



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

**¿QUÉ PREGUNTAS REALIZAN LOS DOCENTES EN UNA CLASE DE
CIENCIAS? ANÁLISIS DE ÉSTAS Y PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN**

Tesis

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

QUIMICO

PRESENTA

ADRIAN EDUARDO LARA MENDOZA



MÉXICO, D.F. Octubre 2015



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE: Profesora: Elizabeth Nieto Callejas
VOCAL: Profesor: Plinio Jesús Sosa Fernández
SECRETARIO: Profesora: Kira Padilla Martínez
1er. SUPLENTE: Profesor: Luis Avelino Sánchez Graillet
2° SUPLENTE: Profesor: Alfonso Mieres Hermosillo

SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:

EDIFICIO F, FACULTAD DE QUÍMICA, UNAM

ASESOR DEL TEMA:

DRA. KIRA PADILLA MARTÍNEZ

SUSTENTANTE:

ADRIAN EDUARDO LARA MENDOZA

¿Qué preguntas realizan los docentes en una clase de ciencias? Análisis de éstas y propuesta de clasificación

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	4
CAPÍTULO 1	6
ANTECEDENTES	6
MARCO TEÓRICO	7
Indagación	7
Preguntas	11
CAPÍTULO 2	20
OBJETIVOS	20
METODOLOGÍA	20
CAPÍTULO 3	25
RESULTADOS	25
Sesiones del TAECI	26
Artículos de divulgación	31
Entrevista	36
Secuencia Didáctica	42
Práctica Docente.....	46
RESULTADOS GLOBALES	51
PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN	55
CAPÍTULO 4	61
CONCLUSIONES	61
Anexo 1	64
Anexo 2	69
Anexo 3	79
Anexo 4	89
Anexo 5	90
Anexo 6	93
REFERENCIAS	103

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de las Ciencias Naturales en la educación básica ha sido un gran problema que enfrentan los docentes desde hace años. El poder generar en sus alumnos una clase más motivante, divertida e interesante resulta en los docentes una difícil tarea de abordar, ya que no tienen las suficientes herramientas para poder enfrentar esta situación en el salón de clases, desde cómo diseñar la clase (realizar una secuencia didáctica) y hasta cómo llevarlos a un contexto propio. En este proyecto que se nombra TAECI (Taller de Aprendizaje y Enseñanza de la Ciencia a través de Indagación) se busca que los docentes adquieran herramientas suficientes para poder dar pie a una mejor clase de ciencias naturales; para esto se propone trabajar con indagación, el ir más allá de lo que los libros de texto presentan, promover en los alumnos el hábito de investigar, argumentar, observar, utilizar modelos, realizar preguntas... Esta última habilidad es primordial en los docentes ya que con ella la clase de ciencias naturales tiende a generar en los alumnos diversos resultados, sobre todo un mejor aprendizaje.

El realizar preguntas, por parte de los docentes, suele ser muy difícil en la apertura que estas presentan. Es por ello que el presente trabajo tiene la finalidad de estudiar el tipo de preguntas que realizan los docentes en las clases de ciencias naturales, apoyándonos en cuatro autores: Chamizo (2007), Hofstein (2005), Sokolove (2000) y Lustick (2010). A partir de estas propuestas se analizaron las preguntas realizadas por siete docentes que participaron en el TAECI, en cinco actividades específicas: Sesiones de TAECI, lectura de artículos, entrevista personal, secuencia didáctica y videograbación de práctica docente. El número de preguntas que realizaron los docentes varió en cada una de las actividades. Al final de este análisis se propuso una nueva tipología con la finalidad de que todas las preguntas que realizaron los docentes entraran dentro de una categoría más específica. La nueva tipología consistió en seis categorías, de las cuales dos de ellas presentan dos subcategorías, en total ocho opciones para poder tener una clasificación más coherente y precisa.

También se analizó si, en el transcurso de este taller, el formular preguntas por parte de los docentes cambió en la apertura de éstas. En un principio, los

docentes tendían a realizar preguntas que, para ser respondidas, no requerían de un proceso de indagación. A lo largo de los meses que duró el taller se observó un avance en la formulación de preguntas, el planteamiento era más claro, presentaban un contexto más relacionado a la vida cotidiana de sus estudiantes, buscaban una investigación en ellos; sin embargo el trabajo de formular preguntas debe ser un proceso continuo; no hay receta alguna que nos indique cómo formular buenas preguntas, sino que a lo largo de la experiencia de ir creando preguntas el docente va dándose cuenta que éstas deben de ser más abiertas para poder hacer uso de un proceso de indagación.

Este taller sin duda ayudó a los docentes para que formularan preguntas y se dieran cuenta que no es fácil realizarlas; sin embargo, siempre tienen que seguir adelante y no darse por vencidos.

Me interesé en este proyecto debido a que en los últimos años se me ha presentado la oportunidad de trabajar con alumnos de educación básica, siendo el coordinador de un curso de regularización durante el verano; el estar participando en este curso me llevó a la inquietud de relacionarme un poco más en la enseñanza y tener en cuenta algunas dificultades que tienen los docentes en una clase; así se dio la oportunidad de iniciar con el TAECI y fue una herramienta para poder tener más conocimiento acerca de la enseñanza en educación básica y lo que ésta implica.

CAPÍTULO 1

ANTECEDENTES

La educación en ciencias tiene como objetivos hacer que el estudiante aprenda a compartir significados en el contexto de las ciencias, interpretar el mundo desde el punto de vista de las ciencias, manejar conceptos y sobre todo abordar problemas de razonamiento científico (Moreira, 2004).

La educación en ciencias no implica “poner al estudiante en el laboratorio ni transformarlo en un especialista en resolución de problemas tampoco verlo como futuro investigador” (Moreira, 2004).

Para García y Sánchez (2007) la enseñanza de las ciencias naturales implica, que los estudiantes puedan ampliar y profundizar su interpretación de los fenómenos de la naturaleza, alcanzar una mayor madurez intelectual, desarrollar estrategias de pensamiento crítico, aumentar su capacidad para realizar aprendizajes significativos que impliquen mejoras en su desempeño social y en el mundo del trabajo. La ciencia propicia actitudes, sentimientos y motivaciones favorables hacia el cuidado y protección del entorno natural (García y Sánchez, 2007)

Los estándares de educación en ciencias ponen una alta prioridad a la promoción de habilidades y la disposición hacia la investigación, en todo nivel de aprendizaje (Lustick, 2010).

De acuerdo con el National Research Council (NRC, 1996) los profesores deben apoyar siempre el desarrollo de habilidades en sus estudiantes, relacionadas con la indagación, y a su vez promover que los estudiantes propongan y lleven a cabo actividades de investigación para probar sus ideas.

Desde el 2006 la Secretaría de Educación Pública (SEP) se ha propuesto reformar los planes y programas de estudio de la educación básica (RIEB). Esta nueva propuesta se basa en una enseñanza a partir de competencias para la vida; para ello se busca que los profesores primero aprendan a

identificar las competencias y segundo que haya un cambio en el enfoque de enseñanza que asegure que los alumnos, al terminar la educación básica (primaria y secundaria), hayan alcanzado todas las competencias que se proponen. En el 2011 se realizó una modificación en el currículo la cual se encuentra vigente, en ésta se describe una necesidad de fomentar el trabajo en equipo y la indagación en la enseñanza de las ciencias.

Diversos investigadores han reportado las dificultades que presentan los docentes de educación básica para desarrollar y evaluar actividades que generen habilidades de pensamiento científico (Loughran, 2007; Counsell, 2011; Hanuscin, Lee y Akerson, 2010). De hecho, Counsell (2011) hace referencia a que no se espera que los docentes diseñen e implementen oportunidades para que los alumnos hagan experimentos y desarrollen, además de conocimientos, habilidades de pensamiento científico, dado las dificultades que presentan los docentes en ese sentido.

MARCO TEÓRICO

Indagación

El concepto de indagación fue presentado por primera vez en 1910 por John Dewey, en respuesta a que el aprendizaje de la ciencia tenía énfasis en la acumulación de información en lugar de desarrollar actitudes y habilidades necesarias para la ciencia (NRC, 2000). A partir de ese momento diversos investigadores empezaron a utilizar este concepto.

En 1996, el Consejo Nacional de Investigación de Estados Unidos de América (NRC, 1996:23) sugiere la siguiente definición para indagación:

- Se refiere a las diversas formas en las que los científicos estudian el mundo natural y proponen explicaciones basadas en la evidencia derivada de su trabajo, y también se refiere a las actividades de los estudiantes en que ellos desarrollan conocimiento y comprensión de las ideas científicas.

También la NRC (1996) presenta a la indagación como: *“una actividad polifacética que implica hacer observaciones, plantear preguntas, examinar libros y otras fuentes de información para ver qué es lo ya conocido; planificar investigaciones; revisar lo conocido hoy en día a la luz de las pruebas experimentales; utilizar instrumentos para reunir, analizar e interpretar datos; proponer respuesta, explicaciones y predicciones, y comunicar los resultados”*.

Bybee (2004) explica que la enseñanza y el aprendizaje basados en la indagación deben integrar tres componentes: 1) habilidades de indagación (lo que deben hacer los estudiantes); 2) el conocimiento acerca de la indagación (lo que se debe comprender de la naturaleza de la indagación), y 3) una aproximación pedagógica para la enseñanza de los contenidos científicos (lo que deben hacer los docentes).

Para Barrow (2006) no hay una definición clara de lo que se refiere con el término indagación y, según él, tampoco se ha llegado a un consenso sobre cómo definirla. Sin embargo, menciona que entre algunas de las concepciones que se tienen sobre indagación, destaca el fomentar el cuestionamiento y el desarrollo de estrategias de enseñanza que motiven el aprendizaje en los alumnos.

Oliveira (2009:804) menciona que *"la enseñanza basada en la indagación es comúnmente definida como un modo instruccional en el que el profesor de ciencia renuncia, al menos parcialmente, a su papel de experto en ciencia al ceder derechos instruccionales, como proveer respuestas correctas, decir a los estudiantes qué hacer y evaluar las ideas de los estudiantes"*.

Para llevar a cabo un proceso de indagación se sugiere trabajar en ocho habilidades, mismas que desarrollen los estudiantes a lo largo de una clase de ciencias, las cuales se resumen en la Tabla 1 (Reyes-Cárdenas y Padilla, 2012).

Como lo menciona el National Research Council (NRC, 1996) los profesores deben apoyar siempre el desarrollo de habilidades en sus estudiantes, relacionadas con la indagación, y a su vez promover que los estudiantes

propongan y lleven a cabo actividades de investigación para probar sus ideas. De acuerdo con la National Academy of Science (NAS, 2003) en este tipo de actividades los estudiantes presentan un mayor éxito en comprender conceptos.

La indagación requiere identificar suposiciones, el empleo del pensamiento crítico y lógico, así como considerar explicaciones alternas. Los estudiantes deben ser atraídos por los aspectos selectos de la indagación conforme aprenden la forma científica de conocer el mundo natural. Para ello, es importante que los docentes también sepan hacer indagación, para que de esta forma puedan ser mejores mentores en el proceso de enseñanza- aprendizaje de las ciencias en sus alumnos (Espinosa-Bueno, Labastida-Pino, Padilla y Garriz, 2011).

Lederman (2004) recomendó integrar al currículo tanto a la naturaleza de la ciencia como la indagación, debido a que ambas son contextos muy importantes.

Los estándares de educación en ciencias (SEP, 2011) ponen una alta prioridad en la promoción de habilidades y disposición a la investigación, en todo nivel de aprendizaje. Para ello es indispensable que el docente primero desarrolle las habilidades y la disposición a la investigación.

Tabla 1. Habilidades y comprensiones para hacer indagación.	
Habilidades necesarias para hacer indagación	Comprensiones acerca de la indagación
Identificar preguntas que puedan ser respondidas mediante una investigación científica.	Diferentes tipos de preguntas sugieren diferentes tipos de investigaciones científicas.
Diseñar y conducir investigaciones científicas.	El conocimiento científico actual y su comprensión guían las investigaciones científicas.
Usar herramientas y técnicas apropiadas para recabar, analizar e interpretar datos.	Tecnologías utilizadas para recabar datos mejoran la precisión y permiten a los científicos analizar y cuantificar los resultados de la investigación.
Desarrollar descripciones, explicaciones, predicciones y hacer uso de modelos utilizando las pruebas obtenidas.	Explicaciones científicas enfatizan las pruebas obtenidas, presentan consistencia lógica en sus argumentos y utilizan principios, modelos y teorías científicas.
Pensar crítica y lógicamente para elaborar relaciones entre las pruebas obtenidas y la explicación.	La ciencia avanza a través de un escepticismo legítimo.
Reconocer y analizar explicaciones y predicciones alternativas.	Las investigaciones científicas, a veces, resultan en nuevas ideas y fenómenos para estudiar, generan nuevos métodos o procedimientos para investigación o desarrollan nuevas técnicas para mejorar la recolección de datos.
Comunicar procedimientos y explicaciones científicas.	Argumentación. Desarrollo de habilidades de lenguaje escrito y oral.
Usar matemáticas en todos los aspectos de la indagación.	Las matemáticas son importantes en todos los aspectos de la indagación.

Tabla tomada de Reyes-Cárdenas, F., Padilla K. (2012). La indagación y la enseñanza de las ciencias. *Educación Química*: 23, 415-420.

Para Schwab (1966) indagación se refiere a preguntas que considera como “problemas” planteados por el docente y que los alumnos deben responder, proponiendo una solución, y deben ser desafiados para que defiendan su postura, en otras palabras, tienen que discutir a partir de los datos. El papel del docente es solicitar aclaraciones, pedir una argumentación y discusión.

Es por ello, que el plantear preguntas por parte de los docentes dentro del aula durante una clase de ciencia es muy importante para poder llevar a cabo un proceso de indagación. El planteamiento de preguntas es una habilidad que se tiene que desarrollar poco a poco por parte del docente y que posteriormente debe inculcar a sus alumnos. En las próximas páginas haré hincapié en la importancia de esta habilidad en la enseñanza de las ciencias.

Preguntas

En la historia de la educación el formular preguntas ha sido de gran importancia, desde la época de los filósofos griegos. Sócrates en la Grecia clásica, planteó un método llamado mayéutica (arte de “alumbrar” a los espíritus), con él logró que sus interlocutores descubrieran la verdad a partir de ellos mismos a través de un proceso de preguntas y respuestas (Rojas, 2009).

La capacidad del ser humano para realizar preguntas, imaginar y buscar las respuestas está en el origen de la cultura (Wartosfsky, 1968). Las explicaciones y respuestas que, en los inicios de la historia del conocimiento, los humanos daban a las preguntas en relación con cómo surge y se ordena el cosmos, se fundamentaban en la especulación lógica o en la observación y búsqueda de regularidades. El conocimiento tiene un avance a medida que se plantean nuevas preguntas, las cuales pueden surgir a partir de la observación (Márquez y Roca, 2004). La capacidad de plantear preguntas es fundamental para la ciencia (Pickett, Kolasa y Jones, 1994).

Es importante mencionar que las preguntas significativas de la ciencia surgen del diálogo entre la teoría y los fenómenos observables (Rojas, 2009). Las

preguntas actúan como generadoras y organizadoras del saber escolar, con la finalidad de despertar en los alumnos un deseo de conocer cosas nuevas, ayudarlos a reflexionar sobre el propio saber y el proceso de aprendizaje. Las preguntas, en definitiva, dan sentido a la educación escolar (Muñoz, Sbert y Sbert, 1996).

Las normas de la National Research Council (NRC) para la investigación científica sugieren que los alumnos deben participar en la búsqueda de respuestas a preguntas de enfoque científicamente orientadas (NRC, 2000), por lo que consideramos que lo que es válido para el estudiante es necesariamente cierto para el profesor.

Elder (2002) propone que, de acuerdo a la “calidad de nuestros pensamientos, está la calidad de nuestras preguntas” ya que las preguntas son la máquina, la fuerza que impulsa el pensamiento, sin las preguntas no tenemos en qué pensar.

El plantear preguntas no es una labor sencilla, es necesario estudiar previamente los tipos de preguntas, sus aplicaciones, la manera de formularlas, etc, y sobre todo practicar para ejercitarse en este arte (Mendoza, 2007). El uso de la realización de las preguntas transforma el papel del docente en monitor y facilitador para que los estudiantes se involucren activa y responsablemente en su propio aprendizaje (Citado por Martens, 1999).

La importancia de las preguntas en las clases de ciencia

El que los maestros planteen o formulen preguntas en clases de ciencia les ayudará a definir problemas y acotar información deseada para una tarea determinada, siempre con la premisa de impulsar a que los alumnos piensen.

El formular preguntas por parte del docente y de los alumnos es una buena herramienta que permite dar pie a una posible discusión dentro del aula (Núñez, 2007).

Hay varias interrogantes que surgen en torno a la formulación de preguntas en una clase de ciencias. Por ejemplo: ¿Plantea o no, el docente, preguntas en el

aula? ¿De qué naturaleza son estas preguntas? ¿Cómo se responden las preguntas de los estudiantes?, estas cuestiones son muy importantes para el aprendizaje en los estudiantes, ya que permitirán en ellos la habilidad de generar también preguntas durante la clase, de comenzar a participar de una manera más activa y de cuestionarse lo que realizan durante las actividades en clase.

En educación básica las preguntas realizadas por los docentes, la mayoría de veces, son tomadas de libros de texto, lo que ocasiona que sólo se genere un interés para que los niños lean, sin importar el aprendizaje que se adquiriera (Lustick, 2010).

Los docentes, durante la clase de ciencia, generan en ocasiones pocas preguntas y éstas a veces no son formuladas adecuadamente, dando pie a una respuesta que ellos mismos aceptan o que plantean sin llevar a cabo un momento de reflexión al término de la actividad (Eslava y Eslava, 2000).

Las preguntas bien formuladas, tanto por el docente como por los estudiantes, deben estimular la indagación (Reyes-Cárdenas y Padilla, 2012); así los docentes pueden promover el aprendizaje a partir de este enfoque proveniente de una pregunta de calidad, estas preguntas no deben ser contestadas en un periodo corto de tiempo ni tampoco por el docente; tienen que ser contestadas por los estudiantes.

Lo importante de una pregunta es que intrigue al alumno, lo cuestione y lo motive a buscar su propio conocimiento; o bien “a construir conocimiento al poner las cosas dentro de relaciones coherentes” (Eslava y Eslava, 2000).

Eslava y Eslava (2000) señalan que el docente desconoce el arte de formular preguntas dentro del aula, y la mayoría de veces las preguntas que sugieren tienden a ser de una respuesta memorística, descuidando aquellas preguntas que invitan a la síntesis y evaluación del conocimiento adquirido y afirman que realizando preguntas de calidad se hace amena la clase de ciencias y se promueve el desarrollo de habilidades de pensamiento.

Las preguntas además de orientar el proceso lector, direccionan la calidad y precisión de las argumentaciones favoreciendo la reconstrucción y construcción de significados y formas de significar, así como la intencionalidad comunicativa oral y escrita (Rojas, Vargas y Castellanos, 2002).

Las preguntas deben provocar en los alumnos un razonamiento para planificar, diseñar, ejecutar y evaluar una solución. La aportación gramática textual, el análisis de las preguntas de los libros de texto y la reflexión sobre la propia experiencia en el aula ha llevado a considerar tres aspectos para plantear buenas preguntas (Roca, 2001): la necesidad de un contexto; la de dar indicios del modelo, teoría o conceptos implicados, y la de plantear una demanda clara.

En ciencia no hay recetas para imaginar o plantear buenas preguntas, pero sí hay algunos aspectos a tomar en cuenta cuando se formulan éstas, cuya finalidad es contribuir en la construcción del conocimiento de los alumnos, por ejemplo:

- Cuidar la forma interrogativa de la pregunta.
- Evitar preguntas que los lleven a la reproducción de ideas establecidas sin tomar en cuenta las propias ideas de los alumnos.
- Elegir un contexto y un interlocutor que sea definido y reconocido para el alumno.

La construcción de preguntas permite también reconocer la comprensión que, de un determinado material, tienen los alumnos. Es necesario evitar aquellas preguntas cuya respuesta sea un simple sí o no, o una sola palabra.

Einstein decía: “hacer nuevas preguntas o considerar anteriores desde otro punto de vista requiere creatividad. La creatividad, empero, no es sólo un don natural: es el fruto del trabajo y la disciplina. Como en todo trabajo creativo, para plantear preguntas no hay fórmulas de validez universal; sin embargo, hay estrategias que [se pueden] probar” (Núñez, 2007).

Es importante que las preguntas realizadas no incluyan las respuestas, así provocará en los estudiantes un pensamiento y desarrollo de lenguaje.

Grärther (1970), plantea que la formulación de preguntas “tiene que garantizar que los estudiantes la comprenden inequívocamente y puedan contestarla con claridad”.

Definición de preguntas

El dar definición a lo que es una pregunta nos lleva a diferentes autores en donde cada uno la define de acuerdo al contexto en donde se utilice.

Así la Real Academia de la Lengua Española define a una pregunta como:

“Una interrogación que se hace para que alguien responda lo que sabe de un negocio u otra cosa.”

Sin embargo, también indica que en términos lingüísticos “es una proposición con sentido interrogativo que se explica por medio de signos de interrogación (¿?) al comienzo y final de una oración; con ella podemos expresar alguna inquietud, duda a resolver, o bien reforzamos los nuevos significados de los tópicos trabajados en el aula.”

Para Lustick (2010) las preguntas se definen como una consulta que aborda un fenómeno que requiere atención por el alumno en un tiempo definido con el objetivo de construir una comprensión de una solución.

“Una pregunta de investigación: es aquel cuestionamiento alrededor del cual se conducirá un proyecto o proceso de investigación.”

En términos generales las preguntas de investigación deben de tener algunas características importantes, al ser formuladas por los docentes, como son: grado de apertura, el objetivo que tienen, la contextualización, que sean claras, precisas y sobre todo que estimulen la indagación en sus estudiantes. Estas características se describen a continuación:

En primer lugar se requiere que presenten un grado de apertura para dar una respuesta única, si la pregunta es cerrada; en cambio, si la pregunta es considerada como abierta va a motivar al alumno en la búsqueda de

información y así producir en ellos un conocimiento a partir de la adquisición de habilidades de pensamiento.

En segundo lugar se debe considerar el objetivo de las preguntas, ya que debe haber coherencia entre la forma de la pregunta y el objetivo que se pretende alcanzar (Márquez, Roca y Via, 2003); tomando en cuenta lo que saben y piensan los alumnos, acerca del tema que se está trabajando. También es importante poner al alumno ante la necesidad de elaborar o buscar una respuesta a la pregunta que se plantea.

En tercer lugar, es necesario tener presente un contexto dentro de las preguntas; éstas deben estar centradas en el alumno y el tema, y para poder responderlas deben movilizar sus conocimientos; también dentro de este contexto se debe hacer énfasis en algún acontecimiento histórico, cotidiano, científico, etc. El tener un contexto bien definido por parte del docente le puede servir de motivación para que el alumno tenga la necesidad de pensar qué quiere comunicar y de qué modo es mejor hacerlo.

En cuarto lugar, la pregunta debe ser clara, precisa y también debe presentar una profundidad en cuanto a lo que se quiere saber; éstas deben estar planteadas de manera coherente, ser puntuales y exactas, en donde los alumnos tengan bien definido lo que se espera de ellos con dicha pregunta.

Y por último, y no menos importante, se debe estimular la indagación en los estudiantes, durante las actividades en la clase y fuera de ella.

Diferentes autores clasifican las preguntas de acuerdo a diferentes contextos. A continuación se presenta cada uno de ellos, así como las clasificaciones propuestas:

Chamizo (2007) clasifica las preguntas a partir del grado de apertura que presentan, como: cerradas, semiabiertas y abiertas.

- a) Preguntas cerradas: son aquellas que generalmente son contestadas en una o dos palabras, está escrita en una determinada página de un

libro, la respuesta puede ser correcta o equivocada y generalmente empieza con ¿qué...?, ¿dónde...? o ¿cuándo...?

- b) Preguntas semiabiertas: son aquellas que generalmente requieren una o dos oraciones para ser contestadas, la respuesta no está en una sola fuente de información, la respuesta es correcta si se justifica correctamente y por lo general comienzan con ¿cómo...?
- c) Preguntas abiertas: son aquellas que generalmente requieren de un párrafo para ser contestadas, la respuesta no se encuentra en una sola fuente de información, la respuesta es correcta si se argumenta adecuadamente y por lo general comienza con ¿porqué...? o ¿qué pasaría sí...?

Lustick (2010), las preguntas se deben clasificar de acuerdo con el propósito de aprendizaje deseado, a la definición y clasificación del lenguaje asociado con el fenómeno estudiado y propone la siguiente clasificación:

- a) Preguntas de diccionario: son aquellas preguntas básicas, que requieren de una definición, en éstas no hay promoción de razonamiento.
- b) Preguntas de enciclopedia: son aquellas que requieren la búsqueda de mayor información para ser contestadas.
- c) Preguntas de libro de texto: son las más comunes dentro de un aula, conducen a un aprendizaje y enseñanza.
- d) Preguntas de google: son aquellas que requieren más de una fuente de información para ser contestadas, se busca el desarrollo de habilidad en búsqueda de información.
- e) Preguntas de corto argumento: son aquellas que generan un razonamiento sostenido favoreciendo en los alumnos un proceso de indagación.

En cambio, Hofstein (2005) clasifica a las preguntas en dos categorías, refiriéndose al grado de apertura de indagación que se busca realizar en los alumnos.

- a) Preguntas de bajo nivel: son aquellas que se basan en un texto, se responden a partir de hechos y/o explicaciones de fenómenos que se observan en un experimento.
- b) Preguntas de alto nivel: son aquellas que para responderlas necesitan de un proceso de indagación, una búsqueda mayor de información y da oportunidad de aprender y asumir la responsabilidad del alumno en su propio aprendizaje.

Sokolove (2000) clasifica a las preguntas de acuerdo al grado de pensamiento que genera y a la fuente de información que se recurra para ser contestada, de tal forma que propone cuatro tipos de preguntas:

- a) Tipo I: son aquellas preguntas que carecen de una gramática ejemplar.
- b) Tipo II : son aquellas preguntas que son tomadas de libros de texto.
- c) Tipo III: son aquellas preguntas que son tomadas de lecturas y enciclopedias.
- d) Tipo IV: Son aquellas preguntas que requieren una investigación más profunda, es decir de un proceso de indagación.

