



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
SISTEMA UNIVERSIDAD ABIERTA Y EDUCACIÓN
A DISTANCIA (SUAYED)**



**LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA
EN SEGUNDO AÑO DE SECUNDARIA,
DESDE EL MARCO DE LA ENSEÑANZA
PARA LA COMPRENSIÓN (EPC)**

TESINA

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN PEDAGOGÍA
P R E S E N T A
JOSÉ GONZALO MORENO GUTIÉRREZ**

DIRECTORA:

DRA. MARGARITA BEATRIZ MATA ACOSTA



Ciudad Universitaria, CD. MX., Febrero del 2019



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.

Índice

Introducción.....	1
Capítulo 1. La enseñanza de la Física en educación secundaria. Un reto para México.....	4
1.1. Los números en secundaria	4
1.2. Las reformas educativas.....	6
1.2.1. La Reforma Educativa de 1993.....	7
1.2.2. La Reforma Educativa de 2006.....	10
1.2.3. Reforma Integral de la Educación Básica (RIEB), 2011	14
1.3. OCDE y la evaluación PISA	18
Capítulo 2. La Enseñanza para la Comprensión en Ciencias	24
2.1. La enseñanza de las ciencias.....	24
2.1.1. Aprendizaje por descubrimiento.....	26
2.1.2. Enseñanza basada en el uso de problemas	27
2.1.3. Del cambio conceptual.....	28
2.1.4. Aprendizaje por investigación dirigida.....	29
2.2. La Enseñanza para la Comprensión (EpC)	31
2.2.1. ¿Qué es la Comprensión?	37
2.2.2. Hacer visible el pensamiento	43
2.3. ¿Cómo enseñar para la comprensión?	46
2.3.1. Tópicos generativos	47
2.3.2. Metas de comprensión.....	48
2.3.3. Desempeños de comprensión	50
2.3.4. Evaluación diagnóstica continua (EDC).....	52
Capítulo 3. La enseñanza de la Física en 2º de secundaria desde el marco de la Enseñanza para la Comprensión (EpC)	55
3.1. La planeación.....	58
3.1.1. ¿Qué es lo que quiero que los alumnos comprendan?	58
3.1.2. ¿A través de qué desempeños se pretende alcanzar la comprensión por parte de los alumnos?.....	59

3.1.3. ¿De qué forma los alumnos y el docente nos daremos cuenta del nivel de comprensión que se ha alcanzado?	61
3.2. La enseñanza de la Física. Una propuesta desde la EpC	61
3.3. Algunas sugerencias para llevar a cabo la EpC de la Física aquí expuesta	79
Reflexiones finales	81
Referencias Bibliográficas	84
ANEXOS	89

Índice de tablas:

Tabla 1. Distribución de población en las escuelas secundarias por modalidad, 2015.	4
Tabla 2. Resultados de prueba PISA.....	19

Índice de figuras:

Figura 1. Dos lápices lanzados con distintas fuerzas desde una misma altura	32
Figura 2. Una pelota lanzada directamente hacia arriba.....	34
Figura 3. Mapa conceptual: La energía y sus relaciones con los conceptos que se propone trabajar en esta propuesta, con base en lo propuesto por la SEP en el curso de física en 2º de secundaria..	56
Figura 4. Esquema general de nuestro planteamiento.....	58

Índice de cuadros:

Cuadro 1. Hacer visible el pensamiento.....	45
Cuadro 2. Bloque I: La energía y su transformación	62
Cuadro 3. Bloque III: Propiedades magnéticas y eléctricas	66
Cuadro 4. Proyecto final	71

Índice de anexos:

ANEXO 1. Descripción general del curso de la SEP	90
ANEXO 2. Descripción de la propuesta de EpC del curso Física 2º	102
ANEXO 3. Prueba de saberes previos	106
ANEXO 4. Prueba de saberes previos.....	107
ANEXO 5. Ciencia, tecnología y sociedad	108
ANEXO 6. Rúbrica para los mapas conceptuales	109
ANEXO 7. Rúbrica para las exposiciones.....	110
ANEXO 8. Rúbrica para los trabajos escritos.....	111
ANEXO 9. Rúbrica para el trabajo en equipo.....	112
ANEXO 10. Rúbrica para el proyecto final	113
ANEXO 11. Circuitos eléctricos simples	116
ANEXO 12. Distribución del tiempo de trabajo para secundaria.....	117

