511





- Mcneill, K. y Krajcik, J. (2008) Scientific explanations: characterizing and evaluating the effects of teachers' instructional practices on student learning. *Journal of Research in Science Teaching*. 45(1), p. 53-78
- Minner, D., Levy, A., Century, J., (2009) Inquiry-Based Science Instruction- What Is It and Does It Matter? Results from a Research Synthesis Years 1984 to 2002, *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), p. 474-496
- NAS (2003) *Inquiry and the National Science Education Standards: A guide for Teaching and Learning*. Washington. NApres. p. 202
- NRC (1996). *The National Science Educational Standars*. Washington. Ed. National Academy Press. p. 262
- NRC (2000) *Inquiry and the national Science Education Standards*. Washington, D.C. Editorial. National Academy Press, p. 232
- OECD. (2013) *PISA 2012 Results in Focus: What 15-year-olds now and what they can to with what they know*. p. 31
- Oliveira, A. (2009) "Kindergarten, can I have your eyes and ears?" politness and teacher directive choices in inquiry-based science classrooms. *Cultural studies of Science Education*, 4(4), p. 803-846
- Reyes-C, F. y Garritz, A. (2011) *Scientific inquiry practices of workshop experts for elementary students in Mexico, ESERA 2011*.
- Reyes, F. y Padilla, K. (2012) *La indagación y la enseñanza de las ciencias*, *Educación Química*, 23(4), p. 415-421.
- SEP. (2011). *Programas de Estudio 2011. Guía para el Maestro. Educación Básica Secundaria. Ciencias*. México: SEP. p. 160.
- SEP. (2014) ENLACE. <<http://enlacemedia.sep.gob.mx/>> [Consulta: 25 de marzo, 2014]
- Schwab, J. (1960) *What Do Scientists Do?* *Behavioral Science*, 5(1), p. 1-27.
- Truot, L., Lee, C., Moog, R.y Rickey, D. (2008) *Inquiry Learning: What is it? How do you do it?*, Lowery, *Chemistry in the National Science Education Standards: Models for meaningful learning in the High school chemistry classroom*. American Chemical Society. p. 29-45.
- Zoller, U. (1987) *The Fostering of question-asking capability- a meaningful aspect of problem solving in chemistry*. *Journal of Chemical Education*, 64, p. 510-511.