Tabla 2. Cuadro comparativo entre las diferentes clasificaciones de preguntas

Sokolove(2000)	Hofstein (2005)	Chamizo (2007)	Lustick (2010)
<p>Tipo I</p> <p>Preguntas con de cuestiones de gramática pobre</p>	<p>Preguntas de bajo nivel</p>	<p>Preguntas Cerradas</p> <p>Aquellas que generalmente se pueden contestar a partir de una o dos palabras. La respuesta se encuentra en un libro o diccionario determinado. Generalmente la respuesta es correcta. ¿Qué? ¿Dónde? ¿Cuándo?</p>	<p>Preguntas Diccionario</p> <p>Aquellas preguntas básicas No hay promoción de razonamiento.</p> <p>Preguntas Enciclopedia</p> <p>Requieren un poco más de información para ser contestadas.</p>
<p>Tipo II y III</p> <p>Preguntas tomadas de lecturas, libros y enciclopedias</p>	<p>Se basan en un texto.</p> <p>Hechos y explicaciones de fenómenos que se observan en un experimento.</p>	<p>Preguntas Semiabiertas</p> <p>Aquellas que necesitan de una o dos oraciones para ser contestadas. La respuesta no está en un determinado libro o diccionario. Generalmente la respuesta puede ser correcta si se justifica adecuadamente. ¿Cómo?</p>	<p>Preguntas de Libro de texto</p> <p>Son las más comunes. Conducen a un aprendizaje y enseñanza.</p> <p>Preguntas Google</p> <p>Requiere para ser contestada más de una fuente de información. Desarrolla una habilidad de búsqueda de información.</p>
<p>Tipo IV</p> <p>Preguntas que requieren de una investigación científica.</p>	<p>Preguntas de alto nivel</p> <p>Responder a partir de un proceso de indagación. Búsqueda de mayor información. Oportunidad de aprender y asumir la responsabilidad de su propio aprendizaje.</p>	<p>Preguntas Abiertas</p> <p>Aquellas que necesitan generalmente un párrafo para ser contestadas. La respuesta no se encuentra en un solo libro. Generalmente la respuesta es correcta si se argumenta adecuadamente. ¿Por qué? ¿Qué pasaría sí...?</p>	<p>Preguntas de corto argumento</p> <p>Genera un razonamiento sostenido. Favorece un proceso de indagación en los estudiantes.</p>

CAPÍTULO 2

OBJETIVOS

A partir de la propuesta por parte de la Secretaría de Educación Pública (SEP, 2011) en donde se pide a los docentes enseñar ciencias naturales a través de indagación, se planteó en siguiente objetivo general.

Contribuir en la formación docente para que, a través de una mejor enseñanza de las ciencias, se consigan en los estudiantes un proceso de indagación.

Así mismo, una habilidad que sugiere trabajar durante un proceso de indagación es la formulación de preguntas.

¿Por qué los docentes formulan preguntas que la mayoría de veces son respondidas inmediatamente por los estudiantes, sin provocar en ellos una investigación previa?

¿Qué pasaría si los docentes formulan preguntas que requieran un proceso de indagación en sus alumnos?

¿Cuál sería la mejor manera de poder clasificar las preguntas realizadas por los docentes en una clase de ciencias?

De tal forma que los objetivos de esta tesis son:

1. Proponer una clasificación adecuada de las preguntas que realizan los docentes en una clase de ciencias, analizando cada una de ellas.
2. Analizar si durante el proceso de formación se llevó a cabo una modificación en la formulación de las preguntas realizadas por los docentes.

METODOLOGÍA

La realización de este proyecto consistió en llevar a cabo un taller de aprendizaje con el nombre de “Taller de Aprendizaje y Enseñanza de la Ciencia a través de Indagación” (TAECI) con la finalidad de analizar las concepciones que tienen los docentes sobre la enseñanza de las ciencias en la educación básica y analizar la utilización y desarrollo de habilidades que se sugieren trabajar en un proceso de indagación.

Este taller se llevó a cabo en una escuela de educación primaria ubicada en una zona marginada del Estado de México, en la zona del Tenayo que se encuentra en el municipio de Tlalnepantla, con sesiones sabatinas o dominicales que tuvieron una duración de cuatro horas al día, en total se realizaron 30 sesiones en un periodo de año y medio.

El TAECI tuvo una asistencia inicial de 15 docentes, que al paso del tiempo fue disminuyendo hasta terminar con 5 docentes. Las razones de esta disminución tuvieron que ver con la problemática que sobre la evaluación docente se presentó en el 2013 con la reforma de educación. Además, con el cambio de autoridades en la SEP, los maestros empezaron a tomar cursos que interferían con el TAECI.

En la tabla 2.1 se muestran las actividades que se desarrollaron por sesión.

Durante el taller se motivó a los docentes de participar en todas las actividades que se realizaran. El trabajo fue dividido en tres fases:

- Sesiones de resolución de problemas de algunos tópicos en específico.
- Sesiones de importancia de habilidades a desarrollar por parte de los docentes en una clase de ciencias.
- Sesiones de elaboración y revisión de secuencias didácticas propuestas por los docentes.

A continuación se describirán cada una de las fases anteriores:

Las primeras sesiones que se llevaron a cabo fueron sesiones de resolución de problemas en donde se le asignaba a cada equipo formado por 3 o 4 docentes una situación problemática acerca de un tópico en específico, elegidos con

anticipación a partir de una selección de temas que se ven en ciencias naturales en los diferentes grados y temas relacionados a estos (SEP, 2011).

Al inicio de cada sesión se les invitaba a los docentes a que respondieran la siguiente pregunta en una ficha de trabajo, ¿Qué espero aprender?

Tabla 2.1. Actividades desarrolladas por sesión durante el TAECI				
Sesión 1 Presentación del Taller Cuestionario I	Sesión 2 Preguntas-Combustión. Elaboración de preguntas y su importancia.	Sesión 3 Densidad	Sesión 4 Modelos gráficos	Sesión 5 Modelos representacionales (Pulmones)
Sesión 6 Movimiento	Sesión 7 Modelos (La Caja Negra) Entrevista Docente	Sesión 8 Fuerza	Sesión 9 La Célula	Sesión 10 Célula- ADN
Sesión 11 Energía	Sesión 12 Energía-Alimentos	Sesión 13 Matemáticas	Sesión 14 Matemáticas	Sesión 15 Revisión de la práctica docente
Sesión 16 Práctica Docente	Sesión 17 Práctica Docente	Sesión 18 Revisión del plan de estudios de la SEP (2011)	Sesión 19 Elaboración de Cuadros	Sesión 20 Elaboración de Cuadros
Sesión 21 Elaboración de preguntas guía	Sesión 22 La importancia de las preguntas	Sesión 23 Revisión de Secuencias Didácticas	Sesión 24 Revisión de Secuencias Didácticas	Sesión 25 Entrevista Final al Docente y cierre del taller

Nota: La descripción de cada actividad desarrollada se encuentra en el Anexo 3.

En seguida se les entregaba el material necesario para resolver el problema, se les hacía hincapié en trabajar en equipo, desarrollar habilidades de

pensamiento científico (observación, descripción, hacer uso de modelos, formularse preguntas, argumentar, etc...)

Al final de la resolución del problema dado se les pedía que compartieran sus resultados ante todos, proponiendo primero una discusión por equipo y luego una grupal; donde cada docente argumentara sus resultados. Para el cierre de la sesión se les pedía a los docentes que en la misma ficha de trabajo contestaran una segunda pregunta ¿Qué aprendí de la sesión?.

En otras sesiones se hizo hincapié en la importancia de desarrollar habilidades de pensamiento científico (Tabla 1) en la enseñanza de las ciencias naturales, a partir de charlas y ejercicios que permitían captar en los docentes esta importancia, por ejemplo el realizar modelos a partir de la observación en la sesión 4.

Una sesión de habilidades (Tabla 1) fue el de generar preguntas en la clase de ciencia, lo que provocaría en sus alumnos un interés y participación en el aula, cómo poder llevar a cabo una formulación, qué características deben tener estas, qué apertura se debe considerar.

Finalmente, las sesiones de elaboración y revisión de secuencias didácticas, en donde primero se familiarizó a cada docente con el plan de la SEP (2011) y las guías del maestro. Después, cada docente escogió una unidad para poder realizar la secuencia de ésta, se llenaron dos tablas en donde se concentran los aprendizajes esperados en los alumnos, el contenido, las competencias y las habilidades a desarrollar (Anexo 1).

Una vez teniendo estas tablas se prosiguió a realizar la estructura de la secuencia, en donde cada docente tenía que plantearse una pregunta guía que facilitara el proceso de indagación en sus alumnos y a partir de ésta, desarrollar más preguntas que van resolviendo cada actividad de la secuencia.

En todas las sesiones se trabajó de manera tal que los docentes trataran de formularse todas las preguntas posibles.

Desde el inicio del TAECI se realizó un banco de preguntas realizadas por los docentes las cuales provienen de los trabajos que realizaban antes, durante y después de cada sesión. Estas preguntas realizadas por los docentes fueron tomadas a partir de:

- a) Preguntas formuladas en la lectura de artículos de divulgación científica. (Anexo 2)
- b) Preguntas que surgieron antes, durante y después de cada sesión acerca de la situación problemática con la que se trabajó. (Anexo 3)
- c) Preguntas que realizaron en su práctica docente.
- d) Preguntas formuladas durante una entrevista a mitad del taller.(Anexo 4)
- e) Preguntas realizadas en el desarrollo de su secuencia didáctica.(Anexo 5)

Teniendo ya este banco de preguntas, éstas se analizaron con base en las clasificaciones propuestas por: Sokolove (2000), Hofstein (2005), Chamizo (2007) y Lustick (2010) con el fin de identificar cuál de ellas era la más conveniente o bien si se podría estructurar una clasificación que permitiera identificar claramente el tipo de preguntas que se realizaron por parte de los docentes durante este periodo del TAECI. También se observó si en el transcurso del taller se presentó una mejora en la manera de formular preguntas, tanto en el número de preguntas que realizaba cada docente como en la calidad de éstas.

CAPÍTULO 3

RESULTADOS

El banco de preguntas que se obtuvo a lo largo de las sesiones del TAECI me ayudó a realizar un análisis en dos aspectos importantes: cantidad y sobre todo calidad.; además de permitirme hacer una clasificación coherente y precisa.

En total se analizaron 315 preguntas que fueron tomadas de 7 docentes del taller durante las actividades realizadas en el mismo. La cantidad de preguntas generadas por cada docente y el total de estas en cada actividad se muestra en la Tabla 3.1:

Docente	Sesiones	Artículos	Entrevista	Secuencia	Práctica Docente	Preguntas finales por Docente
1*	14	8	9	XX	10	41
2*	17	9	5	XX	10	41
3	16	3	6	1	16	42
4	19	9	7	9	12	56
5	13	4	6	12	19	54
6	13	7	10	10	7	47
7	18	4	4	8	XX	34
Total	110	44	47	40	74	315

* Docentes que ya no continuaron con el proceso de elaboración de la secuencia didáctica, debido a que se jubilaron.

Cada pregunta fue analizada, primero, con la clasificación propuesta por Chamizo (2007), con la idea de hacer una clasificación inmediata a partir de la respuesta de la pregunta.

Los criterios que se tomaron en cuenta para clasificar las preguntas a partir de esta propuesta son:

- La pregunta es clara y precisa
- La respuesta a la pregunta es corta o larga

- En dónde encuentro la respuesta de la pregunta
- La palabra con la que comienza la pregunta es...

Posteriormente se analizaron bajo la perspectiva de Hofstein (2005) tomando en cuenta para la clasificación:

- La pregunta es clara y precisa
- En dónde puedo encontrar la respuesta
- El grado de nivel de aprendizaje

Después se llevó a una clasificación de acuerdo a Sokolove (2000) en donde se tomaron las siguientes consideraciones:

- La pregunta es clara y precisa
- En dónde puedo encontrar la respuesta

Y por último se analizaron a partir de la propuesta que realiza Lustick (2010); teniendo las mismas consideraciones que las que presentan para Hofstein (2005).

Los resultados se presentan de una manera consecutiva comenzando con un análisis a partir de las preguntas que se realizaron en las actividades propuestas a trabajar.

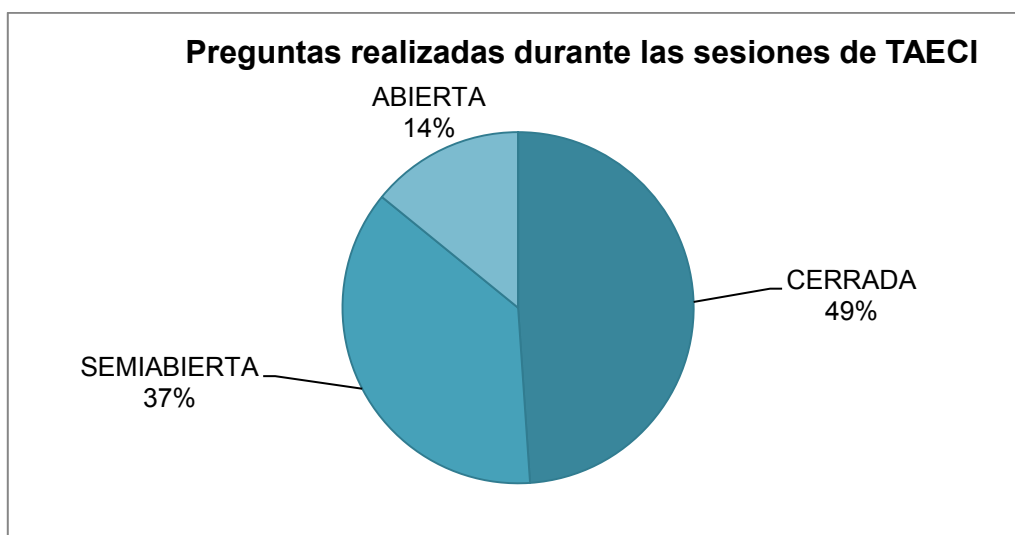
Sesiones del TAECI

Se llevaron a cabo 11 sesiones de resolución de problemas en donde cada profesor, individualmente o en equipo, generaron preguntas, como se muestra en la siguiente tabla (Tabla 3.2).

Tabla 3.2. Total de preguntas realizadas por los docentes en cada sesión.	
Sesión	Total de preguntas realizadas por los docentes.
Combustión	7
Densidad	20
Modelos Gráficos	9
Pulmones	17
Movimiento	6
Modelos- Caja Negra	13
Fuerza	6
Célula	8
Célula-ADN	0
Energía	6
Energía – Alimentos	0
Total de preguntas en todas las sesiones.	92*

*En la tabla 3.1 se tomaron en cuenta todas las preguntas que formularon los docentes aun cuando estaban en equipo, por lo cual el número de preguntas de 110 disminuyó a 92.

Considerando los criterios que se presentaron para analizar estas 92 preguntas a partir de la propuesta que realiza Chamizo (2007) se tiene la siguiente gráfica.



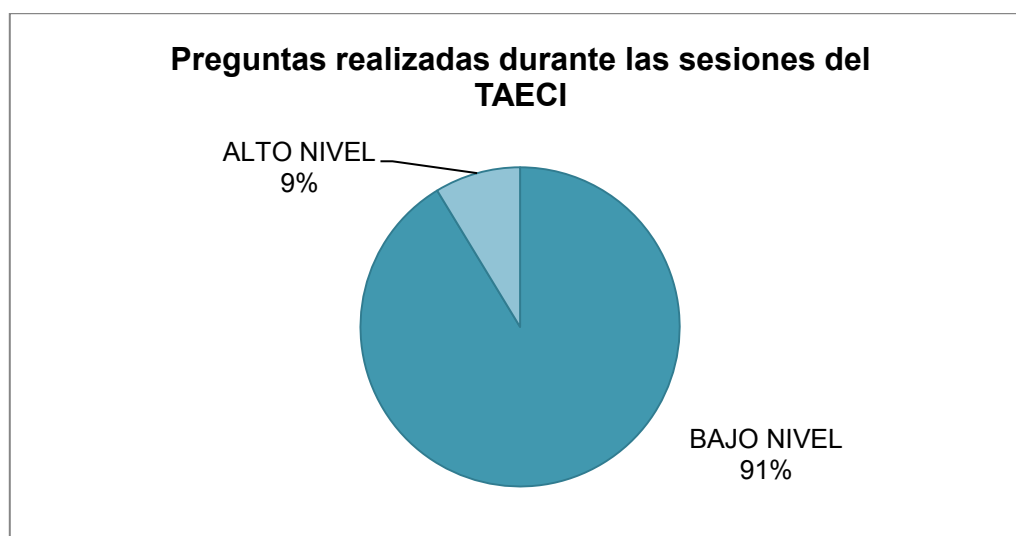
Gráfica 1. Clasificación Chamizo (2007) a preguntas realizadas por docentes durante las sesiones del TAECI.

En la gráfica 1 se muestra que, durante las sesiones del TAECI, el mayor número de preguntas que generaron los docentes entran en una clasificación de preguntas cerradas con un porcentaje del 49% casi la mitad de las

preguntas propuestas, siguiendo con un 37% de preguntas semiabiertas y el restante 14% corresponden a preguntas abiertas.

3.2.1 Ejemplos de Preguntas. Clasificación Chamizo (2007)		
Docente	Pregunta	Clasificación
3	¿Qué es densidad?	Cerrada
5	¿Cuántos tipos de célula hay?	Cerrada
6	¿Cómo se genera la fuerza?	Semiabierta
4	¿Cómo está formada la célula?	Semiabierta
3	¿Qué pasaría si no hay diafragma?	Abierta
5	¿Por qué no todos los animales tienen pulmones?	Abierta

En cuanto a la clasificación propuesta por Hofstein (2005) se tiene la siguiente gráfica.

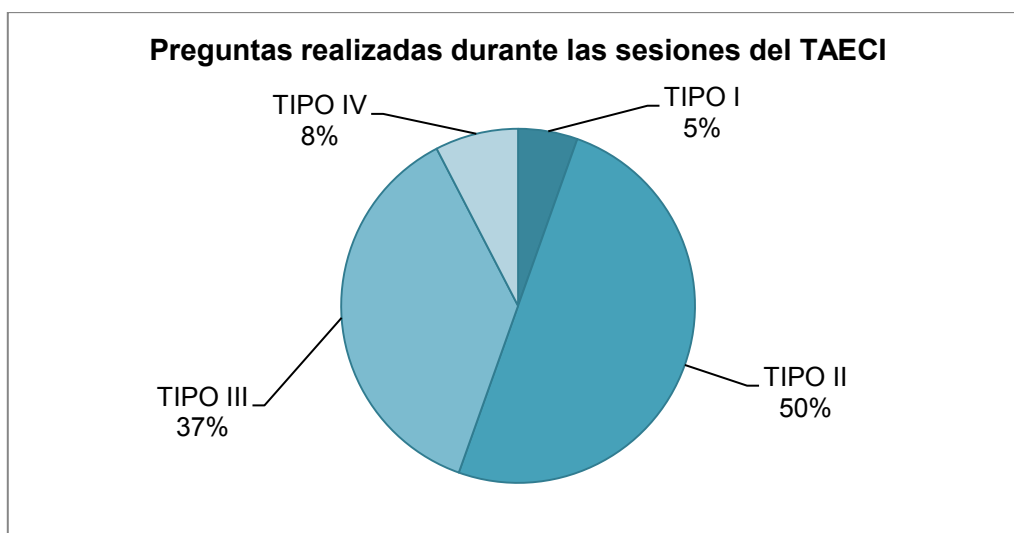


Gráfica 2. Clasificación Hofstein (2005) a preguntas realizadas por docentes durante las sesiones del TAECI.

En donde podemos observar que un porcentaje alto de las preguntas generadas por los docentes corresponden a una categoría de bajo nivel con un porcentaje del 91%, teniendo esta categoría mayor relevancia en comparación con la categoría de preguntas de alto nivel con el 9% que corresponden solamente a 8 preguntas generadas por los docentes.

3.2.2 Ejemplos de Preguntas. Clasificación Hofstein (2005)		
Docente	Pregunta	Clasificación
3	¿Qué es densidad?	Bajo Nivel
5	¿Cuántos tipos de célula hay?	Bajo Nivel
6	¿Cómo se genera la fuerza?	Bajo Nivel
4	¿Cómo está formada la célula?	Bajo Nivel
3	¿Qué pasaría si no hay diafragma?	Bajo Nivel
5	¿Por qué no todos los animales tienen pulmones?	Alto Nivel

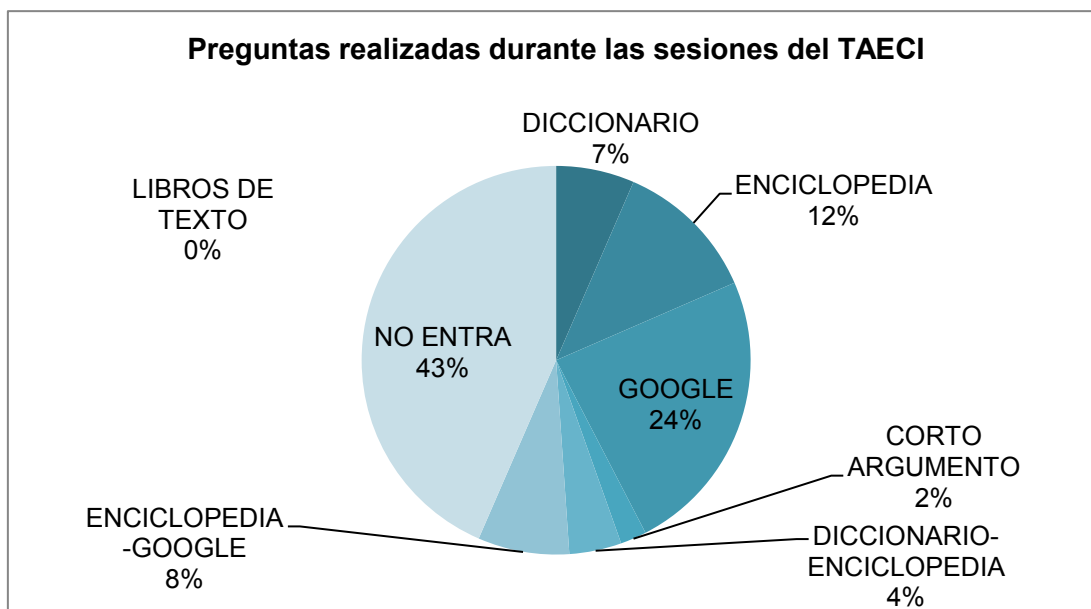
La siguiente clasificación fue de acuerdo a Sokolove (2000) y se obtuvo la gráfica 3. Aquí se puede observar que las preguntas generadas por los docentes entran en las cuatro categorías, teniendo mayor porcentaje aquellas preguntas de Tipo II, es decir aquellas que sólo tienen énfasis en búsqueda de definiciones y/ o conceptos básicos con un porcentaje del 50%; después, aparecen en segundo lugar aquellas preguntas que entran en una clasificación de Tipo III con un porcentaje del 37%, en seguida preguntas de Tipo IV con el 8% y al final preguntas de Tipo I con el 5%.



Gráfica 3. Clasificación Sokolove (2000) a preguntas realizadas por docentes durante las sesiones del TAECI.

3.2.3 Ejemplos de Preguntas. Clasificación Sokolove (2000)		
Docente	Pregunta	Clasificación
1	¿Qué los objetos no son iguales?	Tipo I
3	¿Qué es densidad?	Tipo II
5	¿Cuántos tipos de célula hay?	Tipo II
4	¿Cómo está formada la célula?	Tipo II
4	¿Cómo sé que hay dados?	Tipo III
5	¿Por qué no todos los animales tienen pulmones?	Tipo IV

La última clasificación es a partir de la propuesta que sugiere Lustick (2010) generando la siguiente gráfica.



Gráfica 4. Clasificación Lustick (2010) a preguntas realizadas por docentes durante las sesiones del TAECI.

Como podemos darnos cuenta en la gráfica 4, las preguntas que tienen mayor relevancia en los docentes de educación básica son aquellas tipo Google con un 24% del total; en segundo lugar, las preguntas de enciclopedia con el 12%; le siguen las preguntas de diccionario con 7%; finalmente, las de corto argumento con un 2% y preguntas de libro de texto con 0%; en este caso hay preguntas que no sólo corresponden a una sola categoría, es decir hay

preguntas que están relacionadas en dos categorías, como es el caso de preguntas de diccionario - enciclopedia con 4% y preguntas de enciclopedia-google con 8%. Hay preguntas que no entran en ninguna de las categorías propuestas y son aquellas que son generadas a partir de la observación o la realización de una actividad experimental, estas preguntas corresponden al 43%.

3.2.4 Ejemplos de Preguntas. Clasificación Lustick (2010)		
Docente	Pregunta	Clasificación
3	¿Qué es densidad?	Diccionario
5	¿Cuántos tipos de célula hay?	Enciclopedia
6	¿Cómo se genera la fuerza?	Google
5	¿Por qué no todos los animales tienen pulmones?	Enciclopedia-Google
2	¿Qué crees que pasaría, si en un vaso con agua se le coloca una papa, limón y/o plastilina?	Corto Argumento
7	¿Se consumió el agua?	No entra

Artículos de divulgación

Se les dio a leer a los docentes, en las primeras sesiones, algunos artículos de divulgación científica con el objetivo de que ellos realizaran el mayor número de preguntas que se les ocurriera. Sin embargo, muchos docentes no los leían argumentando poco tiempo para ello (aunque tenían una semana para leerlos), únicamente entregaron las preguntas correspondientes a los dos primeros artículos. En la siguiente tabla se muestra la cantidad de preguntas realizadas por los docentes para cada uno de los artículos.

Tabla 3.3. Número de preguntas realizadas en los artículos de divulgación científica leídos.	
Artículo	Preguntas
¿Papel o plástico?	36
Estudiar la naturaleza para imitarla	8
total de preguntas realizadas	44

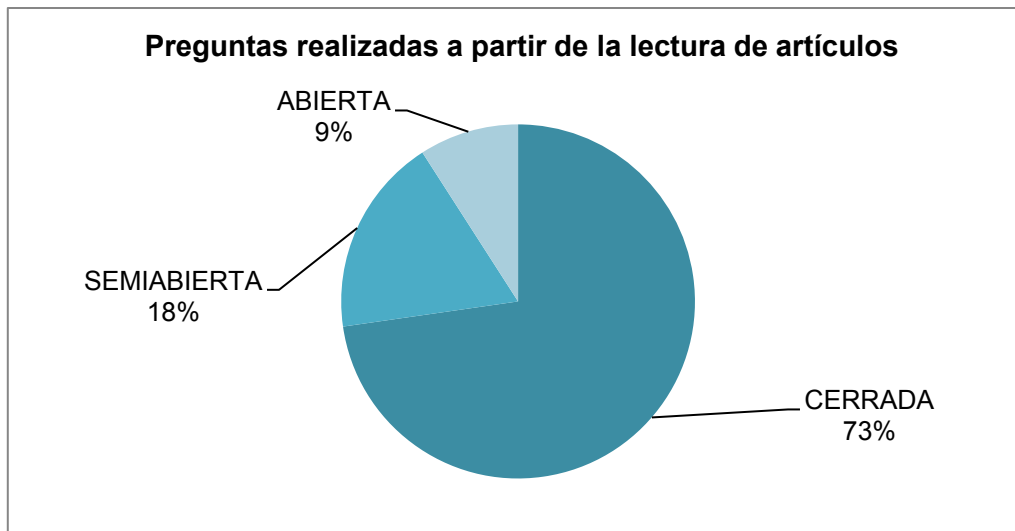
Como observamos en la tabla anterior el número de preguntas en los artículos disminuyó, debido a diversas actividades que fueron teniendo los docentes dentro de su práctica escolar.