Introducción

El aprendizaje de la Física en secundaria brinda a los alumnos las herramientas con las que pueden mirar y pensar los fenómenos naturales que los rodean; les ayuda a comprender su realidad y los objetos tecnológicos que en ella se encuentran. De esta forma, la Física ofrece un puente entre modelos, teorías científicas y saberes del sentido común y la vida cotidiana que enfrentan día a día los alumnos. Su aprendizaje permite entender lo que ocurre en la naturaleza, desarrollar técnicas y métodos experimentales que ellos pueden utilizar en una gran diversidad de actividades humanas, ya que los conceptos físicos y sus relaciones componen la estructura del desarrollo científico y tecnológico que es característico de nuestra sociedad contemporánea. Sin embargo, es frecuente observar que los alumnos encuentran las asignaturas vinculadas con la ciencia, como la Física, aburridas, demasiado teóricas o lejanas a su vida cotidiana, lo que en ocasiones es resultado de que los docentes, al provenir de una formación en disciplinas de corte científico tecnológico, desconocen cómo desempeñarse en la docencia de las ciencias naturales.

Así, se tiende a la transmisión de conocimientos, donde el docente es el depositario del saber y los alumnos son “*tabula rasa*”¹ que hay que llenar de contenido. Este enfoque si bien se considera anticuado, posiblemente se deba a que para algunos docentes no les resulta claro cómo enfrentar la enseñanza de otra manera diferente a la forma en cómo ellos mismos fueron formados.

Es por ello que este trabajo tiene como objetivo presentar la Enseñanza para la Comprensión (EpC) como un marco desde el cual los docentes de física en secundaria puedan partir para reflexionar y reorganizar su enseñanza, de tal manera que los contenidos no resulten conceptos ajenos a los alumnos y su mundo.

¹ Esta es una expresión que hace referencia a que no se cuenta con antecedentes o conocimientos previos, igual que una tabla en donde no se encuentra nada escrito, como si los alumnos llegarán

El interés por desarrollar dicho tema surgió de mi práctica como docente de física y matemáticas durante nueve años en secundaria, y mi formación como pedagogo en el SUAyED donde pude aplicar la enseñanza para la comprensión y observar muy buenos resultados, no sólo al alcanzar metas de aprendizaje, sino también al observar el interés y estímulo que esta forma de enseñanza despertaba en los alumnos.

Fue así que elegí profundizar en la Enseñanza para la Comprensión ya que considero ofrece un apoyo para que los estudiantes de secundaria le encuentren sentido al aprendizaje de la ciencia en el mundo que les ha tocado vivir.

Este trabajo pretende ofrecer desde el marco de la EpC aspectos teóricos y prácticos para orientar la enseñanza de la Física. Es decir, se presentan los fundamentos teóricos y los principios referentes a cómo se pueden llevar a la práctica una enseñanza de la Física en el nivel secundaria, como un marco del que pueda partir cada docente para ajustar e incorporar su experiencia en la planeación del curso.

La EpC propone que la enseñanza resulte comprensible y útil a los alumnos de acuerdo a sus condiciones e intereses (Stone, 1999). Desde esta perspectiva, en la enseñanza de la Física se pretende brindar herramientas para preguntarse y preguntar sobre fenómenos naturales, pensar a partir de lo que los estudiantes saben para enfrentar y resolver problemas disciplinares o cotidianos. La Enseñanza para la Comprensión replantea el rol de alumno y del docente, donde se busca de forma continua la reflexión, el pensamiento y la aplicación de conocimientos (Perkins, 1999).

Con este trabajo no se pretende formar científicos e investigadores profesionales, sino orientar a los docentes para que sus alumnos alcancen una comprensión sobre las leyes básicas de la Física, y para que puedan entender y explicarse diversos fenómenos de su vida cotidiana, apoyándose en el desarrollo de capacidades relacionadas con el modo de hacer ciencia, mediante la práctica de cuestionar, predecir, experimentar, analizar, construir modelos interpretativos y debatir. Todos ellos instrumentos que ayudarán a pasar desde un razonamiento ingenuo a uno más complejo.

En el primer capítulo se ofrece un panorama sobre el número de alumnos por grupo y docente en las distintas modalidades en que se ofrecen los estudios de secundaria en nuestro país a través de estadísticas oficiales.

Se revisa también en forma general las reformas realizadas en 1993, 2006 y 2011 con énfasis en Física, los cambios que incorpora cada una y las dificultades que enfrentó. También se exponen los resultados de las pruebas internacionales PISA y sus resultados en Ciencias.

El segundo capítulo se plantea en el contexto de la enseñanza de las ciencias, los antecedentes y fundamentos que hacen a la Enseñanza para la Comprensión, respondiendo a la pregunta: ¿qué es la comprensión?, y explicando los elementos básicos que componen y proponen dicha enseñanza: tópicos generativos, metas de comprensión, desempeños de comprensión y evaluación diagnóstica continua.

En el tercer capítulo ofrecemos el esquema general de un planteamiento a manera de ejemplo, a través del diseño de tres bloques derivados del programa propuesto por la Secretaría de Educación Pública, así como sugerencias para llevar a cabo la propuesta aquí planteada.

Por último, ofrecemos nuestras reflexiones finales derivadas del desarrollo del presente trabajo.

Capítulo 1. La enseñanza de la Física en educación secundaria.

Un reto para México

En este capítulo se presentan datos sobre la situación actual de los alumnos de secundaria, la enseñanza de la física en los programas propuestos por la SEP, así como la situación de México en los resultados de las pruebas PISA de los últimos años, a fin de ofrecer un contexto en donde la enseñanza de la Física a nivel secundaria toma relevancia en nuestro país.

1.1. Los números en secundaria

La educación secundaria en México se cursa en 3 años y la edad promedio en este nivel educativo va de los 12 a los 15 años.

De acuerdo con datos del Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEE) en el año 2015 la población en las escuelas secundarias en el país, por modalidad, se distribuía de la siguiente forma:

Tabla 1. Distribución de población en las escuelas secundarias por modalidad, 2015

Modalidad del servicio	Escuelas	Docentes	Alumnos inscritos 2014-2015	Promedio de alumnos por docente	Promedio de alumnos por escuela	Promedio de docentes por escuela
General	11,901 (30.8%)	227,531 (55.7%)	3,440,495 (50.4%)	15.12	289.09	19.11
Técnica	4,685 (12.1%)	101,499 (24.9%)	1,882,674 (27.6%)	18.55	401.85	21.66
Telesecundaria	18,592 (48.2%)	72,258 (17.7%)	1,433,818 (21.6%)	19.84	77.12	3.89
Trabajadores ²	250 (0.7%)	3,040 (0.7%)	26,698 (0.4%)	8.78	106.79	12.16

² En esta modalidad de secundaria, que es para trabajadores, el promedio de edad va de 15 a 20 años.

Comunitaria	3,176 (8.2%)	3,924 (1%)	41,361 (0.6%)	10.54	13.02	1.24
Total	38,604	408,252	6,825,046	16.72	176.80	10.58

Fuente: elaboración propia, con base en datos del INEE (2015).

Analizando dichos datos se observa que el porcentaje mayor de estudiantes y docentes en este año se concentró en la modalidad del servicio general con el 50.4% del total de alumnos registrados y el 55.7% de los docentes, en esta modalidad se trabaja en dos turnos: matutino y vespertino. Sin embargo, el mayor número de escuelas lo reporta la telesecundaria con el 48.2%, debido posiblemente a que atiende a escasa población y requiere de infraestructura mínima. Dentro de la secundaria general llama la atención el promedio de alumnos por docente. Un dato que desde nuestro punto de vista no concuerda con la realidad es que la secundaria general, si se dividen los estudiantes entre el número de docentes, alcanza segundo lugar en el promedio de docentes por escuela: 19.11, lo que significaría que a cada profesor le corresponderían 15 estudiantes, teniendo así grupos de tamaño adecuado; sin embargo, no ocurre así en la realidad de la Ciudad de México, porque los grupos son de 40 estudiantes en promedio³. Si bien no se cuenta con información para explicar esta relación y su distancia de la realidad, es importante resaltarla, aventurando la posibilidad de que se contabilicen también profesores comisionados, que no están frente a grupo. También cabe reflexionar sobre la densidad de población de cada entidad.

En cuanto a la secundaria técnica, se reporta el mayor promedio en la relación alumnos por docente (21.66) teniendo un número reducido de escuelas para el número de estudiantes en comparación con lo que se observa en la secundarias generales. Es decir, aquí el número de estudiantes por grupo se incrementa en relación con el número de alumnos de la secundaria general. Esta relación de infraestructura y estudiantes, donde en la técnica se reportan grupos

³ Esta información la baso en mi experiencia como docente de secundaria durante nueve años y la de otros profesores con quienes compartí esta experiencia, quienes observamos y atestiguamos que los grupos en secundaria tienen alrededor de 40 estudiantes.

más numerosos, puede deberse al costo que implica el equipamiento de los talleres donde se imparten las materias técnicas.

La telesecundaria concentra el mayor número de alumnos por docente, con un promedio de 19.84 estudiantes por docente, lo que puede deberse a que esta modalidad de secundaria trabaja en multigrado, es decir, un docente atiende a tres grados en un mismo espacio.