En la tabla 3.4 se muestra el número de preguntas que realizaron cada uno de los docentes por cada artículo leído.

Tabla 3.4. Número de preguntas realizadas por docente en los artículos.			
Docente	Artículo 1 ¿Papel o plástico?	Artículo 2 Estudiar la naturaleza para imitarla	Total de preguntas
1	8	0	8
2	9	0	9
3	3	0	3
4	4	5	9
5	4	0	4
6	4	3	7
7	4	0	4

Analizando la tabla anterior nos podemos dar cuenta que el número de preguntas varió en cada artículo leído, solamente en el primer artículo ¿papel o plástico? todos los docentes entregaron al menos 3 preguntas, pero al paso de las sesiones las preguntas disminuyeron por falta de tiempo para poder leer los artículos.

Una vez teniendo estas preguntas se hizo el análisis correspondiente para su clasificación. En primer lugar la clasificación propuesta por Chamizo (2007) en donde los resultados se concentran en la siguiente gráfica.

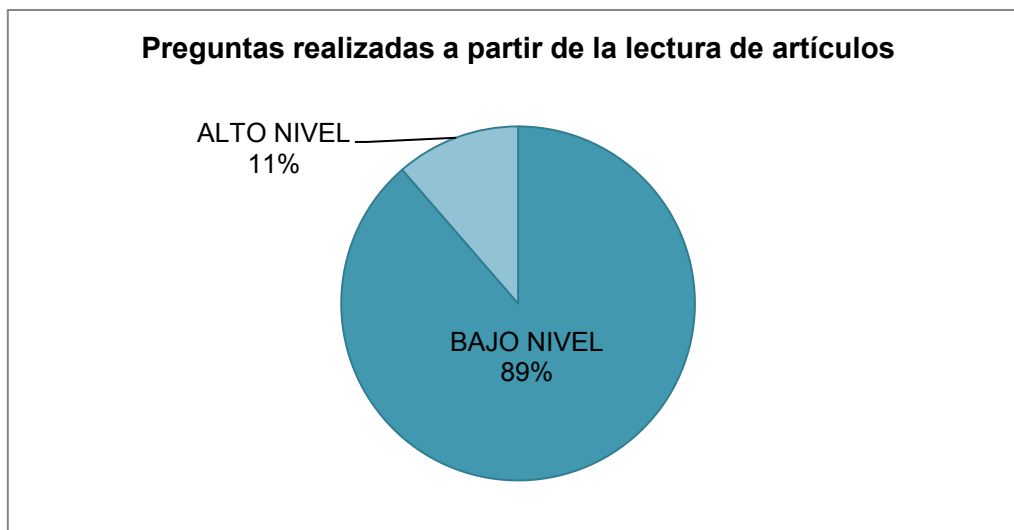


Gráfica 5. Clasificación Chamizo (2007) a preguntas realizadas por docentes a partir de la lectura de artículos de divulgación científica.

Esta gráfica nos señala que los docentes generaron un mayor número de preguntas cerradas aquellas en donde la respuesta la encontramos en el mismo artículo o bien recurrimos a una sola fuente de información para encontrar dicha respuesta, el porcentaje de estas preguntas es de 73% del total de las preguntas, después le sigue aquellas preguntas consideradas como semiabiertas con el 18% y el último lugar son las preguntas abiertas con un 9%.

3.4.1 Ejemplos de Preguntas. Clasificación Chamizo (2007)		
Docente	Pregunta	Clasificación
1	¿Sabes quiénes son los consumidores?	Cerrada
4	¿Qué materiales se necesitan para crear el plástico?	Cerrada
2	¿El agua es el único recurso natural que se puede utilizar en el reciclado de papel?	Cerrada
1	¿Qué harías tú para tener menos contaminación con el plástico y el papel?	Semiabierta
6	¿Por qué solo pensamos en lo mal que hace utilizar bolsas?	Abierta
6	¿Por qué no emprender campañas desde nuestro medio para utilizar racionalmente las bolsas?	Abierta

En segundo lugar se clasificaron de acuerdo a Hofstein (2005) dándonos la siguiente gráfica.

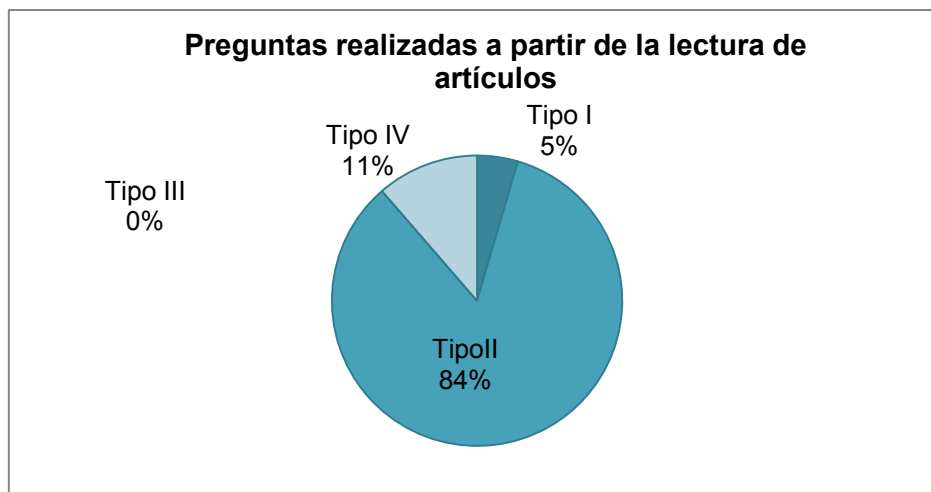


Gráfica 6. Clasificación Hofstein (2005) a preguntas realizadas por docentes a partir de la lectura de artículos de divulgación científica.

Esta gráfica nos muestra que la mayor parte de las preguntas caen dentro de una clasificación de preguntas de bajo nivel con un porcentaje del 89% del total, esto concuerda con la clasificación de Chamizo (2007) donde el mayor porcentaje lo tienen aquellas preguntas cerradas, el resto de las preguntas son consideradas de alto nivel que corresponden a solamente 5 preguntas generadas por los docentes cuyo porcentaje es del 11%.

3.4.2 Ejemplos de Preguntas. Clasificación Hofstein (2005)		
Docente	Pregunta	Clasificación
1	¿Sabes quiénes son los consumidores?	Bajo Nivel
4	¿Qué materiales se necesitan para crear el plástico?	Bajo Nivel
2	¿El agua es el único recurso natural que se puede utilizar en el reciclado de papel?	Bajo Nivel
1	¿Qué harías tú para tener menos contaminación con el plástico y el papel?	Alto Nivel
6	¿Por qué solo pensamos en lo mal que hace utilizar bolsas?	Alto Nivel
6	¿Por qué no emprender campañas desde nuestro medio para utilizar racionalmente las bolsas?	Alto Nivel

En tercer lugar se clasificaron de acuerdo a Sokolove (2000) obteniendo la siguiente gráfica.

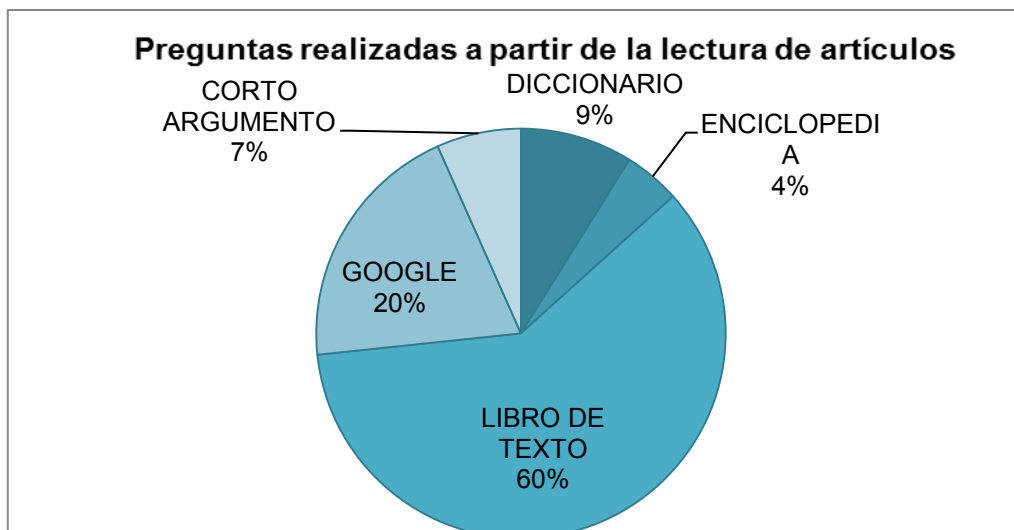


Gráfica 7. Clasificación Sokolove (2000) a preguntas realizadas por docentes a partir de la lectura de artículos de divulgación científica.

En esta gráfica podemos decir que el 84% de las preguntas generadas por los docentes caen dentro de las preguntas Tipo II, después sigue un 11% para preguntas Tipo IV, un 5% para preguntas Tipo I y un 0% para preguntas Tipo III. Aquí vemos que las preguntas Tipo III corresponden a aquellas que se generan a partir de una actividad experimental y en este caso no hay propuestas de estas.

3.4.3 Ejemplos de Preguntas. Clasificación Sokolove (2000)		
Docente	Pregunta	Clasificación
1	¿Sabes quiénes son los consumidores?	Tipo I
4	¿Qué materiales se necesitan para crear el plástico?	Tipo II
2	¿El agua es el único recurso natural que se puede utilizar en el reciclado de papel?	Tipo II
1	¿Qué harías tú para tener menos contaminación con el plástico y el papel?	Tipo IV
6	¿Por qué solo pensamos en lo mal que hace utilizar bolsas?	Tipo IV
6	¿Por qué no emprender campañas desde nuestro medio para utilizar racionalmente las bolsas?	Tipo IV

En cuarto lugar se analizaron a partir de la clasificación propuesta por Lustick (2010).



Gráfica 8. Clasificación Lustick (2010) a preguntas realizadas por docentes a partir de la lectura de artículos de divulgación científica.

Esta clasificación nos proporciona un mayor tipo de preguntas generadas por los docentes; aquellas que tuvieron mayor porcentaje son las que se consideran de libro de texto con 60% más de la mitad de las preguntas realizadas; después le siguen aquellas consideradas de google con 20%, con un 9 % las preguntas de diccionario, 7% preguntas de corto argumento, 4% preguntas de enciclopedia.

3.4.4 Ejemplos de Preguntas. Clasificación Lustick (2010)

Docente	Pregunta	Clasificación
1	¿Sabes quiénes son los consumidores?	Diccionario
4	¿Qué materiales se necesitan para crear el plástico?	Libro de texto
2	¿El agua es el único recurso natural que se puede utilizar en el reciclado de papel?	Enciclopedia
1	¿Qué harías tú para tener menos contaminación con el plástico y el papel?	Corto argumento
6	¿Por qué solo pensamos en lo mal que hace utilizar bolsas?	Corto argumento
6	¿Por qué no emprender campañas desde nuestro medio para utilizar racionalmente las bolsas?	Corto argumento

Entrevista

A partir de una entrevista a la mitad de las sesiones del TAECI, se realizó un pequeño experimento demostrativo que consistía en quemar una nuez, como

se muestra en la figura 1. Se le pidió a cada docente que realizara todas las preguntas que se le ocurriera en ese instante.

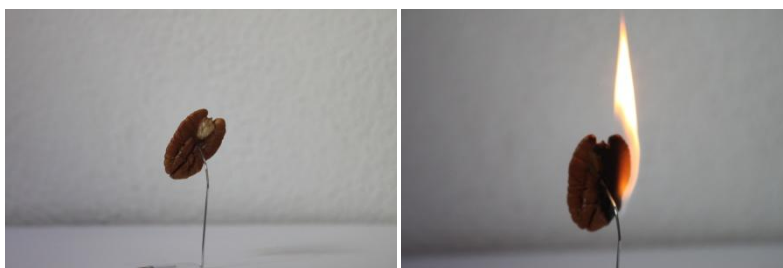


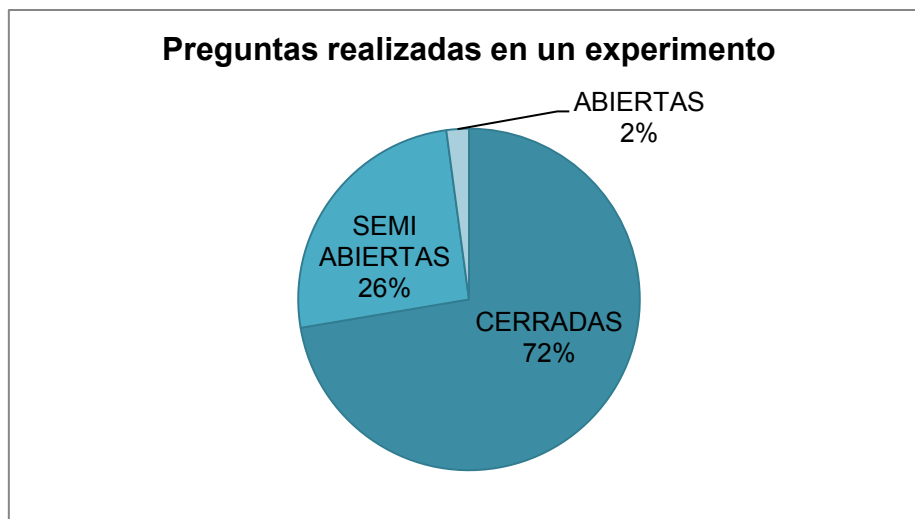
Fig. 1 Quemar una nuez: formulación de preguntas a partir de este hecho.

El número de preguntas que realizaron cada docente durante esta actividad se muestra en la tabla 3.5.

Tabla 3.5. Número de preguntas generadas por los docentes a partir de un experimento demostrativo.	
Docente	Preguntas
1	9
2	5
3	6
4	7
5	6
6	10
7	4
Total	47

Como observamos las preguntas realizadas por los docentes en esta actividad fue enriquecedora en el número de preguntas realizadas, en total generaron 47, las cuales se analizaron de acuerdo a las propuestas que se tienen.

De acuerdo con la clasificación de Chamizo (2007) se tiene la siguiente gráfica.

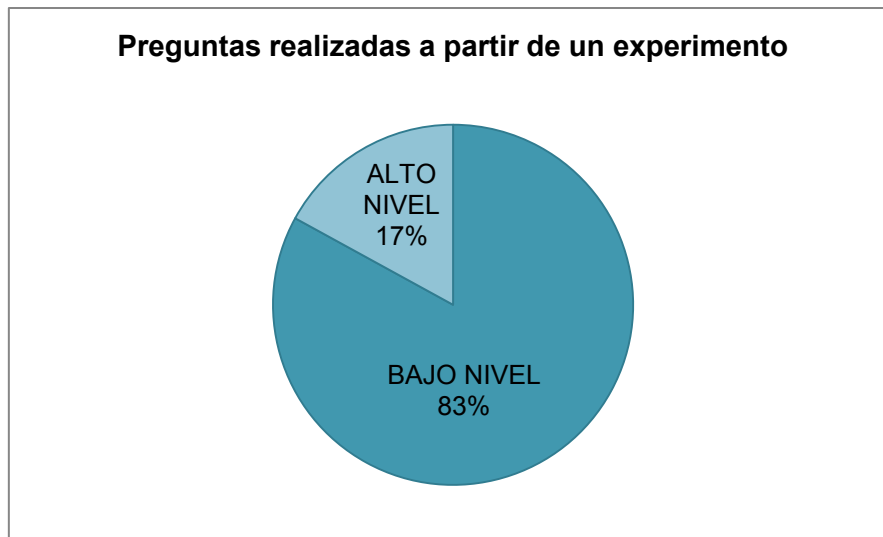


Gráfica 9. Clasificación Chamizo (2007) a preguntas realizadas por docentes a partir de un experimento durante una entrevista.

Aquí podemos observar que el mayor número de preguntas que realizaron los docentes se concentran en la parte de preguntas cerradas con el 72%, de ahí en segundo lugar aquellas preguntas que se consideran como semiabiertas con un 26% y en último lugar aquellas preguntas abiertas con 2%.

3.5.1 Ejemplos de Preguntas. Clasificación Chamizo (2007)		
Docente	Pregunta	Clasificación
2	¿Cuánto tiempo puede durar la nuez encendida?	Cerrada
5	¿Cuánto tiempo va a tardar en consumirse?	Cerrada
2	¿Por qué la nuez genera lumbre?	Semiabierta
1	¿Qué tan contaminante será el quemar este tipo de semilla?	Semiabierta
2	Después de que la nuez se quema ¿Cómo podemos utilizarla?	Abierta

En la siguiente gráfica observamos la clasificación de las preguntas realizadas por los docentes en la actividad experimental a partir de la propuesta de Hofstein (2005).

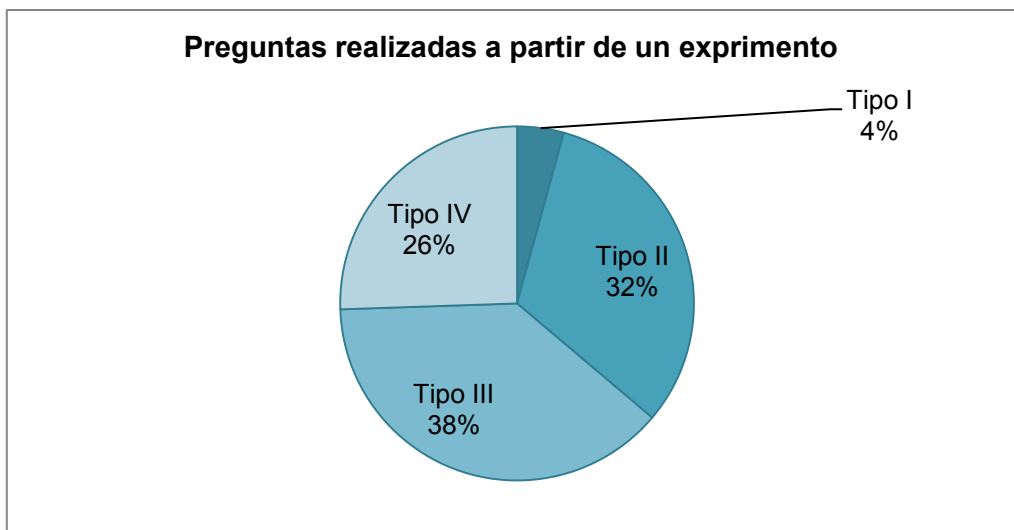


Gráfica 10. Clasificación Hofstein (2005) a preguntas realizadas por docentes a partir de un experimento durante una entrevista.

Esta gráfica nos señala que el 83% de las preguntas realizadas por los docentes caen dentro de preguntas de bajo nivel y solamente el 17% corresponde a preguntas de alto nivel.

3.5.2 Ejemplos de Preguntas. Clasificación Hofstein (2005)		
Docente	Pregunta	Clasificación
2	¿Cuánto tiempo puede durar la nuez encendida?	Bajo Nivel
5	¿Cuánto tiempo va a tardar en consumirse?	Bajo Nivel
2	Después de que la nuez se quema ¿Cómo podemos utilizarla?	Bajo Nivel
1	¿Qué tan contaminante será el quemar este tipo de semilla?	Alto Nivel
2	¿Por qué la nuez genera lumbre?	Alto Nivel

En la siguiente grafica observamos la clasificación de estas preguntas a partir de Sokolove (2000).

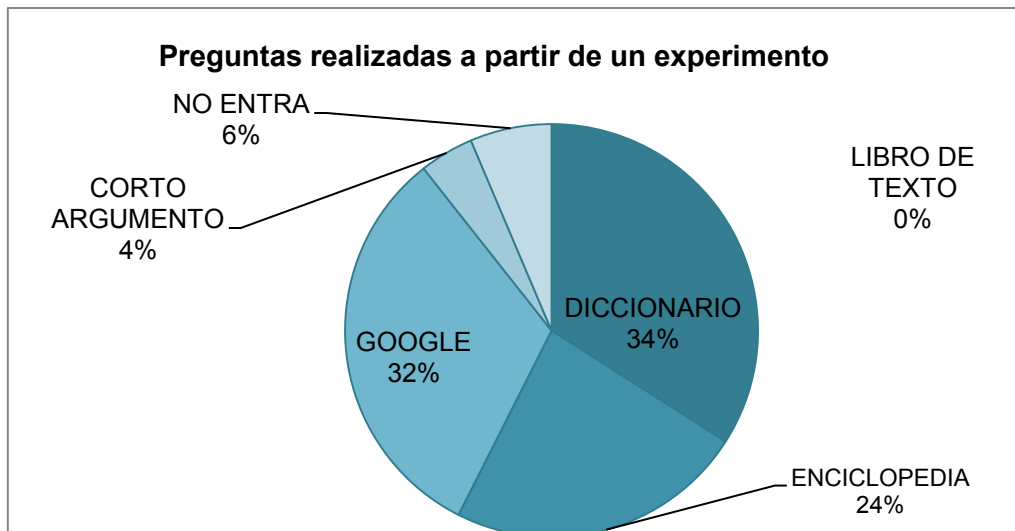


Gráfica 11. Clasificación Sokolove (2000) a preguntas realizadas por docentes a partir de un experimento durante una entrevista.

La gráfica muestra que las preguntas que predominan en los docentes son aquellas de Tipo III (38%), en segundo lugar Tipo II (32%), después Tipo IV (26%) y por último Tipo I (4%).

3.5.1 Ejemplos de Preguntas. Clasificación Sokolove (2000)		
Docente	Pregunta	Clasificación
1	¿Será benéfica para nuestro cuerpo?	Tipo I
6	¿Depende de algún aceite la nuez para que se pueda mantener el fuego un tiempo?	Tipo II
5	¿Cuánto tiempo va a tardar en consumirse?	Tipo III
1	¿Qué tan contaminante será el quemar este tipo de semilla?	Tipo IV
2	¿Por qué la nuez genera lumbre?	Tipo IV

La última clasificación es la de Lustick (2010), la siguiente gráfica nos muestra los resultados.



Gráfica 12. Clasificación Lustick (2010) a preguntas realizadas por docentes a partir de un experimento durante una entrevista.

En la gráfica se muestra que los docentes tienden a realizar preguntas de diccionario (34%) y después preguntas de google(32%) en menos cantidad realizan preguntas de enciclopedia (24%) y mínimo una cantidad de preguntas de corto argumento (4%), en este caso también se presentaron algunas preguntas que no permitieron ser analizadas a partir de esta propuesta (6%).

3.5.1 Ejemplos de Preguntas. Clasificación Lustick (2010)		
Docente	Pregunta	Clasificación
5	¿Qué cambios va a tener la nuez cuando se quema?	Diccionario
1	¿Sera benéfica para nuestro cuerpo?	Google
6	¿Depende de algún aceite la nuez para que se pueda mantener el fuego un tiempo?	Enciclopedia
5	¿Cuánto tiempo va a tardar en consumirse?	No entra
1	¿Qué tan contaminante será el quemar este tipo de semilla?	Corto argumento

Secuencia Didáctica

Cada docente realizó una secuencia didáctica durante las últimas sesiones del TAECI, en donde se les pidió que realizaran una pregunta guía que ayudara a trabajar el tema de la secuencia, considerando para la elaboración de ésta, los aprendizajes esperados, los estándares curriculares y el contenido disciplinar que se mencionan en la guía del maestro. (SEP, 2011), posteriormente formular todas las preguntas que llevaran a contestar la primera, teniendo en cuenta el contexto en donde se desarrolló y la claridad de estas. (Tabla 3.6.).

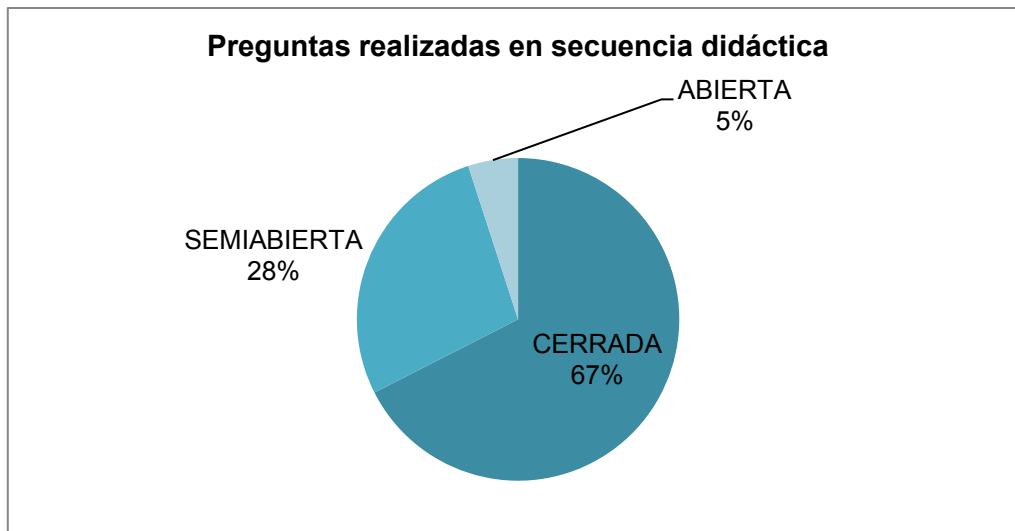
Docente	Tema de secuencia	Preguntas
1*	XXX	XXX
2*	XXX	XXX
3	La Naturaleza	1
4	Ecosistemas	9
5	Seres vivos	12
6	La Naturaleza	10
7	Mezclas	8
Total		40

* Estos docentes ya no continuaron con el proceso de elaboración de la secuencia didáctica, debido a que se jubilaron.

Para esta actividad es necesario mencionar que, de los 7 docentes de los que partimos para el análisis de sus preguntas, tres de ellos ya no realizaron secuencia didáctica.