En la secundaria para trabajadores la edad de los estudiantes oscila entre 15 a 20 años en promedio y es la que cuenta con la menor cantidad de alumnos, docentes y escuelas, así como con el promedio más bajo de alumnos por docente que es de 8.78 de estudiantes por profesor. Después de ésta, la secundaria comunitaria es la que tiene menor cantidad de alumnos por docente (10.54), al tiempo que también reporta el menor número de alumnos y docentes por escuela.

Este panorama en números sobre los estudiantes inscritos en el ciclo escolar 2014-2015 y su distribución por modalidad educativa (INEE, 2015, p. 4), permite tener una idea sobre el tamaño de los grupos y la relación profesor-alumno como contexto en el que se desarrolla actualmente la enseñanza en la secundaria.

Si bien se ha tendido a señalar que el tamaño de los grupos impacta en el aprendizaje de los alumnos, no existe consenso ni información contundente sobre la forma en que afecta (INEE, 2005). Sin embargo, se considera que grupos reducidos contribuyen a una mejor atención de los alumnos por parte de los docentes, a lo que se debe añadir una enseñanza adecuada por parte de ellos.

1.2. Las reformas educativas

Otro aspecto importante para considerar en la enseñanza de la Física en secundaria son las propuestas educativas que a partir de las reformas se han hecho a su currículum en los últimos años, ya que dichas reformas enmarcan intenciones y pretenden orientar a los docentes en sus prácticas de enseñanza.

A continuación, se revisarán las reformas realizadas en 1993, 2006 y la llamada Reforma Integral de la Educación Básica (RIEB) del 2011 (SEP, 2011). La reforma impulsada por el secretario de Educación Aurelio Nuño no se considera

para el análisis en este trabajo en tanto se llevará a cabo hasta el 2018 y sus resultados se verán en el futuro.

1.2.1. La Reforma Educativa de 1993

Antes de la reforma de 1993 cohabitaban, según afirma Zorrilla (2004), dos tipos de organizaciones académicas para la enseñanza de las ciencias en secundaria: una organizada por asignaturas y otra por áreas.

En la organización por áreas los conocimientos de Física, Química y Biología se ubicaban en el área de las ciencias naturales, y en el caso de la enseñanza por asignaturas estaban separadas y aisladas Química, Física y Biología.

La organización por áreas que coexistía con la de asignaturas se debió, de acuerdo con Valdez (2014), a un incremento del número de estudiantes entre 1970 y 1980 que llevó a que un profesor de ciencias⁴, fuera responsable de impartir también Química, Física y Biología, es decir, se logró atender un mayor número de estudiantes con menos recursos. Por su parte Sandoval (2000) señala, que la organización por áreas no logró concretarse en la práctica, ni en los libros de texto y menos en el desarrollo de las clases por parte de la mayoría de los docentes, ya que cada uno desarrollaba los temas que más dominaba de su disciplina.

En unas cuantas escuelas la solución fue el intercambio de profesores en un mismo grupo con el fin de que especialistas en un tema impartieran la clase en grupos diferentes.

Sandoval (2000) señala también que tuvieron que pasar dos décadas para que hubiera un cambio de planes y programas de estudio en la educación secundaria, cambio que en la enseñanza de las ciencias se fundamentó en el

⁴ En México la enseñanza de ciencias en secundaria, lo han impartido principalmente profesionales de disciplinas como física, química o biología no existe el maestro en ciencias en secundaria. La SEP establece como requisitos "Poseer título o cédula profesional o carta de pasante o estudios en el campo en el que desempeñará sus funciones académicas o en la asignatura que impartirá". (SEP, 2000, p. 1).

constructivismo y la reorganización de los contenidos. Fue así que para 1993, a partir del Acuerdo Nacional para la Modernización de la Educación Básica (ANMEB), suscrito en mayo de 1992 por la Secretaría de Educación Pública (SEP, 1992), se consideró conveniente realizar una reforma educativa integral mediante una “reorganización del Sistema Educativo Nacional, la reformulación de los contenidos y materiales educativos, así como la revaloración de la función magisterial” (Flores, 2012, p.18), lo cual se conoce como la reforma de 1993, en la que se pasó de áreas a asignaturas y se reelaboraron los libros de texto para los docentes y los estudiantes en ese sentido.

La puesta en marcha de esta reforma fue acompañada de programas de formación para docentes, como fue el Programa Nacional para la Actualización Permanente de los Maestros de Educación Básica en Servicio (PRONAP), que se creó en 1994 por medio de un acuerdo entre la SEP y el Sindicato Nacional de Trabajadores de la Educación (SNTE). Este programa comprendió diversas acciones para elevar la calidad de la enseñanza mediante un proceso de mejoramiento continuo del trabajo de los profesores, como fueron cursos de formación sobre conocimientos y sus competencias didácticas. La intención de este programa se enfocó en la formación de los profesores para enfrentar mejor los cambios curriculares (SEP, 1994).