El docente 7 comenzó esta actividad inicial de la secuencia pero por sus actividades escolares no terminó dicha secuencia, es por esto que se tienen algunas preguntas para analizar.

La primera clasificación es Chamizo (2007) cuya gráfica se presenta a continuación:

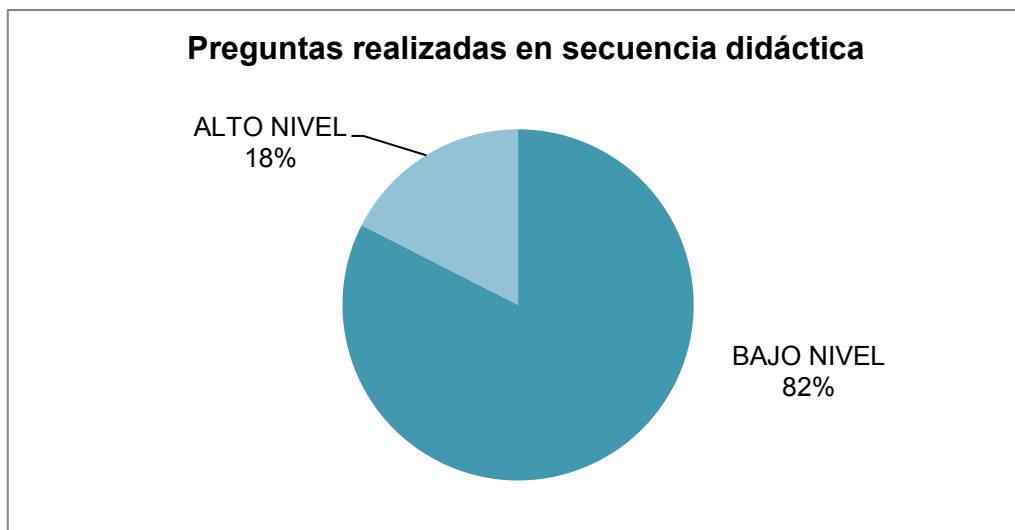


Gráfica 13. Clasificación Chamizo (2007) a preguntas realizadas por docentes en la elaboración de una secuencia didáctica.

En esta gráfica se observa que los docentes aún siguen generando preguntas cerradas en una mayor cantidad (67%), después siguen preguntas semiabiertas (28%) y una pequeña cantidad de preguntas abiertas generadas por sólo un docente con el 5%.

3.6.1 Ejemplos de Preguntas. Clasificación Chamizo (2007)		
Docente	Pregunta	Clasificación
4	¿Dónde viven los seres vivos?	Cerrada
7	¿Qué es una mezcla?	Cerrada
6	¿Qué elementos naturales has observado en tu localidad?	Cerrada
5	¿Cómo podrías interpretar un fósil?	Semiabierta
4	¿Cómo cuido la biodiversidad y los ecosistemas?	Semiabierta
5	¿Por qué la importancia de relacionarte al cuidado del medio ambiente?	Abierta

A partir de la clasificación propuesta por Hofstein (2005) se tiene la siguiente gráfica.

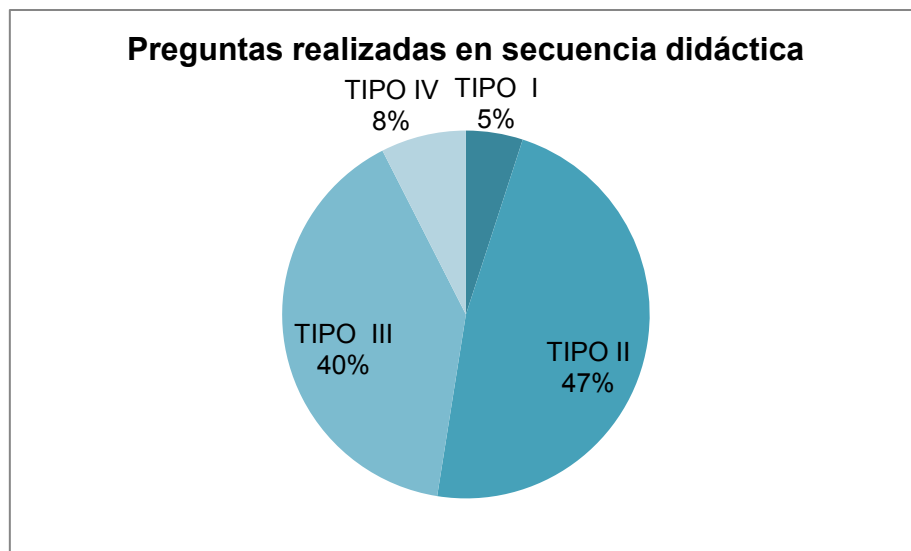


Gráfica 14. Clasificación Hofstein (2005) a preguntas realizadas por docentes en la elaboración de una secuencia didáctica.

En esta gráfica se observa que predominan las preguntas de bajo nivel con un 82% del total de preguntas realizadas y el 18% corresponde a preguntas de alto nivel.

3.6.2 Ejemplos de Preguntas. Clasificación Hofstein (2005)		
Docente	Pregunta	Clasificación
4	¿Dónde viven los seres vivos?	Bajo Nivel
7	¿Qué es una mezcla?	Bajo Nivel
6	¿Qué elementos naturales has observado en tu localidad?	Bajo Nivel
5	¿Cómo podrías interpretar un fósil?	Bajo Nivel
4	¿Cómo cuida la biodiversidad y los ecosistemas?	Alto Nivel
5	¿Por qué la importancia de relacionarte al cuidado del medio ambiente?	Alto Nivel

Para Sokolove (2000) las preguntas analizadas arrojaron la siguiente gráfica.



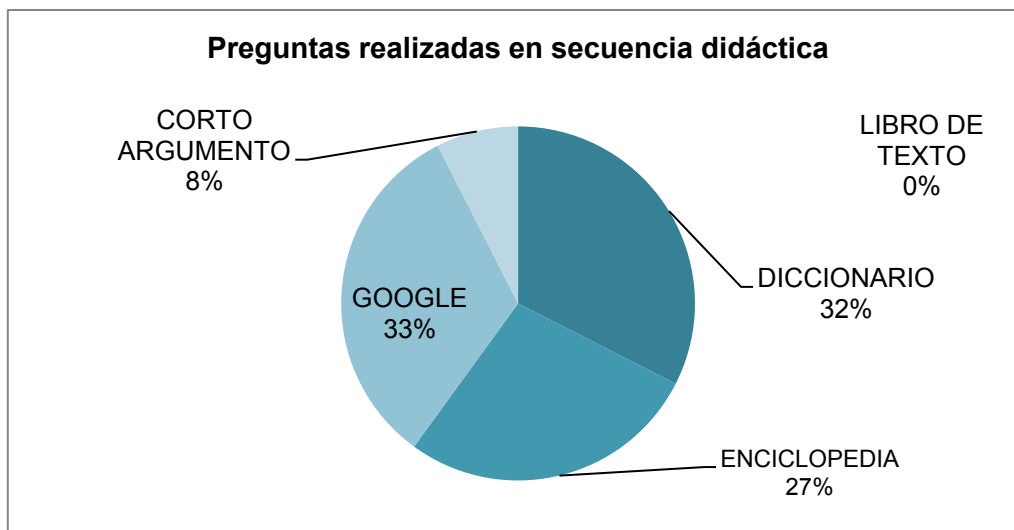
Gráfica 15. Clasificación Sokolove (2000) a preguntas realizadas por docentes en la elaboración de una secuencia didáctica.

En esta gráfica observamos que predominan las preguntas de Tipo II con el 47% más de la mitad de preguntas que realizaron los docentes; después las de Tipo III con el 40%, si sumamos ambas categorías el 87% de preguntas que generaron los docentes corresponden a una respuesta fácil de contestar; en cambio, solamente el 8% de las preguntas son de Tipo IV aquellas que buscan una investigación en los estudiantes, también se presentaron algunas preguntas que caen dentro del Tipo I con el 5%.

3.6.3 Ejemplos de Preguntas. Clasificación Sokolove (2000)

Docente	Pregunta	Clasificación
4	¿Dónde viven los seres vivos?	Tipo II
7	¿Qué es una mezcla?	Tipo II
6	¿Qué elementos naturales has observado en tu localidad?	Tipo II
5	¿Cómo podemos contribuir y su prevención y disminución de la misma?	Tipo III
5	¿Por qué la importancia de relacionarte al cuidado del medio ambiente?	Tipo III
4	¿Cómo cuida la biodiversidad y los ecosistemas?	Tipo IV

En cambio Lustick (2010) nos sugiere una categorización más amplia en las preguntas, a continuación se muestra la gráfica correspondiente.



Gráfica 16. Clasificación Lustick (2010) a preguntas realizadas por docentes en la elaboración de una secuencia didáctica.

En esta gráfica observamos que las preguntas que tienen mayor porcentaje son aquellas consideradas básicas ya que su respuesta es fácil de encontrar; en primer lugar las de diccionario con 32%, en seguida las de google con el 33%, luego vienen las de enciclopedia con 27%, y por último hay tres preguntas de corto argumento cuyo porcentaje es 8%.

3.6.4 Ejemplos de Preguntas. Clasificación Lustick (2010)		
Docente	Pregunta	Clasificación
4	¿Dónde viven los seres vivos?	Diccionario
7	¿Qué es una mezcla?	Diccionario
7	¿Qué materiales se pueden mezclar?	Enciclopedia
5	¿Por qué los fósiles nos proporcionan datos de seres que vivieron en otro tiempo?	Google
4	¿Cómo cuida la biodiversidad y los ecosistemas?	Corto argumento
5	¿Por qué la importancia de relacionarte al cuidado del medio ambiente?	Corto argumento

Práctica Docente

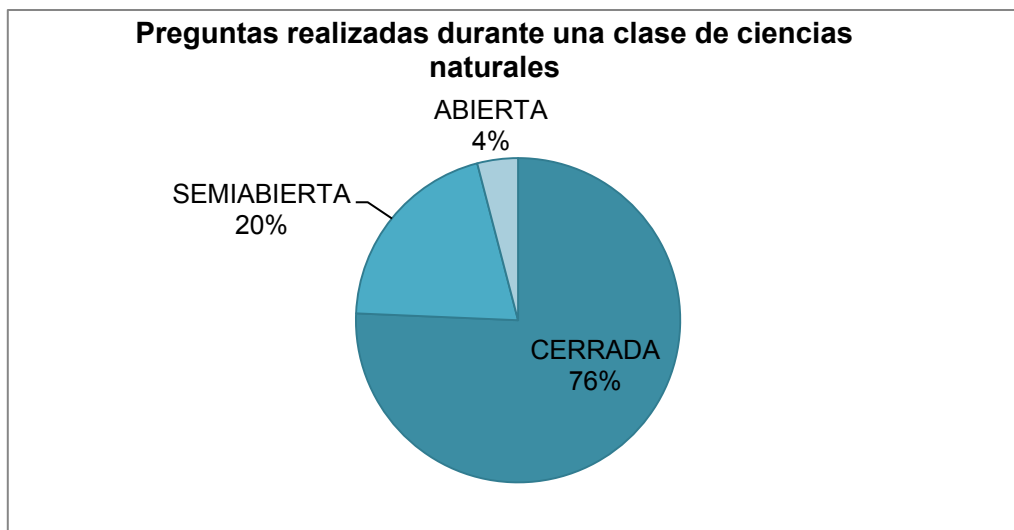
Durante el transcurso del TAECI se llevó a cabo la videograbación de la práctica docente de cada maestro, a partir de la cual se recopilaron las preguntas que generaron durante su clase de ciencias naturales. En la

siguiente tabla se muestra el tema que trabajó cada docente y el número de preguntas registradas para cada uno, hay que mencionar que cada docente escogió el tema a impartir de acuerdo al programa de trabajo que tiene cada uno.

Del docente 7 no se tiene videograbación por la causa mencionada en la actividad anterior. Esta actividad de video grabar la práctica docente de cada uno de ellos, permitió enriquecer el banco de preguntas, y tener una mayor muestra. En este caso, el número de preguntas formuladas por cada docente varió desde 7 hasta 19. El tiempo de grabación de la sesión fue aproximadamente el mismo para todos los docentes de 90min.

Tabla 3.7. Número de preguntas generadas por los docentes durante una clase de ciencias naturales.		
Docente	Tema en clase de Ciencias Naturales	Preguntas realizadas
1	Agua y filtración	10
2	Estados de la Materia	10
3	Ciclo de vida	16
4	Estados de la materia	12
5	Los cinco sentidos	19
6	El aire	7
7	XXX	XXX
Total de preguntas		74

Se analizaron las preguntas a partir de la propuesta de Chamizo (2007) que nos arrojó la siguiente gráfica.

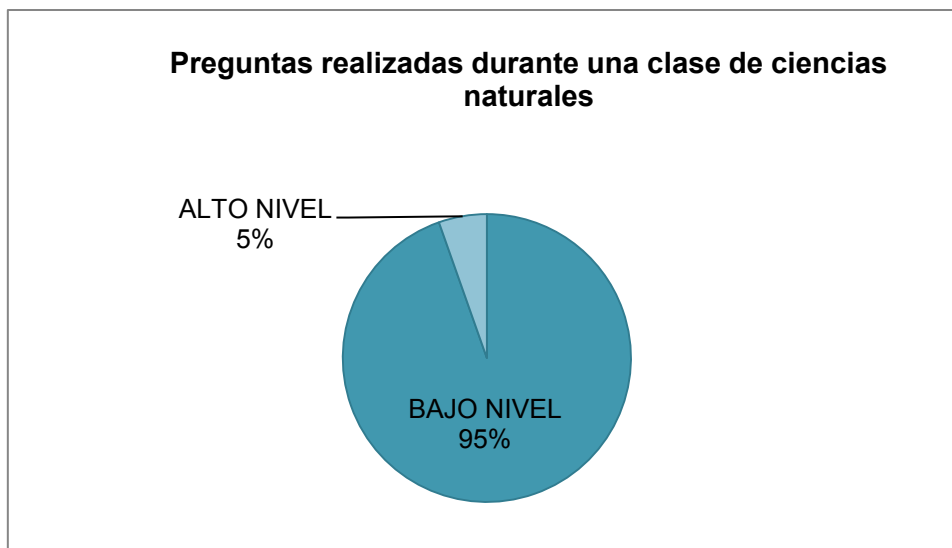


Gráfica 17. Clasificación Chamizo (2007) a preguntas realizadas por docentes durante la videograbación de una clase de ciencias naturales frente a su grupo.

En donde podemos observar que los docentes generaron durante su clase de ciencias naturales un mayor número de preguntas consideradas como cerradas de un total de 74 preguntas realizadas por los siete docentes el 76% corresponden a éstas; un porcentaje del 20% corresponden a preguntas semiabiertas y el resto a preguntas abiertas con el 4 %.

3.7.1 Ejemplos de Preguntas. Clasificación Chamizo (2007)		
Docente	Pregunta	Clasificación
5	¿Quién de ustedes me dice qué son los sentidos?	Cerrada
1	¿Qué significa ciclo hidrológico?	Cerrada
3	¿Por qué creen que nació primero el alpiste que el frijol?	Semiabierta
4	¿Por qué crees que el hielo se deshace o derrite?	Semiabierta
5	¿Qué pienso que tiene la caja?	Abierta

En cuanto a la clasificación propuesta por Hofstein (2005) podemos observar la siguiente gráfica.

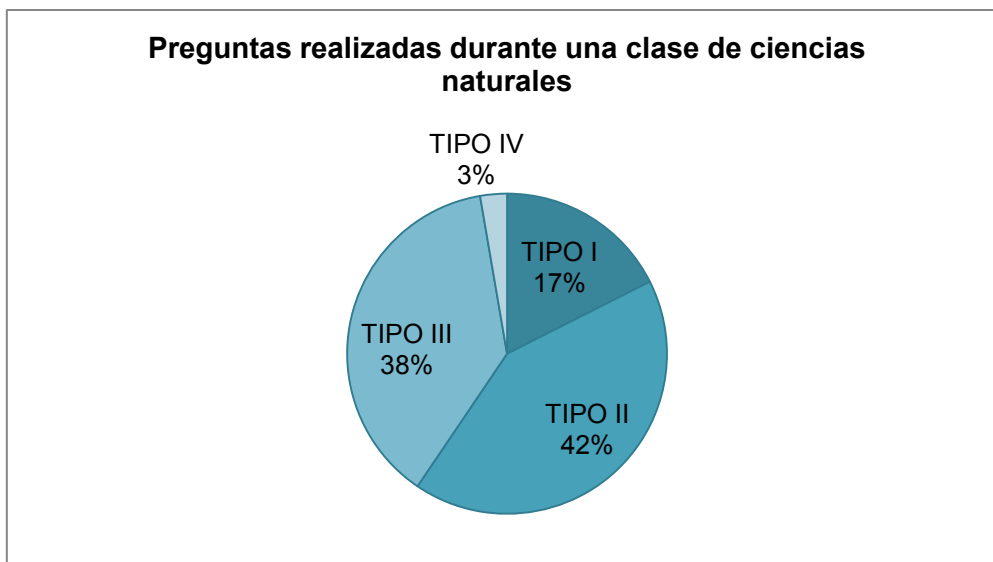


Gráfica 18. Clasificación Hofstein (2005) a preguntas realizadas por docentes durante la videograbación de una clase de ciencias naturales frente a su grupo.

En esta gráfica nos muestra que los docentes durante la clase de ciencias naturales tienden a generar preguntas de bajo nivel con el 95% de las preguntas analizadas y solamente el 5% corresponden a preguntas de alto nivel.

3.7.2 Ejemplos de Preguntas. Clasificación Hofstein (2005)		
Docente	Pregunta	Clasificación
5	¿Quién de ustedes me dice qué son los sentidos?	Bajo Nivel
1	¿Qué significa ciclo hidrológico?	Bajo Nivel
3	¿Por qué creen que nació primero el alpiste que el frijol?	Bajo Nivel
4	¿Por qué crees que el hielo se deshace o derrite?	Bajo Nivel
5	¿Qué otra cosa podría utilizar para saber que hay adentro sin abrir la caja?	Alto Nivel

En el caso de Sokolove la gráfica que nos proporciona las preguntas analizadas a partir de su clasificación es la siguiente.



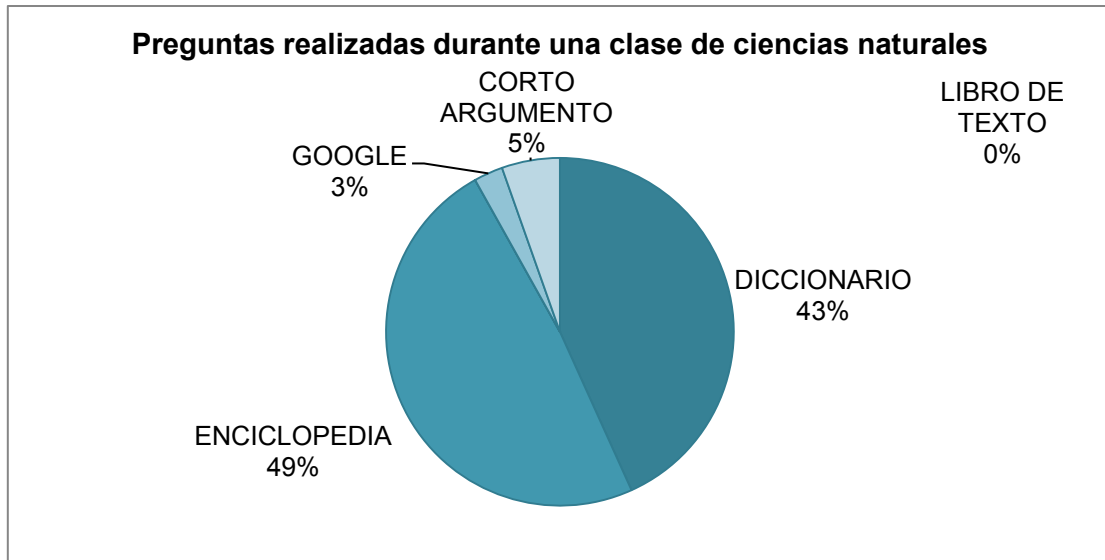
Gráfica 19. Clasificación Sokolove (2000) a preguntas realizadas por docentes durante la videograbación de una clase de ciencias naturales frente a su grupo.

Como podemos observar en la gráfica los docentes generaron buenas preguntas para esta clasificación; hay un buen número de preguntas consideradas como Tipo III (38%) más de un tercio de las preguntas generadas; el mayor número de preguntas caen dentro de las de Tipo II (42%), después las de Tipo I (17%) y por último las de Tipo IV (3%).

3.7.3 Ejemplos de Preguntas. Clasificación Sokolove (2000)

Docente	Pregunta	Clasificación
1	¿Para qué nos sirve la grava gruesa, para qué nos sirve la grava mediana, para qué nos sirve la arena y para qué nos sirve el aserrín?	Tipo I
1	¿Qué significa ciclo hidrológico?	Tipo II
3	¿Por qué creen que nació primero el alpiste que el frijol?	Tipo III
4	¿Por qué crees que el hielo se deshace o derrite?	Tipo III
5	¿Cuántas cosas tiene la caja?	Tipo IV

Finalmente, se analizaron las preguntas a partir de la clasificación de Lustick (2010) obteniendo la siguiente gráfica.



Gráfica 20. Clasificación Lustick (2010) a preguntas realizadas por docentes durante la videograbación de una clase de ciencias naturales frente a su grupo.

Si observamos bien la gráfica podemos decir que hay dos clasificaciones que predominan: las preguntas de enciclopedia con un 49% y las preguntas de diccionario con un 43%; el resto de las preguntas corresponden un 5% a preguntas de corto argumento y el 3% a preguntas google.

3.7.4 Ejemplos de Preguntas. Clasificación Lustick (2010)

Docente	Pregunta	Clasificación
1	¿Qué significa ciclo hidrológico?	Diccionario
1	¿Para qué nos sirve la grava gruesa, para qué nos sirve la grava mediana, para qué nos sirve la arena y para qué nos sirve el aserrín?	Enciclopedia
4	¿Por qué crees que el hielo se deshace o derrite?	Google
5	¿Cuántas cosas tiene la caja?	Corto argumento

Resultados globales

Una vez teniendo el análisis de clasificación, por los autores antes señalados, de todas las preguntas generadas por los docentes durante el TAECI realizaré una relación de todas las actividades y las preguntas realizadas.

Se presentan a continuación las siguientes tablas en donde se muestra la relación de las clasificaciones que se utilizaron en las cinco actividades en donde los docentes generaron algunas preguntas.

Tabla 3.8. Porcentajes de preguntas totales realizadas por los docentes en las diferentes actividades del TAECI. Clasificación de Chamizo (2007)

Actividad	Preguntas Cerradas (%)	Preguntas Semiabiertas (%)	Preguntas Abiertas (%)
Sesiones de TAECI	49	37	14
Artículos	73	18	9
Entrevista	72	26	2
Secuencia Didáctica	67	28	5
Práctica Docente	76	20	4

A partir de esta tabla se puede observar que los docentes, en la mayoría de las ocasiones, tienden a generar preguntas que son consideradas como cerradas, es decir, aquellas en donde la información para ser respondida no requiere de un argumento bien desarrollado, sino que la respuesta es sencilla y fácil de encontrar. En el caso de las Sesiones de TAECI, en donde trabajamos directamente con ellos, se puede apreciar que hubo una mayor producción de preguntas abiertas aunque el porcentaje es bajo; también en el caso de los artículos los docentes tienden a dirigirse a formular preguntas en donde la respuesta se encuentra dentro del mismo artículo lo que solamente están evaluando la habilidad lectora, ni siquiera la comprensión lectora.

En cuanto a las secuencias didácticas que ellos mismos realizaron podemos observar que fueron muy pocas las preguntas abiertas que formularon, aquella que motivara a sus estudiantes a realizar un proceso de indagación, el Docente 5 fue el único que planteó este tipo de preguntas. (Anexo 5)

Esta clasificación resulta sencilla para poder analizar las preguntas de los docentes; sin embargo, hay que tener en cuenta que no todas las preguntas que empiezan con las palabras señaladas (ver tabla 2) caen dentro de esta clasificación, estas son solo una aproximación que se debe tener en cuenta.

En el caso de Hofstein (2005) el propone una clasificación rápida e inmediata en donde divide las preguntas en dos categorías: bajo nivel y alto nivel; los resultados en las cinco actividades realizadas por los docentes se concentran en la siguiente tabla.

Tabla 3.9. Porcentajes de preguntas totales realizadas por los docentes en las diferentes actividades del TAECI. Clasificación de Hofstein (2005).

Actividad	Bajo Nivel (%)	Alto Nivel (%)
Sesiones de TAECI	91	9
Artículos	89	11
Entrevista	83	17
Secuencia Didáctica	82	18
Práctica Docente	95	5

Como podemos observar en la tabla anterior las preguntas que realizaron los docentes caen, la mayor parte, en preguntas de bajo nivel; es decir, aquellas en donde la respuesta es corta y se encuentra fácilmente. En cambio, un porcentaje mínimo requiere de una investigación para poder ser contestada. Esta categorización es rápida para un análisis inmediato, pero dentro de las preguntas de bajo nivel se puede aún seguir una categorización para dar una mayor posibilidad de preguntas en diferentes subcategorías.

El tercer caso es Sokolove (2000) quien nos sugiere cuatro categorías, los resultados de las preguntas realizadas por los docentes sometidas a esta clasificación son los siguientes.

Tabla 3.10. Porcentajes de preguntas totales realizadas por los docentes en las diferentes actividades del TAECI. Clasificación de Sokolove (2000).

Actividad	Tipo I (%)	Tipo II (%)	Tipo III (%)	Tipo IV (%)
Sesiones del TAECI	5	50	37	8
Artículos	5	84	0	11
Entrevista	4	32	38	26
Secuencia Didáctica	5	47	40	8
Práctica Docente	17	42	38	3

Esta tabla nos muestra una mayor posibilidad de clasificación de las preguntas realizadas por los docentes con cuatro categorías propuestas; en este caso los

docentes, durante estas cinco actividades, realizaron una mayor cantidad de preguntas que caen dentro de la categoría de preguntas de Tipo II, aquellas en donde la respuesta se encuentra posiblemente en una determinada fuente de información y es fácil de responder. Las preguntas que nos interesan más dentro del taller son las de Tipo IV, sin embargo, vemos que estas preguntas suelen ser muy pobres en cuanto a la producción por parte de los docentes. También hay que mencionar que algunas preguntas realizadas por los docentes carecen de una respuesta más allá de un sí, no ó bien de una sola palabra, por ejemplo:

Docente	Pregunta	Respuesta	Actividad
Docente 6	¿Alguno de ustedes sabe qué es el aire?	si, no	Práctica Docente
	¿Quién me puede decir qué es el aire?	yo, él, ...	Práctica Docente
Docente 1	¿Sera benéfica para nuestro cuerpo?	si , no...	Experimento combustión de la nuez

En este caso, esta propuesta nos ayuda a poder dar una clasificación más amplia en las preguntas diseñadas.

En tanto Lustick (2010) presenta una clasificación mucho más amplia en las preguntas, él sugiere cinco categorías. En la siguiente tabla observamos el número de preguntas realizadas por los docentes y la clasificación de éstas en las cinco actividades realizadas durante el taller.

Actividad	Diccionario (%)	Enciclopedia (%)	Libro de texto (%)	Google (%)	Corto Argumento (%)	Diccionario-enciclopedia (%)	Enciclopedia-google (%)	No entran (%)
Sesiones de TAECI	7	12	0	24	2	4	8	43
Artículos	9	4	60	20	7	0	0	0
Entrevista	34	24	0	32	4	0	0	6
Secuencia Didáctica	32	27	0	33	8	0	0	0
Práctica Docente	43	49	0	3	5	0	0	0

En esta tabla observamos la clasificación de Lustick (2010) para las cinco categorías, sin embargo, como se muestra en algunos casos de las Sesiones de TAECI (resolución de problemas) y en la entrevista, las preguntas que realizaron los docentes no entran dentro de la clasificación propuesta por él. Estas preguntas requieren ser contestadas a partir de una experiencia experimental por lo que ninguna de las categorías presenta éstas consideraciones; en el caso de las sesiones del TAECI casi la mitad de las preguntas realizadas por los docentes necesitan de la observación de la práctica experimental.

En el caso de los artículos las preguntas que realizaron los docentes caen, la mayor parte, en preguntas cuya respuesta se encuentra en el mismo artículo lo cual no lleva a sus estudiantes un proceso de investigación; en tanto que la mayor parte de las preguntas realizadas por los docentes caen dentro de las de diccionario y enciclopedia, esto se observa claramente en los casos de la realización de la secuencia didáctica y durante su práctica docente.

Propuesta de clasificación

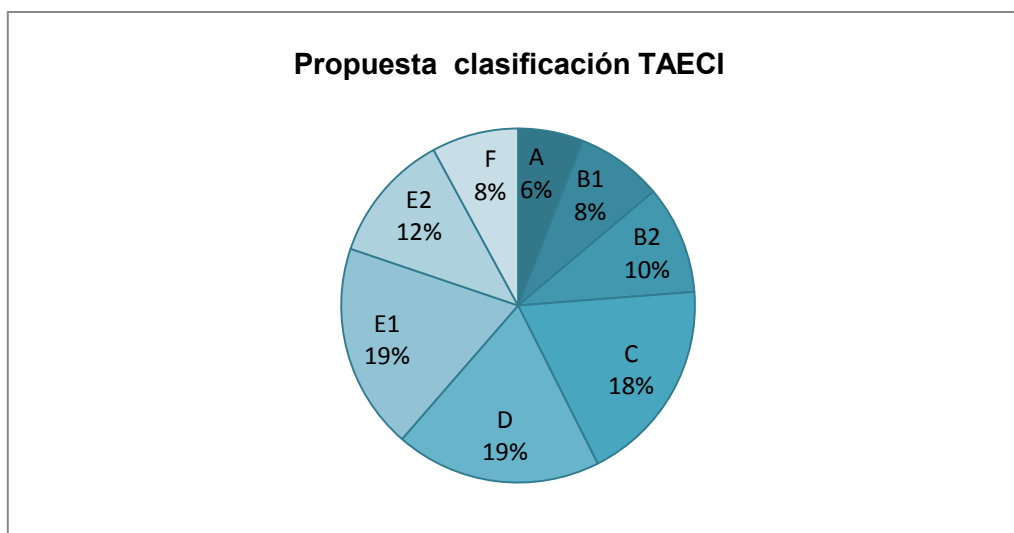
Teniendo el análisis y clasificación, de las preguntas realizadas por los docentes durante el desarrollo del TAECI y viendo la dificultad de analizarlas se propone una nueva clasificación en la cual se puedan considerar todas las preguntas planteadas por los mismos y tenerlas dentro de una categoría. Es muy importante mencionar que esta nueva clasificación está considerada a partir de los cuatro autores con los que se trabajó durante el análisis de las preguntas.

Tabla 3.12. Propuesta de clasificación de preguntas basada en los autores estudiados.	
Categoría	Descripción
Tipo A	Preguntas que no están bien formuladas, presentan una gramática pobre.
Tipo B1	Preguntas cuya respuesta es un si o un no.
Tipo B2	Preguntas cuya respuesta es de una o dos palabras y no se requiere de alguna fuente de información para ser contestada.
Tipo C	Preguntas cuya respuesta se encuentra en una fuente de información, por lo general son definiciones; aquellas tomadas de textos.
Tipo D	Preguntas cuya respuesta se encuentra en más de una fuente de información, deben estar bien justificadas.
Tipo E1	Preguntas que requieren ser contestadas a partir de la observación y realización de un experimento.
Tipo E2	Preguntas que requieren ser contestadas a partir de la realización de un experimento, pero que también necesiten ir a diversas fuentes de información para ser contestadas.
Tipo F	Preguntas que requieren ser contestadas a partir de una investigación, hacer uso de diferentes fuentes de información, promover una indagación en la cual se dé una argumentación sólida de la respuesta.

Con esta clasificación analizaré las preguntas realizadas por tres docentes a lo largo del taller, con la finalidad de obtener un análisis más minucioso. Observar el tipo de preguntas que realizaron, teniendo en cuenta la claridad de estas, el contexto que presentan, pero sobre todo la apertura de generar una investigación por parte de los alumnos. La selección de los docentes a trabajar fue a partir de su participación en el taller, aquellos que estuvieron presentes durante todo el taller, de los cuales tengo una cantidad considerable de preguntas formuladas.

Tabla 3.13. Docentes a trabajar en esta nueva clasificación y número de preguntas a analizar.						
Docente	Sesiones de TAECI	Artículos	Entrevista	Secuencia Didáctica	Práctica Docente	Total de preguntas
4	10	5	6	5	10	36
5	10	4	6	4	10	34
6	10	5	6	5	5	31

Las preguntas que se seleccionaron de los tres docentes se clasificaron dentro de las cinco actividades donde ellos realizaron preguntas, en la siguiente gráfica se muestran los resultados de esta nueva clasificación.



Gráfica 21. Propuesta de una nueva clasificación de las preguntas realizadas por los docentes durante el TAECI.

Como se observa en la gráfica, esta nueva clasificación que propongo está más integrada en las preguntas que realizaron los docentes durante este taller. Hay tres categorías que coinciden en el porcentaje de preguntas que caen dentro de ellas, estas categorías son Tipo C, D y E1 con 19 % de preguntas cada una, después sigue la categoría E2 con 12 % de preguntas, en seguida la categoría B2 con 10 % de preguntas, después con 8 % de preguntas hay dos categorías B1 y F, por último la categoría A con 6 % de preguntas.

Esta nueva propuesta tiene una mayor posibilidad de poder clasificar preguntas que realizan los docentes durante una clase de ciencias.

Ahora analizaremos si hubo un cambio dentro de las preguntas que realizaron los docentes durante el TAECI, es decir si modificaron su forma de realizar preguntas en el transcurso de éste.

Las preguntas realizadas por los docentes variaron en la cantidad de producción, en algunas ocasiones realizaron al menos una y en otras realizaron más de cinco.

Tomaré en cuenta a los tres docentes anteriores por las razones ya antes mencionadas.

Tabla 3.14 Ejemplos de preguntas realizadas por los docentes en su participación dentro del TAECI.			
Docente	TAECI	Preguntas	Actividad
4	inicio	¿Por qué se apagó la vela cuando taparon con el vaso? ¿Cómo se produce el papel? ¿Qué materiales se necesitan para crear el plástico?	Sesión Combustión Lectura de artículo Lectura de artículo
	mitad	¿Qué va a pasarle a la nuez? ¿Por qué el alambre no se calienta? ¿Qué haría que se derritiera el hielo?	Entrevista: experimento Entrevista: experimento Práctica Docente
	final	¿Cuáles son los seres vivos y ecosistemas que existen en la biodiversidad y cómo se relacionan? ¿Cómo cuida la biodiversidad y los ecosistemas?	Secuencia Didáctica Secuencia Didáctica
5	Inicio	¿Cómo se elabora el papel? ¿Por qué no todos los animales tienen pulmones?	Lectura de artículo Sesión Pulmones
	mitad	¿Cuántos tipos de célula hay? ¿Qué nuevos avances hay en los conceptos de energía? ¿Se va a apagar sola o hay que apagarla? ¿Quién de ustedes me dice qué son los sentidos? ¿Qué se les ocurre para saber que hay adentro sin abrirla?	Sesión Célula Sesión Energía Entrevista: experimento Práctica Docente Práctica Docente
	final	¿Cómo podemos contribuir a disminuir la contaminación del aire y sus efectos?	Secuencia Didáctica
6	Inicio	¿Cuántos tipos de movimiento hay? ¿Esperamos que esté legislado para que cambiemos nuestras formas de vivir?	Sesión Movimiento Lectura de artículo
	Mitad	¿Por qué se mantiene la nuez encendida? ¿Depende de algún aceite la nuez para que se pueda mantener el fuego un tiempo? ¿Cómo funciona la célula? ¿Alguno de ustedes sabe qué es el aire?	Entrevista: experimento Entrevista: experimento Sesión La célula Práctica Docente

		¿Quién me puede decir qué es el aire?	Práctica Docente
	final	¿Qué elementos naturales has observado en tu localidad?	Secuencia Didáctica
		¿De dónde proviene la luz que tenemos en el día?	Secuencia Didáctica
		¿Menciona qué otros elementos conoces de la naturaleza que no están en tu comunidad?	Secuencia Didáctica

En el caso del docente 4, durante las sesiones, siempre procuró realizar preguntas semiabiertas o abiertas, hizo muy pocas preguntas cerradas a lo largo de las sesiones. Éstas fueron creciendo en apertura a lo largo del taller, también las fue llevando a un contexto. En su práctica docente se observa que este docente tenía la habilidad de crear preguntas que fueran fáciles de responder y ya una vez que realizó su secuencia didáctica fue una oportunidad para modificar la apertura de estas preguntas.

En el caso del docente 5, en las primeras sesiones del TAECI, solamente realizaba preguntas fáciles de contestar, la respuesta no necesitaba de una búsqueda amplia de información, fue hasta la sesión 6 en donde comenzó a realizar alguna que otra pregunta semiabierta. Posteriormente, en las sesiones siguientes, realizó algunas abiertas. En cuanto a su práctica docente se observa que, cuando se trabajaba en las sesiones con preguntas, podía formular preguntas que ya requerían de una mayor búsqueda de información y sobre todo de una argumentación o justificación para ser respondidas. En la secuencia didáctica se observa que realiza buenas preguntas que requieren de una investigación previa para poder ser respondida, además las preguntas van generando más preguntas a lo largo de la realización de la secuencia.

En el caso del docente 6 es admirable su aportación a este taller, ya que es un docente de educación física el cual se incorporó al taller para aprender más acerca de cómo enseñar ciencias naturales. Este docente, como se observa en la tabla anterior, comenzó a realizar preguntas que eran fáciles de responder sin recurrir a fuentes de información; en la sesión de caja negra, las preguntas que realizó carecían de una estructura, después se nota un cambio en la apertura de estas preguntas. En cuanto a las preguntas de los artículos cabe mencionar que realizó preguntas diferentes, desde aquellas cuya respuesta se

encuentra en el mismo texto, a otras en las que es necesario recurrir a otras fuentes de información. En su práctica docente todas las preguntas que formuló eran fáciles de responder ya que la respuesta a varias de ellas se referían a un si o no. En su secuencia didáctica volvió a realizar preguntas de las que realizó en su práctica docente. Hubo un avance en este docente que apenas se logra observar en las actividades que se presentan, pero su interés y disposición a aprender siempre estuvo al frente.

CAPÍTULO 4

CONCLUSIONES

A partir de los objetivos que se plantearon al inicio de este trabajo las preguntas que realizaron los docentes a lo largo del taller fueron analizadas a partir de cuatro propuestas: Chamizo (2007), Hofstein (2005), Sokolove (2000) y Lustick (2010), con el propósito de ver cuál de estas clasificaciones reportadas en la literatura resultaba ser más compatible con las preguntas que generaron los docentes durante el TAECI (Taller de Aprendizaje y Enseñanza de las Ciencias a través de Indagación).

A partir de los resultados obtenidos queda claro que todas ellas son buenas propuestas, sin embargo, tienen algunas limitaciones, por ejemplo: en algunos casos para clasificar a partir de Chamizo (2007), se tenía que tener bien en cuenta la palabra inicial de la pregunta ya que a veces solía no caer dentro de la clasificación propuesta; en este caso eran tres categorías: cerradas, semi abiertas y abiertas, en donde observamos que los docentes tienden a realizar preguntas cerradas durante una clase de ciencias.

En el caso de Sokolove (2000) las preguntas se podían clasificar en cuatro tipos, teniendo un mayor número aquellas de Tipo II que consistían en definiciones o de búsqueda de información en una sola fuente. Las preguntas que resultaban de un experimento a veces no necesariamente pertenecían a las de Tipo III, es aquí en donde esta clasificación ocasionó que se hiciera un minucioso análisis para poder llevar a cabo una clasificación final que se relacionara con la propuesta.

En cuanto a Hofstein (2005) el sólo tener dos categorías limitaba a que la mayor parte de las preguntas categorizadas se consideraran como de bajo nivel; dentro de este grupo se necesitaba realizar unas nuevas subcategorías con la finalidad de tener una mayor posibilidad de estructuración.

En el caso de Lustick (2010) su clasificación era la que tenía mayor número de categorías para poder realizar una clasificación de éstas, sin embargo, en algunas preguntas no se podía definir de manera adecuada la categoría a la

que pertenecía y esto provocó que estuvieran en medio de dos categorías, dejando entonces dos subcategorías. Algunas preguntas, en los casos de las sesiones del TAECI y de la entrevista, no entraron a ninguna de estas categorías debido a que son preguntas que surgen a partir de la observación y realización de un experimento; por lo que no se pudieron considerar estas preguntas para dicha clasificación.

A partir de estas limitaciones que presentaron la clasificación de cada propuesta se propuso una nueva clasificación en la cual se buscó relacionar todas las preguntas realizadas por cada docente con la finalidad de que ninguna quedara fuera de una categoría; es por esto que la nueva categorización propuesta considera 7 tipos de preguntas, así las preguntas pueden estar dentro de una categoría más específica. Esta clasificación facilitó que todas las preguntas tuvieran una categoría más adecuada.

En tanto a las cinco actividades en las cuales los docentes generaron preguntas sirvió para poder tener diferentes contextos de las preguntas, aquellas que surgieron de un experimento, las que surgieron a partir de leer un artículo, el haber realizado una secuencia didáctica y dentro de su aula de clases en una práctica docente. Poder tener un análisis mayor en las preguntas generadas a partir de diferentes actividades, buscar la importancia de generar preguntas en una clase, promover el hábito de formular preguntas durante las sesiones de trabajo, fortalecer su trabajo en clase.

Se tuvo una gran muestra de preguntas con la finalidad de observar si hubo un desarrollo en el tipo de preguntas que realizaban los docentes, si cada vez que ellos realizaban una pregunta, ésta iba encaminada a una investigación. Sin embargo, se observó muy poco avance en el tipo de preguntas planteadas, la mayoría se queda en las primeras clasificaciones, de una apertura muy cerrada, de bajo nivel, de no promover en sus estudiantes un proceso de indagación; sin embargo los docentes estaban conscientes del tipo de preguntas que realizaban y están dispuestos a seguir trabajando para formular preguntas que requieran un proceso de indagación en sus estudiantes y así generar habilidades en ellos.

Los docentes tienden a generar preguntas muy cerradas las cuales no permiten que el estudiante pueda alcanzar un proceso de indagación; en el que ellos mismos, con la guía del docente, vayan creando su conocimiento acerca de un tópico en particular.

La cantidad de preguntas que realizó cada docente varió, ellos no están acostumbrados a realizar preguntas y esto ocasionó que en ocasiones el número que realizaban de éstas fuera muy pobre.

Para mí el haber participado en el taller me ayudó para saber un poco más acerca del trabajo que realizan los docentes dentro de un salón de clases, la forma en que llevan a cabo sus sesiones, el pensamiento que tienen ellos a la hora de estar frente al grupo, así mismo algunas dificultades que presentan a la hora de enseñar ciencias naturales, su dificultad de desarrollar en sus alumnos habilidades de pensamiento científico, principalmente para este caso la habilidad de generar preguntas, que permitan en sus alumnos un proceso de indagación para la enseñanza de las ciencias como lo marca la SEP (2011).

En cuanto al taller en general los docentes mencionan que su práctica docente cambió a lo largo de éste en forma positiva ya que casi siempre tenían un mayor énfasis para llevar a cabo la enseñanza de Español y Matemáticas, dejando a un lado la enseñanza de las ciencias, principal causa a que a veces les cuesta trabajo llevar a la práctica los tópicos que se presentan, realizando solamente las actividades descritas en el libro texto sin provocar en sus alumnos un mayor aprendizaje.

Sin duda es una gran tarea poder seguir apoyando a los docentes en su formación para que puedan incrementar sus habilidades de conocimiento y herramientas que les faciliten la enseñanza en general.

Anexo 1

“Ejemplo de tablas a realizar antes de armar la secuencia didáctica por parte del docente, considerando el plan de estudios y la guía del maestro (SEP, 2011)”

Docente 5: Sexto Grado. Bloque II ¿Cómo somos y cómo vivimos los seres vivos? Cambiamos con el tiempo y nos interrelacionamos, por lo que contribuyo a cuidar el ambiente para construir un entorno saludable.			
Aprendizaje esperados	Estándares		Contenido Disciplinar
<p>Tema 1.- ¿Cómo sabemos que los seres vivos cambiamos?</p> <p>Explica que los seres vivos y el medio natural han cambiado a través del tiempo, y la importancia de los fósiles en la reconstrucción de la vida en el pasado.</p> <p>Propone acciones para cuidar a los seres vivos al valorar las causas y consecuencias de su extinción en el pasado y en la actualidad.</p>	<p>1.5 Explica los conceptos de biodiversidad, ecosistema, cadenas alimentarias y ambiente.</p> <p>1.6 Explica la importancia de la evidencia fósil para el conocimiento del desarrollo de la vida a través del tiempo y los cambios en el ambiente.</p> <p>2.2 Identifica la contribución de la ciencia y la tecnología en la investigación, la atención de la salud y el cuidado del ambiente.</p>	<p>3.5 Diseña, construye y evalúa dispositivos o modelos aplicando los conocimientos necesarios y las propiedades de los materiales.</p> <p>4.1 Expresa curiosidad acerca de los fenómenos y procesos naturales en una variedad de contextos y comparte e intercambia ideas al respecto.</p> <p>4.2 Valora el conocimiento científico y sus enfoques para investigar y explicar los fenómenos y procesos naturales.</p> <p>4.8 manifiesta disposición para el</p>	<p>*Cambios en los seres vivos y en el medio natural a través de millones de años.</p> <p>*Uso de los fósiles para tratar de reconstruir cómo eran los seres vivos en la Tierra hace miles y millones de años.</p> <p>*Causas y consecuencias de la extinción de los seres vivos hace más de 10 000 años y en la actualidad.</p> <p>*Valoración de las acciones para cuidar a los seres vivos actuales.</p>

		trabajo colaborativo y reconoce la importancia de la igualdad de oportunidades.	
<p>Tema 2.- ¿Por qué soy parte del ambiente y cómo lo cuido?</p> <p>Identifica que es parte del ambiente y que éste se conforma por los componentes sociales, naturales y sus interacciones.</p> <p>Practica acciones de consumo sustentable con base en la valoración de su importancia en la mejora de las condiciones naturales del ambiente y la calidad de vida.</p>	<p>1.7 Identifica algunas causas y consecuencias del deterioro de los ecosistemas, así como del calentamiento global.</p> <p>1.8 Identifica las transformaciones temporales y permanentes en procesos del entorno y en fenómenos naturales, así como algunas de las causas que las producen.</p> <p>3.2 Aplica habilidades necesarias para la investigación científica: responde preguntas o identifica problemas, revisa resultados, registra datos de observaciones y experimentos, construye, aprueba o rechaza</p>	<p>2.4 Identifica ventajas y desventajas de las formas actuales para obtener y aprovechar la energía térmica y eléctrica, así como la importancia de desarrollar alternativas orientadas al desarrollo sustentable.</p> <p>4.2 Valora el conocimiento científico y sus enfoques para investigar y explicar los fenómenos y procesos naturales.</p> <p>4.3 Manifiesta disposición y toma decisiones a favor del cuidado del ambiente.</p> <p>4.5 Manifiesta compromiso con la idea de la interdependencia de los humanos con la naturaleza y</p>	<p>*Ambiente: componentes naturales –físicos y biológicos- sociales – económicos, políticos y culturales-, y sus interacciones.</p> <p>*Valoración de sí mismo como parte del ambiente.</p> <p>*acciones de consumo sustentable: adquirir sólo lo necesario, preferir productos locales, de temporada y sin empaque, entre otras.</p> <p>*Toma de decisiones personales y libres encaminadas a la práctica de acciones de consumo sustentable con base en los beneficios para el ambiente y la calidad de vida.</p>

	hipótesis, desarrolla explicaciones y comunica resultados.	la necesidad de cuidar la riqueza natural. 4.8 Manifiesta disposición para el trabajo colaborativo y reconoce la importancia de la igualdad de oportunidades.	
<p>Tema 3. ¿Qué es el calentamiento global y qué puedo hacer para reducirlo?</p> <p>Propone acciones para disminuir la contaminación del aire a partir del análisis de las principales causas y sus efectos en el ambiente y la salud.</p> <p>Identifica qué es y cómo se generó el calentamiento global en las últimas décadas, sus efectos en el ambiente y las acciones nacionales para disminuirlo.</p>	<p>1.7 Identifica algunas causas y consecuencias del deterioro de los ecosistemas, así como del calentamiento global.</p> <p>1.8 Identifica las transformaciones temporales y permanentes en procesos del entorno y en fenómenos naturales, así como algunas de las causas que las producen.</p> <p>2.4 Identifica ventajas y desventajas de las formas actuales</p>	<p>3.1 Realiza y registra observaciones de campo y analiza esta información como parte de una investigación científica.</p> <p>3.2 Aplica habilidades necesarias para la investigación científica: responde preguntas o identifica problemas, revisa resultados, registra datos de observaciones y experimentos, construye, aprueba o rechaza hipótesis, desarrolla explicaciones y comunica</p>	<p>*Causas y efectos de la contaminación del aire en el ambiente y la salud humana.</p> <p>*Valoración de las acciones personales para contribuir a la mitigación de la contaminación del aire.</p> <p>*Causas del calentamiento global: relación entre la contaminación del aire y el efecto invernadero; efectos del calentamiento global en el ambiente: cambio climático y riesgos en la salud.</p> <p>*Evaluación de alcances y limitaciones de diferentes acciones nacionales para</p>


	para obtener y aprovechar la energía térmica y eléctrica, así como la importancia de desarrollar alternativas orientadas al desarrollo sustentable.	resultados. 4.2 Valora el conocimiento científico y sus enfoques para investigar y explicar los fenómenos y procesos naturales. 4.3 Manifiesta disposición y toma decisiones a favor del cuidado del ambiente. 4.8 Manifiesta disposición para el trabajo colaborativo y reconoce la importancia de la igualdad de oportunidades.	mitigar el calentamiento global.
--	---	--	----------------------------------

Contenidos	Ámbito Científico		Ámbito de Conducta	Ámbito Social
Tema 1.- ¿Cómo sabemos que los seres vivos cambiamos?	Investiga cambios en los seres vivos a través de millones de años.	Reproduce modelos de fósiles para tratar de entender cómo eran los seres vivos.	Toma conciencia de la importancia del cuidado de los seres vivos y el medio ambiente.	Difunde, promueve y practica lo aprendido en su vida diaria y futura.

	Realiza una visita al Museo de Historia Natural, observa y recaba datos.			
Tema 2. Soy parte del Ambiente y lo cuido.	Investiga los componentes naturales del Medio Ambiente.	Investiga diversas acciones de consumo sustentable que están a su alcance. Cuáles afectan al Ambiente y cuáles pueden ser benéficas.	Actúa de manera responsable en el consumo de productos. Realiza acciones de consumo sustentable.	Comenta y practica lo aprendido con su familia y en su comunidad.
Tema3. Calentamiento Global y acciones adecuadas.	Investiga las causas y los efectos del calentamiento global, la contaminación y el cambio climático.	Así como estrategias para evitarlo y combatirlo.	Identifica acciones que perjudican al Ambiente con el fin de evitarlas o disminuirlas. Actúa de manera responsable en su vida.	Difunde lo aprendido en su medio familiar y social.

Anexo 2
"Artículos"

¿Papel o



Las bolsas de **plástico** que
nos dan **en las tiendas**
se están **prohibiendo**
en muchos **lugares del**
mundo pero ¿se **reduce**
el impacto ambiental
sustituyéndolas por **bolsas**
de **papel?**

Fotos: Ernesto Navarrete

plástico?

Benjamín Ruiz Loyola

En marzo de 2009 la Asamblea Legislativa del Distrito Federal aprobó modificaciones a la Ley de Residuos Sólidos para prohibir que se sigan regalando bolsas de plástico a los consumidores en los establecimientos comerciales. Las modificaciones a esta ley entraron en vigor el 19 de agosto de ese año. Se previó un plazo de un año de adaptación para los comercios y a partir de agosto de 2010 se empezarán a aplicar sanciones a los infractores. Se supone que se trata de una medida encaminada a evitar la contaminación por plásticos, pero vale la pena analizarla un poco más, porque plantea varias cuestiones que no han sido resueltas adecuadamente.

Las bolsas de plástico se están prohibiendo en muchos lugares del mundo, como el estado de California, en Estados Unidos; la ciudad de Toronto, en Canadá; el Reino Unido, China, Sudáfrica y algunas ciudades de Australia y la India. A diferencia de México, en estos lugares el éxito de la prohibición se mide en función del petróleo que se ahorra, no de la contaminación que se evita. La ONU está buscando una prohibición global, pero no va a ser

fácil. En México esta medida sólo se ha tomado en el Distrito Federal.

Los efectos ambientales

“¿Papel o plástico?”, nos preguntan en las panaderías al ofrecernos bolsas para guardar nuestro pan. Hay que elegir, pero para eso habría que tomar en cuenta, por ejem-

plo, cuánto tardan en degradarse estos materiales. Resulta que el plástico tarda bastante más que el papel en descomponerse, pero los efectos sobre el ambiente de producir uno y otro no son iguales. Por eso es necesario examinarlos.

El papel se hace con la celulosa del tronco de los árboles, un compuesto polimérico hecho de unidades de glucosa que forman fibras de distintos tamaños, las cuales se mantienen unidas por la lignina.

Esta sustancia da firmeza y dureza a la estructura de las fibras. El papel se puede doblar porque las fibras son flexibles. Su resistencia mecánica a la tensión y a la deformación permite usar bolsas de papel para soportar cargas. Además, las fibras no se disuelven en el agua y, por ser químicamente estables, se pueden mezclar con aditivos; por ejemplo, colorantes.

La celulosa también se puede obtener a partir de papel reciclado y desechos de tela de fibras naturales como el algodón, el cáñamo, el lino y la seda. Pero estas fuentes de celulosa no bastan para satisfacer la gran demanda de papel de nuestra sociedad. Así, para fabricarlo no queda más remedio que cortar árboles. Por si fuera poco, preparar



¿cómo ves?

11



Ciclo de vida de las bolsas desechables



Ilustración: Jorge Ruiz Gutiérrez

y trasladar los troncos requiere maquinaria especializada de gran tamaño que consume combustibles fósiles.

Los troncos cortados para producir papel se dejan secar un mínimo de tres años. Después se les quita la corteza con maquinaria especial y se cortan en pedazos muy pequeños, que se introducen en agua y se someten a altas temperaturas. A estos trozos se les añaden diversos productos químicos para eliminar sustancias como la lignina o las resinas, que pueden afectar la calidad del papel. Luego se vuelven a lavar para eliminar los residuos químicos y, si es necesario, se les somete a un proceso de blanqueo. Así se produce la pulpa para papel, a la que se le puede añadir algo de pulpa reciclada. Si en la fabricación se emplea material reciclado, la calidad del papel baja porque las fibras van perdiendo flexibilidad y resistencia cada vez que se reciclan. El papel se puede reciclar seis u ocho veces, según su calidad inicial.

La pulpa es una suspensión de fibras de

celulosa en agua que debe secarse antes de convertirse en papel. Para eso, primero se extiende la pulpa sobre una malla fina y se exprime con rodillos. Luego se seca con aire caliente o calor directo y vuelve a ser presionada con otros rodillos, que forman

rollos enormes de papel cuyo grosor dependerá del uso al que está destinado. También los aditivos empleados definen el tipo de papel que se obtiene.

Fabricar papel causa deforestación, contaminación por combustibles fósiles y gasto de agua. Producir plástico es aproximadamente igual de contaminante para la atmósfera, pero la contaminación de agua y suelo es mayor en la producción de papel.

El plástico se elabora, principalmente, con productos derivados del petróleo. Para extraer petróleo hay que perforar pozos, lo que implica consumo de combustibles fósiles para la maquinaria y alteración de los ecosistemas donde esté ubicado el pozo. Además, hay que construir caminos para llevar y traer la maquinaria de perforación y el producto extraído, o bien construir un oleoducto para conducirlo. El petróleo se debe transportar a una planta de refinación o fraccionamiento, donde se destila para separarlo en sus componentes. Los produc-

La nueva ley

Las modificaciones a la Ley de Residuos Sólidos que prohíben a los comercios empaquetar las mercancías en bolsas de plástico para entregarlas a los consumidores se publicaron en la *Gaceta Oficial del Distrito Federal* el 18 de agosto de 2009 (cinco meses después de ser aprobadas por la Asamblea Legislativa). En el decreto correspondiente se establece que el Instituto de Ciencia y Tecnología del D.F. debe crear un programa de sustitución de plásticos en un término máximo de seis meses a partir de la entrada en vigor del decreto, plazo que terminó el 19 de febrero de 2010 y el programa todavía no se ha dado a conocer.

tos no se separan de manera individual, sino que están agrupados según su punto de ebullición, es decir, la temperatura a la cual pasan de líquido a vapor. Los vapores obtenidos se vuelven a condensar y se separan así las distintas fracciones del petróleo. A partir de éstas se purifican los productos petroquímicos útiles para las distintas actividades industriales. Uno de éstos es el etileno, que se usa para obtener diversos productos como el etilenglicol, el cloruro de vinilo y el plástico conocido como polietileno, con el que se fabrican la mayoría de las bolsas empleadas en mercados y tiendas. Otra sustancia petroquímica que sirve para fabricar bolsas es el polipropileno.

Para fabricar las bolsas y otros artículos, el etileno que se transforma en polímero y se conserva en pequeñas lentejas, se calienta hasta que se derrite. Así se producen con él, mediante unos rodillos prensa, una especie de cilindros con películas del grosor adecuado. El cilindro se corta a la longitud deseada y se sella el fon-

do. Se le puede cortar un agujero para que la bolsa tenga asas. Aunque el costo energético y el impacto ambiental de fabricar plástico son menores que en el caso del papel, también son significativos.

Destinos manifiestos

Una vez utilizado, el papel se puede reciclar o desechar como basura. Si se va a la basura, puede terminar en un relleno sanitario, donde se va degradando lentamente. Un buen relleno sanitario hace más lento el proceso de degradación por ser mezcla de muchos materiales distintos, los cuales se encuentran muy compactados. Se calcula que el 14% de los residuos de un relleno sanitario están compuestos de cartón y papel.

Para reciclar el papel hay que convertirlo nuevamente en pulpa, para lo cual se emplearán productos químicos que separan las tintas. Además hay que volverlo a blanquear. Esto requiere grandes cantidades de agua. La pulpa obtenida se usa para fabricar nuevos productos de papel 100% reciclado, o para incorporarse a otros procesos de productos parcialmente reciclados. En la industria del papel sanitario (pañuelos y papel de baño)

se reciclan grandes cantidades de papel.

El plástico tiene los mismos destinos que el papel: reciclaje o basura. Se calcula que en los rellenos sanitarios los materiales plásticos representan aproximadamente el 10% del peso y más del 20% del volumen. Una vez en el relleno, el plástico tarda mucho más que el papel en degradarse. Si su destino es el reciclaje, se acumula, se limpia y se vuelve a fundir para elaborar nuevos productos plásticos. Los plásticos se pueden reciclar más veces que el papel y pueden estar solos o mezclados con otros plásticos (por ejemplo, polietileno con polipropileno) para formar nuevos productos de consumo final, como tubos y mangueras en lugar de nuevas bolsas (aunque sí es posible elaborar nuevamente bolsas).

Si bien se dice que los plásticos tardan entre 400 y 1000 años en degradarse, no podemos afirmarlo porque los polímeros sintéticos se fabrican desde hace apenas un siglo, más o menos.

Las bolsas llamadas degradables, biodegradables u oxodegradables tardan alrededor de un año en deshacerse, porque tienen fragmentos oxigenados entre cadenas cortas de polímero. Estas cadenas cortas se rompen más o menos rápidamente y dejan fragmentos de polímeros que no son apreciables a simple vista. En uno o dos años dejamos de verlos, pero las cadenas



Comparación entre el papel y el plástico

- Fabricar plástico consume 40% menos energía que fabricar papel, por lo que es menos contaminante.
- El plástico genera 80% menos residuos sólidos que el papel, por lo que ocupa menos espacio en los rellenos sanitarios.
- Solamente el 5% del plástico se recicla, mientras que en el papel se alcanza el 21% de reciclaje.
- El papel tarda menos en degradarse que el plástico.
- Un paquete de 1,000 bolsas de plástico tamaño estándar pesa aproximadamente 6.81 kg y tiene un grosor de 8.9 cm. Un paquete de 1,000 bolsas de papel con las mismas medidas pesa 63.56 kg y tiene un grosor de 116.84 cm. Por lo tanto, transportar bolsas de plástico exige menos combustible y genera menos contaminación.
- El papel se puede reciclar, para lo que se requiere agua limpia, productos químicos para blanqueo y manejo de fibras, energía para calentar y volver a obtener pulpa y papel. El papel se puede reciclar en promedio ocho veces antes de que las fibras se vuelvan demasiado cortas.
- El plástico se puede reciclar empleando energía para fundirlo y volver a formar materia prima o productos terminados. El consumo de agua y de productos químicos en este proceso es mínimo. El plástico se puede reciclar más de 20 veces antes de volverse débil y quebradizo.

poliméricas resultantes tardan bastante más en degradarse completamente.

El reciclaje

Mientras más papel se recicla, menor es el volumen de los rellenos sanitarios, lo que ayuda al ambiente. Empero, la contaminación asociada a la manufactura de papel es muy importante, ya que se usa mucha agua que se contamina, dependiendo de los productos químicos que se hayan empleado en el proceso. Si estas aguas contaminadas se vierten en mares, ríos y lagos, tienen efectos muy graves. Si consideramos, además, que el proceso implica un gasto muy alto de energía eléctrica, calorífica y mecánica, aunque el papel resultante se usara como combustible, la energía que se obtendría sería mucho menor que la que se invirtió en fabricarlo.

Que el impacto ambiental del plástico sea alto, y muchas veces

astronómico en nuestro país, se debe a que reciclamos poco (aunque el índice de reciclaje en México no dista demasiado de las tendencias mundiales). Reciclar plástico consume mucha menos agua que reciclar papel. También es menor el consumo de energía asociado a su manufactura y transformación. Además, muchos plásticos pueden quemarse en calderas —por ejemplo, en plantas termoeléctricas— para generar energía eléctrica, con lo cual aumenta el beneficio que se obtiene de ellos. Puede ser que quemar plásticos sea altamente contaminante, pero solemos olvidar que son derivados del petróleo al igual que las gasolinas y otros combustibles fósiles, cuya extracción y refinación contamina también si no se toman medidas.

Desde luego, no todos los plásticos son combustibles, pero los que se usan para fabricar bolsas sí lo son (pero cuidado: el PVC —policloruro de vinilo— nunca debe quemarse, porque produce sustancias sumamente tóxicas y dañinas). Además, las bolsas de plástico usadas nos pueden servir, al menos, para clasificar y separar la basura y así entregar al servicio de recolección paquetes de basura orgánica y basura inorgánica, cada uno en su propia bolsa.

Hay plásticos en los lugares más insólitos, desde el fondo de los mares hasta el estómago de peces que no pudieron digerirlos. Sin embargo, eso no es culpa del plástico, sino de quienes no depositamos la basura en su lugar. El papel llega a los mismos lugares, pero se deshace más rápidamente. Los peces que lo ingieren y no lo digieren lo desechan con mayor facilidad. Hoy en



día se desarrollan plásticos más amigables con el ambiente. La investigación anda en pos de polímeros biodegradables, que se descompongan más rápidamente y que no generen nuevos contaminantes (véase “Plásticos biodegradables”, *¿Cómo ves?*, No. 79).

¿Entonces?

Los plásticos no sirven sólo para fabricar bolsas y artículos como peines, cepillos y botellas, sino también para fabricar prótesis, válvulas cardíacas, lentes intraoculares y un sinnúmero de objetos que no solamente hacen la vida más fácil, sino larga y llevadera.

No hay que satanizar al plástico simplemente porque los seres humanos no nos comportamos como es debido.

Tratándose de contaminación, los seres humanos debemos ser más conscientes y responsables. El dilema de la panadería, “¿plástico o papel?”, se resuelve mucho mejor si en vez de utilizar artículos desechables empleamos bolsas, canastas o cualquier contenedor reutilizable. ♻️



14 ¿cómo ves?



Para nuestros suscriptores
La presente edición va acompañada por una guía didáctica, en forma de separata, para abordar en el salón de clases el tema de este artículo.

Benjamín Ruiz Loyola es profesor de tiempo completo en la Facultad de Química de la UNAM y autor de más de 50 artículos de divulgación.



Estudiar la
naturaleza
para imitarla

Gertrudis Uruchurtu

Muchas veces la mejor solución a un problema es copiar las características y procesos de otros seres vivos.

Foto: Ernesto Navarrete

10 ¿cómo ves?



Las arañas, pulgas, caracoles, moscas y hormigas son algunos ejemplos de animales muy importantes para los ecosistemas, pero que muchas veces consideramos insignificantes para nuestra vida. No obstante, las plantas y animales que nos rodean poseen características que han ido refinando a lo largo de millones de años a través de las mutaciones, y que les han permitido adaptarse al medio en que viven para sobrevivir y reproducirse.

Biólogos, químicos, físicos e ingenieros actuales combinan sus conocimientos para obtener los secretos que muchas especies adquirieron a través de la evolución, ya sea para fabricar materiales con propiedades extraordinarias que superan a muchos sintetizados por el ser humano, o por la forma en que se adaptan al medio en que viven. Su objetivo es copiar las características y los procesos de otros seres vivos para resolver problemas que faciliten la vida de los seres humanos de manera sostenible, ya sea en objetos sencillos de uso cotidiano o en la construcción de mecanismos o edificios con diseños y materiales que minimicen el gasto de trabajo y energía.

Un ejemplo clásico de biomimetismo es el que realizó George de Mestral, un ingeniero suizo. Hace 60 años, después de dar un paseo por el campo, Mestral observó los pequeños cardos de ciertas hierbas silvestres que se adherían fuertemente a su ropa y al pelo de su perro. Intrigado, los observó al microscopio e imitando su estructura inventó el *velcro* que hoy encontramos en un sinnúmero de objetos. Las espinitas torcidas de estos frutos se adhieren con fuerza a otros cuerpos para que éstos los transporten y puedan propagar sus semillas en nuevos lugares. Hoy el *velcro* sustituye a botones, agujetas y cremalleras en ropa, mochilas, zapatos y muchos otros objetos.

Hay muchos ejemplos de cómo el ser humano ha imitado a la naturaleza. A



Fotos: cortésia Kevin Collins

Con base en los ojos de una abeja se busca diseñar unos microlentes para cámaras de vigilancia y endoscopios médicos.

continuación siguen algunos de los más destacados.

Cámaras vigilantes

Luke P. Lee, ingeniero en materiales de la Universidad de California en Berkeley, fabricó recientemente unos microlentes cuyo diseño se basa en los ojos de los insectos. Estos microlentes están constituidos de miles de lentes colocados encima de columnas que guían y conducen un haz luminoso a una zona receptora del ojo que es sensible a la luz. Este complejo de lentes y columnas en los insectos se conoce como *ommatidios*. La resolución obtenida es mejor mientras mayor sea el número de microlentes.

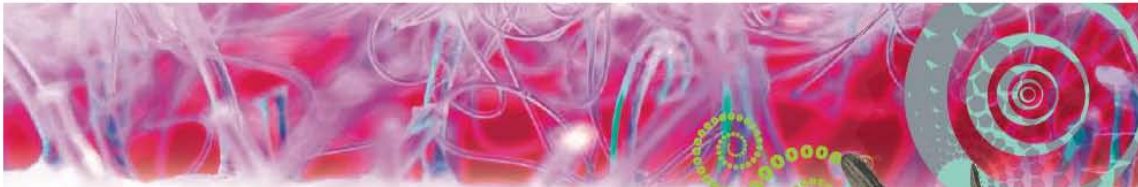
Imitando los ojos de una abeja, Lee fabricó pequeños hemisferios de 2.5 cm. de diámetro con una resina sensible a la luz ultravioleta y moldeó en su superficie miles de microlentes empleando plantillas de material especial. Cuando se expone a la luz ultravioleta, cada microlente enfoca un estrecho rayo de luz hacia el centro del hemisferio. Al penetrar esta luz por la resina, ésta sufre un cambio químico que la endurece y da como resultado columnas

semejantes a las de los ommatidios de los insectos. Estas columnas son capaces de conducir la luz haciendo que converja en un punto preciso.

Aún es necesario perfeccionar el funcionamiento de los microlentes de manera que los haces luminosos incidan en fotosensores microelectrónicos que puedan captar las imágenes. El diminuto tamaño de estas lentes, que pueden obtenerse a bajo costo, hace posible su aplicación en dispositivos de cámaras de vigilancia y endoscopios médicos que obtengan imágenes del interior del cuerpo humano.

Trampas para agua

A los biólogos siempre les ha sorprendido la dureza y rigidez de las mandíbulas, garras de la patas y órganos punzantes de algunos insectos como las hormigas corta hojas y las langostas. Estos órganos están formados con proteínas cuyas moléculas incluyen átomos de cobre o zinc que les dan la rigidez y el filo necesario para destruir plantas. Sung-Mo Lee, investigador de materiales en el Instituto Max Planck de Alemania, pensó que si a las moléculas de un biomaterial como la seda de araña,



constituidas de una proteína más dura y resistente que el acero, se les introducían átomos metálicos, sus propiedades de dureza y resistencia aumentarían. Él y sus colaboradores sometieron la seda de araña a un procedimiento conocido como *infiltración por pulsación múltiple en fase de vapor* con compuestos de cinc, titanio y aluminio. Lograron introducir estos metales en la proteína del biomaterial y ésta resultó tres veces más dura y resistente, superando cualquier fibra textil hecha por el hombre en resistencia a la tensión y capacidad de extensión. A diferencia de la proteína natural que es muy sensible a los cambios de humedad y temperatura, la proteína metalizada es estable cuando varían estos factores. La tela de araña metalizada tiene muchas aplicaciones posibles en materiales médicos de alta tecnología, que incluyen huesos y tendones artificiales.

Las telarañas de cada especie de arácnido tienen diferentes propiedades (ver *¿Cómo ves?* No. 115). Unos biólogos han encontrado que la *viuda negra*, conocida por su mortífero veneno, secreta una proteína para construir su telaraña que es cinco veces más resistente que el

acero y el Kevlar, el polímero empleado en la fabricación de chalecos antibalas. Esta gran resistencia se podría usar en microsuturas que no dejen cicatriz en cirugías; para reforzar tendones que se hayan lesionado y para cables que resistan tensiones enormes.

Sin embargo, hacer un criadero de viudas negras para recolectar la proteína secretada no ha resultado práctico, pues además de que se necesitarían millones de estos arácnidos, son caníbales y no pueden vivir cerca de ningún otro animal, aunque sea de su misma especie.

Para obtener grandes cantidades de una fibra con las características de la telaraña, se ha buscado en el ADN de la viuda negra el gen responsable de producir la proteína y se ha insertado en el genoma de diversos organismos para que éstos fabriquen la fibra. Pese a que esto se ha logrado, el rendimiento y la calidad obtenida no han sido muy buenos. Parece ser que lo más práctico será insertarlo en ciertas plantas de cultivo para que éstas la produzcan en cantidades industriales.

En zonas desérticas habitan arañas del género *Uloborus*, que aparentemente viven sin agua, pero ningún tipo de vida



La resillina, que le da elasticidad a los mosquitos, nos podría servir en implantes de disco intervertebrales sintéticos.

en la Tierra puede existir sin ella. Yongmei Zheng, investigador en la Universidad de Beijing, realizó un estudio más detallado de las telarañas del desierto y ha encontrado que capturan la escasa humedad de la atmósfera. Zheng investigó la estructura y composición de la seda de *Uloborus* con el fin de imitarlas.

Observaciones con microscopio electrónico muestran que estas telarañas constan de dos tipos de estructuras de nanofibras con proteínas de diferente textura. Las primeras forman nudos rugosos donde las fibras no están acomodadas regularmente. Las segundas forman fibras alineadas y su textura es lisa. Ambos tipos de proteínas tienen una gran capacidad de captar agua. Los nudos son los primeros en llenarse de agua y cuando se saturan, las fibras lisas se estiran y se hacen más angostas, permitiendo que el agua se deslice por ellas hasta el otro nudo, de manera que siempre quede libre un nudo para atrapar más agua. La diferencia entre las fuerzas de tensión superficial de las dos estructuras posibilita el movimiento del agua.

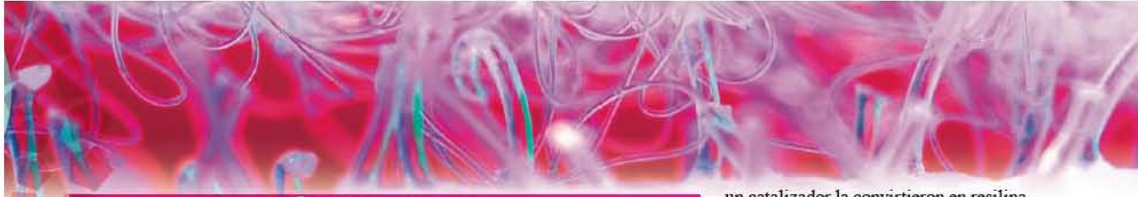
Los químicos de materiales han fabricado materiales con las propiedades de la telaraña. Su proyecto es producir redes con esa misma estructura y colocarlas en zonas desérticas donde puedan atrapar la mínima humedad de la neblina de manera que pueda recolectarse. También podrían



La viuda negra secreta una proteína para construir su telaraña que es cinco veces más resistente que el acero y el Kevlar, el polímero empleado en la fabricación de chalecos antibalas.



Foto cortesía Bradley Davis/BackpacPhotography



OTRAS BIOIMITACIONES

- Se ha logrado crear superficies siempre limpias copiando la estructura de las hojas del loto y del berro, cuya superficie rugosa está constituida de gránulos microscópicos que son cristales de cera natural de entre 200 y 5 000 micras. Estos gránulos hacen que las gotas rueden sobre las superficies sin romperse llevándose consigo toda la mugre.
- La estructura artificial de los nanotubos de carbono, que consisten en láminas de grafito compuestas por una red hexagonal de átomos de carbono de una millonésima de milímetro, imita la forma de los nidos de abeja, pues éstos no tienen huecos. Estas redes son 100 veces más resistentes que el acero. Además, dependiendo del ángulo en que se enrollen, las láminas de grafito de estos nanotubos pueden ser excelentes conductoras o semiconductoras. Por otra parte, si el nanotubo se somete a distintas cantidades de energía, emite electrones, por lo cual puede usarse como cañón en pantallas planas de televisores y computadoras.
- La forma de la locomotora de alta velocidad imita la cabeza del martín pescador que acecha desde el aire a sus presas que nadan en las profundidades. Al igual que el martín pescador atraviesa de un medio a otro sin que se produzcan explosiones de las ondas sonoras, el tren consigue atravesar espacios con diferente densidad de aire, como los túneles, sin que esto suceda.
- A la parte del tren llamada pantógrafo, que está en contacto con todos los cables que llevan la electricidad, se le han hecho unas estrias en los extremos que imitan la forma de las alas de los búhos para amortiguar las turbulencias y no producir ruido.
- Se ha desarrollado un marcapasos diminuto inspirado en el sistema eléctrico del corazón de la ballena jorobada.
- La compañía Carbozyme Inc. diseñó unos filtros que eliminan el 90% del dióxido de carbono (CO₂) del escape de los automóviles a partir del estudio del funcionamiento de los pulmones del ser humano.
- Detectar las ondas sonoras de los tsunamis cuando viajan aún lejos de la costa por los mares profundos y poder alertar a las personas a tiempo resulta difícil, pues los datos tienen que transmitirse desde miles de metros de profundidad —superando reverberaciones e interferencias— hasta una boya en la superficie del mar, la cual los retransmite a un satélite para que los distribuya a los centros de alerta. Sólo los delfines han logrado enviarse mensajes rápidos empleando varias frecuencias altas en cada transmisión que los hacen, además, bastante audibles. Emulando la singular frecuencia modulada por los delfines, la compañía EvoLogics desarrolló un módem de alto rendimiento bajo el agua para transmitir datos que se utiliza actualmente en el sistema de alerta temprana de tsunamis en todo el océano Índico.

Alicia García Bergua

emplearse para extraer humedad no deseada en procesos industriales.

Elasticidad y resistencia

Las pulgas y los mosquitos también han sido una fuente de inspiración en la ingeniería de materiales. Al observar estos insectos, Christopher Elvin, de la Organización de Investigación Científica e Industrial de la Comunidad Australiana (CSIRO, por sus siglas en inglés), se preguntó por qué una pulga puede brincar a una altura equivalente a 200 veces la longitud de su cuerpo o cómo es posible que un mosquito pueda agitar las alas tantas

veces y con tal intensidad sin dañar su cuerpo. Encontró que la respuesta a ambas preguntas está en una proteína llamada *resilina*, que es, hasta ahora, la sustancia más elástica que se conoce. Estos insectos la tienen donde se articulan las patas o las alas con el resto del cuerpo. Unos investigadores tomaron el gen que produce la resilina de un cromosoma de la mosca de la fruta y lo insertaron en el ADN de una bacteria llamada *Escherichia coli* para que la bacteria “aprendiera” a producir la resilina. Un cultivo de estas bacterias produjo varios gramos del antecesor de esta proteína, llamado *pro-resilina*, y con

un catalizador la convirtieron en resilina. La elasticidad de esta sustancia, que le permite estirarse y regresar a su forma original muchas veces sin romperse ni deformarse, la convierte en algo muy útil para el ser humano. Por lo pronto, se cree que con ella pueden fabricarse discos intervertebrales sintéticos para ser implantados en pacientes con discos desgastados por traumatismo o por degeneración. Si un mosquito mueve las alas estirando la resilina cerca de 500 millones de veces en su vida, es muy probable que el implante de un disco de esta sustancia entre las vértebras de una persona pueda restituirle la flexibilidad normal a su espalda, que se flexiona miles de veces a lo largo de la vida.

Adhesivo bacteriano

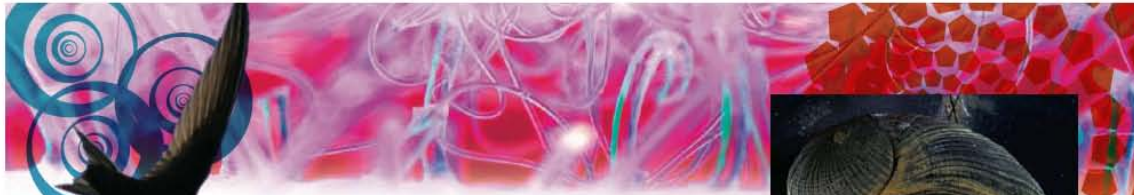
Los pegamentos con mayor capacidad de adhesión a una superficie son de origen natural. Algunos permiten que moluscos como los mejillones y los percebes se adhieran con mucha fuerza a una roca y que el oleaje más violento no pueda despegarlos. Recientemente Jay Tang, investigador de la Universidad de Providence, encontró un adhesivo aún más potente producido por una bacteria no dañina, llamada *Caulobacter crescentus*. Éste se utiliza ya en superficies mojadas como los cascos de los buques, las tuberías de agua y los catéteres médicos. La bacteria se afianza a las superficies con un flagelo,



Imagen: Yves Brun

Ningún pegamento comercial tiene la fuerza de adhesión de *Caulobacter crescentus*.

¿cómo ves? 13



Durante su vida el vencejo (*Apus apus*) puede volar 4.5 millones de kilómetros. Alcanza una velocidad de 110 km por hora.

una especie de hilo, que termina en gancho y se adhiere con una sustancia constituida de cadenas muy largas de azúcares. Para quitar este pegamento se requiere una fuerza de 7.14 kg por milímetro cuadrado de superficie; el pegamento comercial con mayor adherencia requiere una fuerza de 2.5 kg.

Los químicos están tratando de sintetizar una molécula semejante con mayor capacidad adhesiva en superficies húmedas, que podría ser un excelente pegamento quirúrgico.

A prueba de balas

Por las fisuras hidrotermales, que se encuentran a gran profundidad en los océanos, escapan gases provenientes del interior de la Tierra que calientan el agua a temperaturas superiores a los 400 °C y además sustancias ácidas y corrosivas. Aparentemente esto haría imposible la vida en las cercanías de esas troneras, sin embargo, unos biólogos marinos encontraron recientemente un caracol, llamado *Crysmallon squamiferum*, en las troneras hidrotermales del océano Índico, que además de resistir la temperatura y la acidez, tiene un caparazón tan duro que las tenazas de unos enormes cangrejos que lo atacan no pueden romperlo. Con el fin de descubrir a qué se deben estas extraordinarias propiedades mecánicas, que no se encuentran en los caparazones de otros moluscos, Christine Ortiz, del Instituto Tecnológico de Massachusetts, ha analizado su estructura. Encontró que la capa más interna es de carbonato de calcio, igual que la de todos los moluscos, y sobre ésta se adhiere una segunda capa gruesa de proteína. Encima de la capa proteica hay una capa externa que consta de escamas de sulfuro de hierro.

Las fuertes presiones pueden romper el caparazón de este caracol, pero las escamas evitan que las grietas se extiendan y el material proteico de la capa inferior las rellena. Con la presión, las escamas de

sulfuro de hierro se deslizan unas sobre otras endureciendo más el material. La curvatura del caracol amortigua, además, la presión ejercida sobre la capa de carbonato de calcio, lo que indica que el cambio de forma de un material puede mejorar sus propiedades.

Al resultado obtenido con la combinación de las tres capas se le conoce como *amplificación de propiedades mecánicas*; los materiales juntos se hacen 100 veces más resistentes de lo que cada uno de ellos es por separado.

Volar como vencejo

Desde sus inicios, el diseño de los aviones ha tratado de imitar las estructuras anatómicas de los pájaros que posibilitan el vuelo. Sin embargo, incluso los diseños más veloces y modernos no alcanzan la eficiencia del vuelo de algunas aves.

David Lentink, biólogo que previamente hizo estudios de ingeniería aeronáutica, sorprendido por las excepcionales características del vuelo del vencejo, un ave parecida a las golondrinas, ha investigado cómo es posible que durante su vida llegue a volar 4.5 millones de kilómetros y alcance una velocidad de 110 km por hora. Los vencejos pasan casi toda su vida en el aire; comen, se aparean y duermen mientras vuelan.

Para conocer de qué manera la forma, posición y orientación de las alas influyen en la eficiencia del vuelo, recolectó 15 pares de alas de vencejos y las colocó en un túnel de viento. Encontró que para un vuelo lento se requiere que las alas estén perfectamente extendidas, mientras que para aumentar la velocidad tienen que estar dirigidas hacia atrás de la cabeza. Cuando dan un giro a gran velocidad, las dirigen totalmente hacia atrás para que no revoloteen y se fracturen por la fuerza extrema. Mientras las aves duermen, las



El caparazón de *Crysmallon squamiferum* consta de escamas de sulfuro de hierro.

alas planean lentamente y su consumo de energía es mínimo. Utilizar estas alas en el experimento permitió saber más sobre la aerodinámica de los vencejos que si se hubieran hecho modelos artificiales.

Por ahora, resulta problemático adaptar todas las propiedades de estas alas al diseño de aviones, pero, por ejemplo, existe una nave de combate que dirige las alas hacia atrás para obtener su máxima velocidad. Todavía las alas de los aviones no pueden tener la flexibilidad de las de los pájaros porque para ello se requerirían soportes muy pesados que contrarrestarían los beneficios del ahorro de energía.

Trabajo en equipo

Los ejemplos anteriores muestran que para imitar la estructura o el funcionamiento de plantas o animales se necesitan equipos de científicos de todas las ramas de la ciencia. La biología describe su anatomía y sus procesos fisiológicos; la química analítica descifra la composición química y estructura molecular de la zona que se quiere imitar. La química, orgánica o inorgánica, aporta los conocimientos para sintetizar moléculas idénticas o semejantes y equivalentes. A la física y la matemática les toca, a su vez, proponer modelos basados en las características naturales que ayuden a integrar y evaluar el efecto que las variables estudiadas por las otras disciplinas tienen en las distintas aplicaciones. 🐞

MÁS INFORMACIÓN

- www.cienciapopular.com/n/Tecnologia/Biomimetismo/Biomimetismo.php
- www.asknature.org
- www.youtube.com/watch?v=n93UuAqfCM

Para nuestros suscriptores

La presente edición va acompañada por una guía didáctica, en forma de separata, para abordar en el salón de clases el tema de este artículo.

Gertrudis Uruchurtu es química farmacobióloga. Durante 30 años fue maestra de química de bachillerato y es egresada del Diplomado de Divulgación de la Ciencia de la DGDC-UNAM.

Anexo 3

“Sesiones realizadas durante el TAECI”

TAECI: Sesión “Densidad”

La masa y el volumen son magnitudes muy utilizadas en química y física. Éstas generalmente están relacionadas entre sí. Es difícil hablar de un cuerpo que tenga masa, pero que no tenga volumen o viceversa ¿Conoces algo que tenga estas características? ¿Coméntalo con tus compañeros?

Generalmente la relación entre estas magnitudes se utilizan cuando queremos expresar alguna característica específica de las mezclas: por ejemplo la cantidad de sal que se le pone a la sopa, o la cantidad de azúcar con la que se prepara el agua de limón. En ambos casos la “cantidad” de azúcar o sal dependerá del gusto de quien prepare la sopa o el agua de limón. La relación que se utiliza para expresar esta “concentración” es:

$$\frac{\text{masa de azúcar}}{\text{volumen de agua de limón}} = \text{concentración de azúcar en el agua}$$

¿Qué pasaría si en lugar de fijarnos en la masa de azúcar nos fijamos en la masa total del agua de limón? ¿Cómo expresarías la ecuación? ¿Cómo le llamarías a la incógnita que ya no sería “concentración de azúcar en el agua”?

La nueva incógnita, que para el ejemplo quedaría como:

masa total del agua de limón/volumen total del agua de limón

Está asociada a la masa y al volumen del cuerpo o disolución como un todo. A esta relación se le conoce como densidad.

El problema

La densidad es una magnitud que se utiliza tanto en física como en química; sin embargo, se utilizan principios distintos para explicarla. Tu problema será determinar experimentalmente los principios de cada una de las ciencias para entender la densidad.

Resuelve el problema y documenta tu solución

Para solucionar tu problema te sugerimos utilices el material siguiente:

- ↷ 1 charola
- ↷ 1 vaso de vidrio
- ↷ 1 barra de plastilina
- ↷ Limones y papas
- ↷ Agua de la llave.
- ↷ Azúcar.
- ↷ sal
- ↷ 1 Cuchara.

Haz una descripción de lo que hiciste y de las preguntas que te llevaron a alcanzar tu solución

¿Tu solución tiene sentido?

1. ¿Qué tipo de preguntas te harías para demostrar que si tu solución tiene sentido o no?

Incrementa tus habilidades para resolver problemas

1 Comparte la solución al problema conseguida por tu equipo con el resto de la clase.

2 Identifica lo más importante que hayas aprendido sobre la solución del problema de hoy y que pueda ayudarte a solucionar nuevos problemas.

3 ¿podrías solucionar este problema de una forma más eficiente de forma tal que pudieras solucionar un problema similar más rápidamente?

4 Identifica si hay alguna idea o frase en el problema y su solución, que limite el uso del procedimiento para la solución de otros problemas.

5 ¿Puedes identificar alguna característica de este problema y su solución que puedas usar en otros problemas?

Consíguelo

Como consumidor y estudiante de ciencias quieres saber si los refrescos “Light” son realmente ligeros. Es decir ¿cómo afecta el tipo y la cantidad de endulzante a la densidad de las bebidas gaseosas (refrescos)?

TAECI: Sesión “Modelos Gráficos”

Problema:

Uno de los fenómenos más cotidianos es ver el agua fluir, ya sea a través de la llave de casa, de una cubeta a las plantas, o en los ríos y mares. Sin embargo, los ingenieros, físicos, arquitectos, etc. Pasan mucho tiempo estudiando cuáles son los materiales que llevan a que fluidos como el agua se desplacen mejor en las tuberías y también analizan la velocidad que debe llevar el fluido para que llegue con la misma fuerza a todos los lugares. En esta ocasión el problema consiste en generar una representación gráfica del flujo de un líquido en un frasco. Para ello se te proporcionará el siguiente material:

- 6 botellas de plásticos con orificios
- Agua
- Regla
- Papel milimétrico
- Tarja para agua

1. Escribe todas las hipótesis que te lleven a alcanzar la solución al problema.

2. ¿qué tipo de preguntas te harías para demostrar que tu solución tiene sentido o no?

3. ¿Qué variables consideras son importantes para alcanzar la solución a tu problema?

4. Comparte la solución al problema conseguida por tu equipo con el resto de la clase.
5. Identifica lo más importante que hayas aprendido sobre la solución del problema de hoy y que pueda ayudarte a solucionar nuevos problemas.
6. ¿Puedes identificar alguna característica de este problema y su solución que puedas usar en otros problemas?

Reto:

Con objetos de diferentes formas haz una representación gráfica que modele la velocidad de caída del objeto en una superficie inclinada.

TAECI: Sesión “Pulmones”

Problema:

Los pulmones son los órganos en los cuales la sangre recibe oxígeno desde el aire y a su vez, la sangre se desprende del dióxido de carbono que pasa al aire. La función de los pulmones es realizar el intercambio gaseoso con la sangre, por ello los alvéolos están en estrecho contacto con capilares. En los alvéolos se produce el paso de oxígeno desde el aire a la sangre y el paso de dióxido de carbono desde la sangre al aire. En esta ocasión el problema consiste en generar un modelo que te ayude a explicar cómo funcionan los pulmones. Para ello se te proporcionará el siguiente material:

- 1 botella de plástico
- globos
- popotes
- plastilina

Una vez que hayas construido el modelo, deberás generar una explicación científica que explique bajo qué principios se lleva a cabo el intercambio de gases y por tanto el funcionamiento de los pulmones.

1. Escribe todas las hipótesis que te lleven a alcanzar la solución al problema.
2. ¿qué tipo de preguntas te harías para demostrar que tu solución tiene sentido o no?
3. ¿Qué variables consideras son importantes para alcanzar la solución a tu problema?

4. Comparte la solución al problema conseguida por tu equipo con el resto de la clase.
5. Identifica lo más importante que hayas aprendido sobre la solución del problema de hoy y que pueda ayudarte a solucionar nuevos problemas.
6. ¿Puedes identificar alguna característica de este problema y su solución que puedas usar en otros problemas?

TAECI: Sesión “Movimiento”

Concebir lo que está en nuestro entorno como habitantes de la Tierra, nos hace pensar que son pocos los objetos que se mantienen en la misma posición durante largo tiempo. Los animales terrestres caminan, las aves vuelan, los peces nadan, las serpientes reptan y las plantas son agitadas por el viento. Si observamos hacia arriba: las nubes, el Sol, la Luna y todos los astros se mueven. Dentro de nuestro cuerpo también hay movimientos; la sangre, el corazón o los pulmones son claras muestras de la relevancia del movimiento en la vida.

Percibimos el movimiento por medio de la vista, el oído, el tacto y, en ciertas ocasiones, el olfato; sin embargo, aunque nuestros sentidos han posibilitado la evolución humana, y de hecho siguen siendo el medio principal para obtener información del ambiente que nos rodea, actualmente contamos con miles de instrumentos que amplían nuestras capacidades de medición para obtener datos más precisos.

Problema:

¿Cómo sabemos que algo se mueve?

- ¿Existen diferentes tipos de movimiento? ¿cómo podrías describirlos?
- De acuerdo con tus observaciones al mover un objeto: ¿qué parámetros involucran la idea de movimiento y cuáles podemos cuantificar?
- Con base en la experimentación a través de los materiales disponibles: ¿qué harías para elaborar un modelo que represente el movimiento de un objeto?
- ¿Cómo es el movimiento de los cuerpos que caen?

Escribe todas tus hipótesis y los planteamientos que hagas para tratar de solucionar tu problema.

Torito experimental:

¿Qué es la caída libre?

En paracaidismo significa saltar desde un avión a 4000 metros de altura...”no existe sensación de vértigo, no hay referencias de altura a tu alrededor, lo único que sientes es la presión del aire sobre tu cuerpo, como si estuvieras suspendido en un fluido”

Con los materiales proporcionados, diseña un paracaídas tal que sea el mejor al darle pelea a la caída libre.

TAECI: Sesión “Modelos-La Caja Negra”

Problema:

Los científicos utilizamos diversas herramientas para diseñar modelos, en ocasiones recurrimos a nuestros sentidos para interpretar un fenómeno dado.

Esto no es limitado a científicos, nosotros podemos construir ciertas interpretaciones o modelos de los fenómenos a partir de lo que percibimos (sonidos, olores) y también de lo que sabemos (qué tipo de cosas hacen esos sonidos o tienen esos olores), pero que éstos no necesariamente coinciden con la realidad.

En esta ocasión el problema a resolver es determinar cuáles son los objetos que se encuentran dentro de una “caja negra”, la cual nos sirve como un “modelo analógico” de la realidad, a la que nos podemos aproximar de diferentes maneras para intentar explicarla o describir su contenido.

- a) Escribe todas las hipótesis que propones para la solución del problema.
- b) ¿Cómo podrías determinar lo que se encuentra dentro de la caja?
- c) Describe detalladamente lo que se encuentra dentro de la caja
- d) ¿Qué preguntas te harías para demostrar que tu solución tiene sentido o no?
- e) Compara tus resultados con los reales.
- f) Comparte la solución al problema con el grupo.

TAECI: Sesión “Fuerza”

En esta ocasión trabajaremos la mayor parte del tiempo en el patio, requeriremos la ayuda de nuestros sentidos, nuestros músculos y sobre todo condición física. En cada caso, plantea TODAS las preguntas que se te ocurran. También contesten las cuestiones que se les plantean antes y después de llevar a cabo la actividad.

- **El juego de la cuerda**

Colóquense en equipos de igual número de personas uno en cada extremo de la cuerda y jalen.

1. Cuando tu equipo y el contrario empiezan a “jalar”, describe ¿qué es lo que sientes?, elabora un dibujo que describa tu experiencia y redacta tu ilustración.
2. ¿Qué es lo que se necesita para que un equipo sea el ganador? Ilustra y explica.
3. ¿Podrá haber un empate en este juego o es imposible que se de esto? Dibuja y explica.

- **A jalones y estirones**

Cada miembro del equipo se tomará un extremo del sistema de cuerdas y jalará.

Con base en el juego realizado describe:

4. Si fueras el nudo que se encuentra en el sistema de cuerdas, ¿qué sentirías? Ilustra y da una explicación.
5. En este juego ¿qué puede ocurrir? piensa en todas las posibilidades.

- **Polea**

El reto será levantar la cubeta con la ayuda de una polea.

6. Si puedes levantar la cubeta ¿qué es lo que sientes? Dibuja y explica.
7. Esta vez tienes un rival ¿quién es? Dibuja y redacta una explicación.
8. Habrá quien no pueda levantar la cubeta, ¿por qué? Ilustra y explica.

- **Torito experimental**

El reto es subir lo que te indique el coordinador por un plano inclinado y sin levantarlo del plano.

Con ayuda de un dibujo y explicando esta representación, describe lo que sentiste y contrasta tu experiencia con los juegos previos.

TAECI Sesión “La Célula”

La célula se define como la unidad más pequeña de vida que forma a todos los seres vivos. Hoy sabemos que hay células con núcleo y sin núcleo. Aunque la presencia de núcleo no es universal en todo los seres vivos, si lo es la presencia de células. En la actividad de hoy trataremos de observar células animales y vegetales con ayuda del microscopio.

Inicio

Se les proporcionarán diversos materiales para su posible observación. Plántate todas las preguntas posibles que se te ocurran de acuerdo a lo que vas observando con y sin la ayuda del microscopio.

Durante la actividad

Primero, de forma individual representa con dibujos todas tus observaciones.

Una vez que todos hayan elaborado sus dibujos, explíquenlos al resto del equipo de forma detallada.

¿Hubo coincidencias en sus explicaciones? ¿En qué sentido?

Analicen todos los dibujos y discutan cuáles de ellos representan mejor a una célula animal y a una vegetal. Argumenten sus opiniones.

Por equipo, elaboren en las cartulinas las mejores representaciones de células animales y vegetales, indiquen sus componentes principales y las diferencias entre ellas.

Cierre

Presenten sus representaciones y explíquenlas al resto del grupo.

Indiquen, qué tipo de habilidades creen que desarrollaron en esta actividad. Si es posible enumérenlas e indiquen porqué lo consideran así.

P.D. Si tienes dudas de cómo elaborar tus preparaciones puedes preguntar al coordinador de la sesión.

TAECI: Sesión “Célula- ADN”

En la sesión anterior estuvimos observando células en el microscopio. En esta ocasión te pedimos que reflexiones sobre la lectura que se dejó y sobre cómo crees que está conformada la célula. Con base en esto sigue las instrucciones:

En esta ocasión plantearemos un procedimiento ligeramente diferente:

1. Analiza el siguiente procedimiento experimental y trata de identificar el fenómeno que se quiere estudiar. Plantea una pregunta que pueda ser respondida utilizando este procedimiento. Después, lleva a cabo el experimento y con los resultados obtenidos determina si pudiste contestar la pregunta planteada inicialmente. Si no es posible, replantea la pregunta.
2. Cambia de muestra vegetal y repite el experimento, ¿obtendrás el mismo producto?

MATERIAL

<ul style="list-style-type: none">• Muestra vegetal• Agua purificada• Sal de mesa• Detergente líquido de trastes• Alcohol del 96• Ablandador de carnes	<ul style="list-style-type: none">• Mortero• Filtro para café• Vaso de precipitados• Tubos de ensayo• Varilla fina
---	--

Procedimiento

1. Triturar $\frac{1}{2}$ taza de la muestra vegetal con 200mL de agua fría y una pizca de sal en el mortero hasta que quede un molido fino.
2. Colar la mezcla ayudándose del colador y el vaso de precipitados para medir el volumen total de ésta.
3. Agregar $\frac{1}{6}$ del volumen total de la mezcla del detergente líquido.
4. Agitar vigorosamente y dejar reposar 10 min.
5. Pasar la mezcla a tubos de ensayo, pero sólo llenándolos a $\frac{1}{3}$ de su capacidad.
6. Añadir una pizca del ablandador de carnes y agitar muy suavemente.
7. Agregar el alcohol. Se debe dejar escurrir lentamente por la cara interna del recipiente, teniendo éste inclinado. El alcohol quedará flotando sobre la muestra.
8. Se introduce la punta de una varilla estrecha hasta justo debajo de la separación entre el alcohol y el tampón. Remover la varilla hacia delante y hacia atrás durante un minuto. Pasado éste retirar la varilla atravesando la capa de alcohol.

TAECI: Sesión “Energía”

La noción de energía es fundamental para la ciencia, permite explicar una gran cantidad de fenómenos físicos, químicos y biológicos que suceden cotidianamente. Todo lo que hacemos en cada momento de nuestra vida está vinculado con la energía.

Actividades

En cada caso, plantea TODAS las preguntas que se te ocurran. También contesta las cuestiones que se te solicita antes y después de llevar a cabo la actividad.

- ¿Qué sabes de la energía?

De manera individual y posteriormente en equipo, reflexiona y comenta lo que crees importante del conocimiento de energía haciendo las anotaciones pertinentes.

- Péndulo contra la nariz

Comenzaremos la sesión con un juego, en el que debemos construir un péndulo con una pelota y que cuelgue del techo (u otro lugar elevado). Una vez montado, la primer posición es cuando el péndulo se suelta libremente desde la nariz del participante, quien debe permanecer en la misma posición hasta que el péndulo deje de moverse, posteriormente debes realizar el mismo mecanismo pero variando la altura de la pelota, es decir, llevándola a la cintura, en el pecho, a la altura de la frente o inclusive más arriba de ella, sin cambiar la longitud de la cuerda. Anotar todas las observaciones.

¿Qué ocurrió?

¿Existe una energía involucrada en este experimento?

¿Qué factores o variables están involucrados en el fenómeno?

- Batidor

Uno de los experimentos más revolucionarios en el campo de la termodinámica fue el experimento de Joule. Él desarrolló un aparato que constaba de un depósito con agua aislado térmicamente, provisto de un termómetro que indicaba la temperatura del agua, este recipiente tenía unas aspas que estaban conectadas a dos pesas que al caer producían el movimiento de las aspas. Con este experimento Joule encontró la equivalencia $1 \text{ cal} = 4.186 \text{ J}$.

Con ayuda de un batidor intentaremos llevar a cabo un experimento análogo al de Joule, agitando el agua contenida en un recipiente con ayuda de una pala, es importante hacerlo lo más rápido y eficientemente posible, al igual que en el trabajo de Joule durante esta actividad es importante monitorear la temperatura del agua.

Explica qué ocurrió y por qué.

¿Está asociada energía al fenómeno?

¿Qué factores o variables están involucrados en el fenómeno?

- ¿Qué utilidad tienen los procesos químicos?

Para esta etapa de la sesión harás uso de los materiales y sustancias ubicados en la mesa de trabajo, llevarás a cabo experimentaciones con el fin de darle una solución a cada caso que se presenta. NOTA: antes de llevar a cabo la experimentación es importante comentarle al asesor qué es lo que se pretende hacer para evitar accidentes.

De cada experimento explica qué es lo que pasó y propón una justificación argumentada con base en los conocimientos previos y construidos a partir de las tareas realizadas asociados a energía.

Caso 1: Ramón es uno de los muchos hombres en México que hoy en día se dedica meramente al cuidado del hogar, debido a razones ancestrales no le pudo preguntar a su papá cómo limpiar una estufa y qué cuidados tener, así que se aventuró a hacerlo llevado solamente por su instinto. Utilizando un producto de limpieza, lavó la estufa concienzudamente, pero sin el uso de guantes. Cada vez que iba avanzando en su tarea sufría un ardor muy intenso en su mano, así que pensó que era parte del sacrificio de la limpieza. Después

de un rato, esto ya no fue normal para él... Si tú fueras el vecino de Ramón y el acudiera a ti para pedir auxilio ¿qué le recomendarías? Al llevar a cabo tu experimento observa y analiza que sentiría Ramón al darle tu recomendación.

Caso 2: El flash fotográfico es un dispositivo que actúa como fuente de luz artificial para iluminar escenas en fotografía. Su primer uso data de 1864, sin duda para hallar la sustancia que podía cumplir esta función fue el calentamiento de varias de ellas lo que promovió su uso en el arte. Experimenta con las sustancias disponibles para comprobar cuál de ellas pudo ser el inicio del flash.

Actividad 1. En un tubo de ensaye añade un poco de agua, posteriormente disuelve una pequeña cantidad de cloruro de amonio (NH_4Cl). Mide y registra la temperatura durante el experimento.

Actividad 2. A un vaso de precipitados apoyado sobre una tabla, coloca una cucharada cafetera de cloruro de amonio y tres cucharadas cafeteras de hidróxido de bario octahidratado ($\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$). Agita vigorosamente el matraz con tu agitador para que los reactivos se mezclen adecuadamente, sin despegar el matraz de la tabla. De igual forma es importante hacer un monitoreo de la temperatura.

- “Globo chiflador”

Infla un globo llenándolo de gas a la capacidad que tu prefieras, sin amarrarlo suelta el globo del cuello.

Explica lo que pasó y argumenta una posible explicación.

- Confeti

Supón que estas en una fiesta infantil y, después de que tiraran confeti sobre el piso, te toca limpiar. Sin embargo, haz decidido aplicar tus conocimientos de científicos para recoger el confeti, pero lo único que tienes a la mano son globos inflados, ¿qué harías?

Describe y construye una explicación de lo observado en el experimento.

El reto: Náufragos.

Imagina que estas en una isla desierta, no hay ninguna fuente de agua más que el mar, necesitas tomar agua dulce para tu supervivencia, ¿qué harías para lograr tener agua dulce a partir de la salada que se encuentra en el mar?

Desarrolla un experimento sencillo para obtener agua dulce de agua salada.

Anexo 4

“Entrevista”

Nombre del Docente	
Años de experiencia en la docencia clases	Grado que imparte clases
¿Qué significa para ti la enseñanza en términos generales? - ¿Qué significa para ti la enseñanza de las ciencias en particular?	
¿Consideras importante la enseñanza de las ciencias en la educación básica? ¿Por qué?	
¿Podrías describir qué tipo de consideraciones haces cuando desarrollas la planeación de tu clase de ciencias? - ¿Consideras los conocimientos previos, aprendizajes esperados...?	
¿Qué tipo de dificultades de enseñanza tienes? - ¿Y dificultades de aprendizaje? Relacionadas con ciencias ¿las consideras?	
¿Qué tipo de estrategias utilizas para la enseñanza de las ciencias naturales?	
¿Consideras que tu práctica docente ha cambiado de cuando iniciamos el taller hasta la fecha? ¿Por qué?	
¿Te consideras un(a) maestro(a) reflexivo(a) respecto a tu práctica docente? ¿En qué sentido?	
Voy a hacer un pequeño experimento y lo que quiero es que vayas expresando en voz alta todas las preguntas que te surjan	

Anexo 5

“Ejemplo de Secuencia realizada por un Docente”

Estrategia didáctica		
Bloque II ¿Cómo somos y cómo vivimos los seres vivos? Cambiamos con el tiempo y nos interrelacionamos, por lo que contribuyo a cuidar el ambiente para construir un entorno saludable.		6to año Ciencias Naturales Docente 5
Tema 1	¿Cómo sabemos que los seres vivos cambiamos?	
¿Por qué los fósiles nos proporcionan datos de seres que vivieron en otro tiempo? ¿Cómo podríamos describir los cambios que han transformado los seres vivos a lo largo del tiempo? ¿Todos los seres vivos han sido los mismos a lo largo del tiempo? ¿Cómo podrías interpretar un fósil? ¿Los seres vivos han sido siempre iguales a lo largo del tiempo; en cuánto a tamaño, estructura, etc.?	5 sesiones de 50min c/u aproximadamente	material
	1.- Elaboran una línea del tiempo con las distintas etapas de cambios en diferentes seres vivos. 2.- Elabora un modelo de fósil. 3.- Observa diferentes fósiles, analiza y discute llegando a conclusiones.	Material Revistas, fotografías, algunas piezas. Información acerca de la evidencia de fósiles. Por equipos traerán: yeso, plastilina, aceite, un recipiente y cuchara. Falta lo más importante la pieza que será nuestro ejemplo de fósil. También se podría llevar a cabo en lugar de plastilina con arena.
Tema 2	¿Por qué soy parte del ambiente y cómo lo cuido?	
¿Por qué Tú formas parte del Medio Ambiente? ¿Cuál es el papel que desempeñas tú en el medio ambiente? ¿Por qué la importancia de relacionarte al cuidado del medio ambiente? ¿Qué acciones realizas tú	5 sesiones de 50min c/u aproximadamente	
	Dibújate en una Región Natural Comentar los componentes de cada dibujo y enlistar los seres vivos y no vivos de ese medio.	Material Hojas blancas colores Dibujos, esquemas de

<p>para ayudar o afectar a su conservación?</p> <p>¿Cómo se lleva a cabo un desarrollo sustentable?</p> <p>¿Cuál sería un consumo responsable en tu vida diaria?</p>	<p>En equipos se exponen las diferentes acciones que ayudan y las que perjudican induciendo a la reflexión de los mismos y exponiendo sus conclusiones ante el grupo.</p> <p>Investigar qué es desarrollo sustentable y dar ejemplos.</p> <p>Elaboran una lista de compras cotidianas de despensa en cada familia.</p> <p>De manera colectiva revisan las listas clasificando los productos necesarios y los superfluos.</p> <p>Elaboran en sus cuadernos un cuadro con recortes o dibujos clasificándolos en productos de consumo responsables y no responsables.</p> <p>De manera grupal analizan y concluyen el consumo más responsable.</p>	<p>Regiones Naturales.</p> <p>Lista de compras, recortes de diversas mercancías</p>
<p>Tema 3</p>	<p>¿Qué es el calentamiento global y qué puedo hacer para reducirlo?</p>	
<p>¿Cómo el calentamiento Global ha impactado en la vida de los seres vivos?</p>	<p>5 sesiones de 50min c/u aproximadamente</p> <p>Define Calentamiento Global, Contaminación, Cambio climático y efecto de invernadero.</p> <p>Presentan un ejemplo de cada uno de ellos y</p>	<p>Dibujos o esquemas</p> <p>Botella, globo, bicarbonato, limón.</p>

	<p>analizamos la relación que existe entre ellos.</p> <p>Realizar una tabla con las características principales y consecuencias de cada uno de ellos.</p> <p>Elaboran un sencillo modelo que represente a grandes rasgos lo que significa el Calentamiento Global.</p> <p>Por equipos discuten y proponen acciones responsables que ayuden a evitar el Calentamiento Global.</p> <p>De manera grupal presentan sus conclusiones reflexionando para actuar de manera responsable.</p>	
--	--	--

Anexo 6

“Banco de Preguntas”

Sesiones del TAECI		
Combustión	D7	¿Se consumió el agua?
		¿Si se utilizara un frasco menos alto...se apaga la vela más rápido?
		¿Por qué se apagó la vela?
		¿Por qué al tapar la vela no se pago inmediato?
	D4	¿Por qué se consumió el agua?
		¿Por qué subió el agua?
Densidad	D3	¿Qué es densidad?
		¿Qué es volumen?
		¿Qué es masa?
		¿Qué sucederá si mezclamos en el agua sal?
		¿Qué sucede con el agua, si mezclamos azúcar y sal con la misma cantidad?
		¿Qué función tiene la sal en el agua?
		¿Por qué se va al fondo el limón, sin tener nada de azúcar?
		¿Por qué pesa menos la plastilina que la papa y no flota en el agua salada?
		¿Por qué la papa flota igual que los limones?
	D2	¿Qué crees que pasaría, si en un vaso con agua se le coloca una papa, limón y/o plastilina?
		¿Es lo mismo masa, volumen y densidad?
		¿Se puede dar la densidad en sólidos?
		¿Qué relación hay entre densidad, volumen y masa?
		¿Por qué la plastilina no flota?
		¿Qué hiciste para que flotara?
		¿Qué pasó cuando el limón chico flota y el grande no?
		¿En qué tipo de agua flotará la papa?
		¿Por qué flotan los cuerpos en el agua salina?
		¿Qué permite que la papa flote en el agua de sal y de azúcar?
Modelos Gráficos	D3 y D5	¿Si tiene más orificios influye en el desalojo?
		¿Si tapamos o destapamos?
		¿El tamaño de la botella influye?
	D2	¿Cuánto tiempo tarda en desocupar el líquido de la botella en cada recipiente?

		¿Pasa el mismo tiempo en una botella tapada y en otra destapada? ¿Por qué?
	D1 y D7	¿Qué tiempo tarda en desocupar el líquido de cada recipiente?
		¿Tarda el mismo tiempo tapado el recipiente que estando destapado?
		¿Cuántas veces se repitieron?
	D4 y D6	¿Qué elementos o circunstancias hacen que el agua mantenga su fluidez?
Movimiento	D4	¿Por qué se mueven las cosas?
Movimiento	D4	¿Qué hace que se muevan?
	D6	¿Cuántos tipos de movimiento hay?
		¿Cómo diferenciar a los tipos de movimiento?
	D1	¿Qué sentidos utilizamos para saber que algo está en movimiento?
		¿Cómo podemos medir o cuantificar determinados movimientos?
Pulmones	D7	¿Cómo funcionan los pulmones?
		¿Cuál es su fisiología?
		¿Qué medidas puedo tomar para cuidar su salud?
		¿Qué daña sus funciones?
	D1	¿Cómo cuidar este órgano esencial?
		¿Tendrá capacidad el ser humano de vivir sin uno de sus bronquios?
	D6	¿Cuál es su funcionamiento básico?
		¿Cómo es que los alveolos integran el oxígeno en la sangre?
		¿Cómo realizan el cambio de oxígeno a CO ₂ ?
	D5	¿Por qué no todos los animales tienen pulmones?
		¿Cuál es la ganancia de respirar por pulmones y no por branquias?
		¿Qué materiales conforman a los pulmones?
	D4	¿Qué los daña?
	¿Cómo ayudarlos para un buen funcionamiento?	
	¿Cómo puedo explicar a los niños la forma de la función de los pulmones en forma sencilla y clara?	
D3 y D5	¿Qué función tienen los globos, el popote y el tubo?	
	¿Qué pasaría si no hay diafragma?	
Modelos "Caja Negra"	D1, D4 y D7	¿Cómo sé que hay dados?
		¿Cómo sé de qué color es?
		¿Cómo puedo saber la forma que tienen los objetos?
		¿Es suficiente el oído para determinar qué hay?
		¿Qué los objetos no son iguales?
	D6	¿Cómo se mueve?

		¿Gira o se desliza?
		¿Es pesado o ligero?
		¿Suena o no?
	D2	¿Cuándo los muevo que sonidos se producen?
		¿Cuántos objetos se siente que ruedan o arrastran?
		¿Qué siento cuando chocan con la pared?
	D7	¿Cómo puedo apoyarme en mis sentidos para aprender ciencia?
Fuerza	D6	¿Cómo se genera la fuerza?
		¿Cómo se aplica la fuerza?
	D4	¿Qué es lo que nos ayuda a mover las cosas?
		¿Por qué podemos jalar?
Célula	D1	¿Cómo utilizar las diferentes fuerzas?
		¿Cómo diferenciar masa, fuerza, magnitud y peso?
	D5	¿Cómo funcionan las células?
		¿Cuántos tipos de célula hay?
		¿Los animales, el ser humano y las plantas tienen las mismas células?
		¿Cómo se reproducen las células?
	D4	¿Cómo está formada la célula?
	¿Es diferente la célula animal que la vegetal?	
Energía	D6	¿Cómo funciona la célula?
	D2	¿Qué recursos puedo implementar para observar una célula?
	D4	¿Qué es la energía?
		¿Qué produce la energía?
	D5	¿Qué nuevos avances hay en los conceptos de energía?
	D7	¿Cómo se transforma la energía?
	D3	¿Cómo podemos utilizar la energía en el salón, además de lo que conocemos y utilizamos?
		¿Cómo podemos generar energía?
Artículos de Divulgación Científica		
¿Papel o plástico?	D1	¿Por qué ya no se regalan bolsas de plástico a los consumidores en los establecimientos comerciales?
		¿Sabes quiénes son los consumidores?
		¿De qué recurso natural se hacen las bolsas de plástico?
		¿Cuáles serían algunas causas de fabricar el plástico?
		Menciona algunas causas que se manifiestan al fabricar papel
		¿Qué tarda más en degradarse el papel o el plástico?
		¿Qué harías tú para tener menos contaminación con

¿Papel o plástico?		el plástico y el papel?
		Menciona algunos consejos para mejorar el medio ambiente con el uso del plástico y el papel
	D7	¿Qué diferencias hay entre el proceso de una bolsa de papel y una de plástico?
		¿Realmente, contamina menos una bolsa de papel?
		¿Las autoridades han realmente vigilado que haya una menor distribución de las bolsas de plástico?
		Las bolsas de papel llevan un proceso con materiales orgánicos, ¿qué pasara si esos materiales se agotan?
	D6	¿Por qué solo pensamos en lo mal que hace utilizar bolsas?
		¿Será posible que como seres humanos no haya conciencia para cuidar nuestro planeta?
		¿Por qué no emprender campañas desde nuestro medio para utilizar racionalmente las bolsas?
		¿Esperamos que esté legislado para que cambiemos nuestras formas de vivir?
	D2	¿Qué cantidad de petróleo se puede ahorrar por cada tonelada de plástico?
		¿Cuántas veces se puede reciclar el plástico?
		¿Por qué nos han hecho creer que el plástico es más contaminante que el papel?
		¿Por qué en México, el D.F. ha sido el único en tomar ésta medida?
		¿Cuál es el destino del recurso económico generado del reciclaje?
		¿El agua es el único recurso natural que se puede utilizar en el reciclado de papel?
		¿Cuántas veces se puede reciclar el papel?
		¿Cuánto tiempo tarda en crecer un árbol?
		¿Qué probabilidad hay de que todos los árboles que se plantan puedan llegar a ser adultos?
¿Papel o plástico?	D4	¿Qué es menos contaminante usar bolsas de plástico o papel?
		¿Qué es más caro producir papel o plástico?
		¿Cómo se produce el papel?
		¿Qué materiales se necesitan para crear el plástico?
	D3	¿Cuáles son las diferencias en los procesos de obtención de bolsas de plástico y es el proceso que se sigue para elaborar?
		¿Es posible encontrar un sustituto industrial de la celulosa?
		¿Qué ocurre con la economía y la ley de residuos sólidos al emplear bolsas plásticas?

	D5	<p>Aparte de la celulosa de los troncos de los arboles ¿de dónde mas se puede obtener el papel?</p> <p>¿De dónde se obtiene el plástico?</p> <p>¿Cómo se elabora el papel?</p> <p>¿Cuántas veces se puede reciclar el papel? ¿Por qué?</p>		
Biomimetismo	D4	<p>¿Cuál es el objetivo del ser humano al tratar de imitar a la naturaleza?</p> <p>¿Qué es Biomimetismo?</p> <p>¿Quién invento el velcro y en qué se basó?</p> <p>¿A qué se le da el nombre de Omatidios?</p> <p>¿Quién fue Luke P. Lee y cuál fue su aportación Biomimetismo?</p>		
		D6	<p>¿Qué son las proteínas y cuál es su interacción con el Biomimetismo?</p> <p>¿Qué es la homeostasis y qué aportación tiene con el Biomimetismo?</p> <p>¿Cuáles son las principales ramas de la ciencia que estudian el Biomimetismo y cómo intervienen?</p>	
			Entrevista al Docente	
			Experimento Combustión de una nuez	D7
		D2		
	D5			
D6				

Experimento Combustión de una nuez		mantenga?
		¿Es una buena fuente de energía?
		¿Va a durar bastante?
		Su flama es amarilla, algo está ahí que... ¿tiene un catalizador?
		¿Depende de algún aceite la nuez para que se pueda mantener el fuego un tiempo?
		¿Cuánto tiempo dura encendida?
		¿Qué protege a la nuez?
		¿Qué hace que la nuez siga conservando la misma consistencia estructural desde el principio?
	D1	¿Por qué había fuego?
		¿Se deberá a esa pequeña grasa que normalmente comentan que tiene la nuez?
		¿Sera benéfica para nuestro cuerpo?
		¿Esto que estamos viendo no podría servir como combustible?
		¿Qué tiempo dilatara el calor para que le siga consumiendo?
		Mientras más grande sea esta parte de semilla ¿Sera más tiempo?
		¿Todas tendrán las mismas sustancias?
		¿Podría servir como una braza?
		¿Qué tan contaminante será el quemar este tipo de semilla?
	D4	¿Qué va a pasarle a la nuez?
		¿Qué le está pasando?
		¿En qué se convertirá la nuez?
		¿Qué es lo que hace que la nuez se queme?
		¿Por qué se quema?
		¿Por qué el alambre no se calienta?
		¿Por qué esa flama está tan grande?
	D3	¿Por qué se está quemando la nuez?
		¿Por qué se dora?
	¿Por qué queda lo negro de la nuez como si fuera carbón?	
	¿Por qué la flama se ve muy roja?	
	¿Estará caliente el metal?	
	¿Se quemara toda la nuez en el interior o solamente la cascara?	
Secuencia Didáctica		
Seres Vivos	D4	¿Cuáles son los seres vivos y ecosistemas que existen en la biodiversidad y cómo se relacionan?
		¿Cómo cuido la biodiversidad y los ecosistema?
		¿Cuál es la importancia de cuidar los ecosistemas?

		¿Qué prácticas cotidianas ejerces como familia para proteger el ecosistema?
		¿Dónde viven los seres vivos?
		¿Dónde viven los humanos?
		¿Dónde viven las águilas?
		¿Dónde viven los peces?
		¿Dónde viven los peces?
Mezclas	D7	¿Qué es una mezcla?
		¿Qué materiales se pueden mezclar?
		¿Qué mezclas has realizado u observado en casa?
		¿Qué observas cuando realizas una mezcla?
		Por ejemplo al preparar agua de limón... ¿sabe igual si le agregas azúcar ó sal? ó si no le agregas nada?
		¿Qué propiedades cambian?
		¿Cuáles se siguen conservando?
	¿Qué otras mezclas se te ocurren hacer?	
Seres Vivos	D3	¿Por qué hay cambios en la naturaleza, cuáles son sus consecuencias y cómo evitar que se sigan dando?
Seres Vivos: Fósiles y Calentamiento Global	D5	¿Por qué los fósiles nos proporcionan datos de seres que vivieron en otro tiempo?
		¿Cómo podríamos describir los cambios que han transformado los seres vivos a lo largo del tiempo?
		¿Todos los seres vivos han sido los mismos a lo largo del tiempo?
		¿Cómo podrías interpretar un fósil?
		¿Los seres vivos han sido siempre iguales a lo largo del tiempo; en cuánto a tamaño, estructura, etc.?
		¿Por qué Tú formas parte del Medio Ambiente?
		¿Cuál es el papel que desempeñas tú en el medio ambiente?
		¿Por qué la importancia de relacionarte al cuidado del medio ambiente?
		¿Qué acciones realizas tú para ayudar o afectar a su conservación?
		¿Cómo se lleva a cabo un desarrollo sustentable?
		¿Cuál sería un consumo responsable en tu vida diaria?
		¿Cómo el calentamiento Global ha impactado en la vida de los seres vivos?
Naturaleza	D6	¿Qué elementos naturales has observado en tu localidad?
		¿Cuáles de los elementos naturales mencionados puedes tocar?
		¿Cuáles elementos naturales camino de la escuela y a tu casa puedes observar, sentir y tocar?

		¿De dónde proviene la luz que tenemos en el día?
		¿Menciona qué otros elementos conoces de la naturaleza que no están en tu comunidad?
		¿Qué consideras que es parte de la naturaleza y que no es parte de la naturaleza?
		¿Has notado los cambios que presenta la naturaleza?
		¿Qué cambios has notado en la naturaleza del lugar donde vives a lo largo del año?
		¿Tú cambias también al paso de los años?
		¿Consideras que eres parte de naturaleza?
Videograbación de Práctica Docente		
Los 5 sentidos y la caja negra.	D5	¿Quién de ustedes me dice qué son los sentidos?
		¿Para qué nos sirven los sentidos?
		¿Cuál es el órgano del sentido del tacto?
		¿Qué sentido vas a utilizar?
		¿Cuál es el órgano del gusto?
		¿Por qué dices un color sino estás viendo?
		¿Qué pienso que tiene la caja?
		¿Cuántas cosas tiene?
		¿Qué sentido utilizamos para identificar las cosas?
		¿Qué creen que hay, y por qué creen que hay y cómo descubrieron que podría haber eso?
		¿Cuántas cosas creen que hay y qué sentidos utilizan para saber?
		¿Qué otra cosa podrían hacer para descubrir que hay?
		¿Qué otra cosa podría utilizar para saber que hay adentro sin abrirla?
		¿Qué se les ocurre para saber que hay adentro sin abrirla?
		¿Cómo podemos conocer el sonido?
		¿Cómo le harían ustedes para saber que hay dentro de la caja sin abrirla?
		El sonido cómo se propaga
		¿Qué tan importantes son los sentidos?
		¿Cómo ayudo a descubrir?
El agua y purificación	D1	¿Qué significa ciclo?
		¿Qué significa ciclo hidrológico?
		¿Qué es lo que está sucediendo y que me digan ustedes qué está pasando en los tres estados?
		¿En qué estado está el hielo?
		¿Qué se imaginan del agua que tomamos?
		¿Para qué nos sirve la grava gruesa, para qué nos sirve la grava mediana, para qué nos sirve la arena y para qué nos sirve el aserrín?
		¿Creen ustedes que va a funcionar nuestro

		experimento, qué creen que valla a salir?
		¿Creen que me lo pueda yo tomar?
		¿El color a qué se debe?
		¿Qué parte del ciclo hidrológico se ejemplifica en este proceso?
Ciclo de Vida	D3	¿Cuáles son los ciclos que ya conocen ustedes?
		¿Qué aprendí? Y ¿qué aprendieron de este tema?
		¿Cómo crece una planta a partir de una semilla?
		¿Pero cómo crece?
		¿Cómo cambia su tamaño de la semillita?
		¿Qué otros cambios físicos ha notado en su crecimiento?
		¿Qué más necesita un ser vivo para vivir?
		El pececito del acuario ¿Qué necesita? ¿Dónde respira el pececito?
		¿A través de que nosotros respiramos?
		¿De nuestro cuerpo de dónde respiramos nosotros?
		¿Cómo crece una plantita?
		Hay algunos que no han nacido sus germinados ¿A qué creen que se deba?
		¿Por qué creen que nació primero el alpiste que el frijol?
		¿Cada cuando debemos regar una plantita?
		¿Cómo es la semilla del alpiste?
		¿Creen ustedes que crezca más rápido la planta una de alpiste que la de frijol? ¿Pero a qué se debe?
Estados físicos de la materia	D4	¿Dime un estado físico de la materia?
		¿De qué está hecho el librero?
		¿Otro estado de la materia que no sea sólido?
		¿Por qué el hielo no es líquido?
		¿Qué haría que se derritiera el hielo?
		¿Por qué crees que el hielo se deshace o derrite?
		¿Qué es lo que ocasiona que un estado pase a otro?
		¿Qué creen que pase si les doy algo de plástico?
		En la cuchara pongan un hielo, a ver ¿qué pasa?
		¿Qué es lo que provoca que la materia pase de un estado a otro?
	D4	Investigar ¿qué contiene la mantequilla y contiene el hielo?
	D4	Para ver, ¿por qué se derritió más rápido la mantequilla, que el hielo?
	D2	¿Cómo está ahorita el cubito de hielo o la paleta?
		¿En qué se convirtieron los hielos?
		¿Cómo estaban los hielos cuando los trajeron de su casa?

Estados físicos de la materia		¿Qué observaron ahí en ese experimento?
		¿Qué le paso al hielo o qué fue lo que observaron?
		¿Qué tiene el sol?
		¿El hielo en qué se convirtió?
		¿Cómo podíamos decir cuáles son los estados físicos del agua?
		¿Qué nos propicia el calor?
		¿Qué paso con el agua que empezó a hervir?
El aire	D6	¿Alguno de ustedes sabe qué es el aire?
		¿Quién me puede decir qué es el aire?
		¿Alguno de ustedes sabe de qué se compone el aire?
		¿Cuál es la fórmula del agua?
		¿Qué entienden por densidad?
		¿Densidad es algún tipo de material?
		¿De qué están llenos los globos que se elevan al aire?

REFERENCIAS

Barrow, L. H. (2006). A Brief History of Inquiry: From Dewey to Standards, *Journal of Science Teacher Education*, 17, 265–278.

Bybee, R. (2004). Scientific Inquiry and Science Teaching. En: Flick, L. y Lederman N. (eds.), *Scientific inquiry and nature of science: Implications for teaching, learning, and teacher education*, Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1-14.

Chamizo, J. A., Izquierdo, M. (2007). Evaluación de competencias de pensamiento científico. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*. 51, 9-19.

Counsell, S. (2011). Becoming science “Experi-metors”. *Science and Children*. October, 52-56.

Elder, L., Paul R. (2002). El arte de formular preguntas esenciales. *Foundation for Critical Thinking*, 5-12.

Eslava de Aga y Eslava, E.J. (2000). La pregunta oral y escrita como factor de interacción maestro-alumno en el aula. *Journal of Science Education*, Pontificia Universidad Javeriana, Vol. 1, 2.

Espinosa, S., Garritz, A., Labastida-Piña, D., Padilla K. (2010). Indagación: Las habilidades para desarrollarla y promover el aprendizaje, *Educación Química*, Vol. 21, 2, 106-110.

García, M., Sánchez, B. (2007). Las actitudes relacionadas con las ciencias naturales y sus repercusiones en la práctica docente de profesores de primaria, *Perfiles Educativos*, Vol. 25, 114, 61-89.

Gärther, F. (1970) Planteamiento y conducción de la enseñanza, *Editorial Kapelusz*, Buenos Aires.

Hanuscin, D., Lee, M., Akerson, V. (2011). Elementary teachers' pedagogical content knowledge for teaching the nature of science. *Science Education*, 95, 145-167.

Hofstein, A.; Navon, O.; Kipnis, M. y Mamlok-Naaman, R. (2005). Developing Students' Ability to Ask More and Better Questions Resulting from Inquiry- Type Chemistry Laboratories. *Journal of Research in Science Teaching*; Vol. 42, 7, 791-806.

Lederman, N., (2004). Syntax of nature of science within inquiry and science instruction. En: Flick, L. y Lederman, N. (eds.) *Scientific Inquiry and Nature of Science*, Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, Chapter 14, pp. 301-317.

Loughran, J. (2007). Science teacher as learner. *In Handbook of Research on Science Education*, edited by Abell, S. and Lederman, N. Lawrence Erlbaum Associates publishers, New Jersey. pp. 1043-1065.

Lustick, D. (2010). The Priority of the Question: Focus Questions for Sustained Reasoning in Science. *Journal of Science Teacher Education*, 21, 495-511.

Marbach, G., Sokolove, P. (2000). Good Science Begins With Good Questions, *Journal of College Science Teaching*, Vol. 30, 3, 192-195

Márquez, C., Roca, M. (2006). Plantear preguntas: un punto de partida para aprender ciencias, *Revista Educación y Pedagogía*, Vol 18, 45, 61-71.

Márquez, C., Roca, M., Via, A. (2003). "Plantejar bones preguntes: el punt de partida per mirar, veure i explicar amb sentit", en: Sanmartí, N., coord., *Aprendre ciències tot aprenent a scriure ciències*, Barcelona, Ed. 62.

Marntens, L. (1999). Preguntas productivas, *Science & Children*, Vol 36,8, 27-53.

Mendoza, N. A. (2007). Las preguntas en la escuela como estrategia didáctica. *Edit. Trillas*, México, 40-63.

Moreira, M. (2004). Investigación Básica en Educación en Ciencias: Una visión personal, Porto Alegre: Instituto de Física-UFRGS, 1-11.

Muñoz, D., Sbert, C., Sbert, M. (1996). La importancia de las preguntas. *Cuadernos de Pedagogía*, 243, 73-77.

NAS, National Academy of Science (2003). Inquiry and the National Science Education Standards: A guide for Teaching and Learning. Washington, DC: National Academies Press.

NRC (1996). National Research Council, *National Science Education Standards*. Washington, DC: Academic Press.

Núñez, N. (2007). Desarrollo de Habilidades para la Investigación (DHIN), *Revista Iberoamericana de Educación*, núm. 44, 1-7.

Oliveira, A. (2009). "Kindergarten, can I have your eyes and ears?" politeness and teacher directive choices in inquiry-based science classrooms, *Cultural studies of Science Education*, 4, 803-846.

Pickett, S., Kolasa, J., Jones, C. (1994). *Ecological Understanding*, San Diego, Academic Press, Inc.

Roca, M. (2001) "Com intervienen els exercicis o activitats dels llibres de text en el procés de construcció del coneixement", *Trabajo de Investigación en el marco del programa de Doctorado de Didáctica de las Ciencias la Matemática, documento de la UAB*.

Reyes-Cárdenas, F., Padilla K. (2012). La indagación y la enseñanza de las ciencias. *Educación Química*, 23, 415-420.

Rojas-Rojas, S. P. (2009). Las preguntas y la ciencia escolar: una experiencia con la segunda infancia. *Tecné, Episteme y Didaxis: TEΔ* No. Extraordinario.

Rojas-Rojas, S., Castellanos, M., Vargas, E. (2002). La pregunta como estrategia didáctica en la interpretación de textos, Secretaría de educación distrital, Fundación Universitaria Monserrate, Bogotá.

Schwab, J. (1966). *The teaching of science*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

SEP (2011). Planes de estudio.

SEP (2011). Guías del maestro.

Wartofsky, M. W. (1968). *Introducción a la filosofía de la ciencia*, Madrid, Edit. Alianza.