Flores y su equipo de colaboradores de la UNAM investigaron sobre el PRONAP y los docentes de educación básica⁵, y encontraron uno de los retos más relevantes que debía enfrentar dicho programa: “los profesores de secundaria no cuentan con los conocimientos disciplinarios requeridos para enseñar en ese nivel escolar y enfrentar los problemas y retos que demandan los nuevos enfoques para la enseñanza de la ciencia” (Flores *et al.*, 2007, p.1). Lo que hizo que los materiales resultaran deficientes como apoyo en el PRONAP, ya que partieron del supuesto de que los profesores dominaban la asignatura que impartían, tenían hábitos de trabajo independiente y eran autodidactas. De esta forma, el PRONAP

⁵ La educación básica en México abarcó hasta 1993 Primaria y secundaria y a partir de 2012 incluyó los estudios de bachillerato.

no podría obtener las transformaciones esperadas en las concepciones y prácticas educativas de los docentes que enseñaban ciencias (Flores *et al.*, 2002).

Aunque el PRONAP realizó un esfuerzo importante, no alcanzó los propósitos planteados debido a las carencias, deficiencias, y falta de cohesión y sistematicidad entre los cursos de Física, Química y Biología (Flores *et al.*, 2002).

La reforma de 1993 centrada en recuperar la enseñanza de las ciencias a través de asignaturas programó siete cursos de ciencias en los tres años de secundaria, de la siguiente forma:

- En primer grado se impartía Biología con 3 horas semanales, e Introducción a la Física y a la Química juntas, con 3 horas a la semana.
- En segundo grado un curso de Biología con 2 horas a la semana y un curso de Física con 3 horas, así como también un curso de Química con 3 horas de clases a la semana.
- En tercer grado se impartía un curso de Física con 3 horas, y otro de Química con 3 horas a la semana.

Esta forma de organizar las ciencias en secundaria dejó a la enseñanza de la Física con siete horas y media a la semana en los tres grados. Estas siete horas y media, incluyen la mitad de las horas compartidas en primer año con Química. Este tiempo designado al estudio de la Física es la mitad de las horas de Matemáticas o de Español a la semana, las cuales contaban con 15 horas a la semana en los tres grados.

La organización por asignaturas dentro de esta reforma también consideró que los docentes que impartían Física, de 2 a 3 horas semanales, atendieran cerca de 12 grupos (Flores, 2002). Lo que implicaba 12 listas de asistencia y la revisión de las respectivas tareas. Si los grupos en la secundaria pública general están integrados por 50 alumnos cada uno aproximadamente, nos daría hasta 600 estudiantes por profesor (Flores, 2002, p. 23).

Ante la falta de formación de los docentes, cuestión que se había planteado en el Acuerdo Nacional para la Modernización de la Educación Básica (ANMEB), se distribuyeron Libros para el Maestro a todos los docentes en servicio en el ciclo

escolar 1994-1995 que cubrían todas las asignaturas que constituían el Plan de Estudios 1993 (Quiroz, 1998, p. 82). La intención fundamental de los Libros para el Maestro fue brindar a los docentes varias alternativas para la enseñanza de los tópicos más importantes, centrándose en los contenidos que mostraban repetidamente más problemas y dificultades para los alumnos (Chamizo *et al.*, 1995, p. 4).

Esta reforma, a decir de Quiroz (1998, p.77), no consiguió “una sistematización en la adquisición de una formación disciplinaria ordenada y sólida en los estudiantes”.

El efecto inmediato de dicha reforma para el docente fue la falta de tiempo para seguir y conocer académicamente a sus estudiantes en forma individual, y otorgarles una calificación sustentada. Por lo mismo, los exámenes de opción múltiple fueron una solución debido a la imposibilidad de utilizar instrumentos cualitativos que demandarían en su análisis un tiempo mayor (Quiroz, 1998, p. 77). En cuanto a los alumnos, lo propuesto en esta reforma les significó que tuvieran poco tiempo para dedicarle a todas sus tareas y dificultad para integrar lo aprendido; enfocándose en el instinto de conservación, mediante la memorización de los contenidos y el copiado (Sandoval, 2000).

1.2.2. La Reforma Educativa de 2006

La reforma planteada en el 2006, de acuerdo con lo enunciado en el Plan de Estudios 2006 de la SEP, tuvo los siguientes propósitos: renovar los planes y programas de estudio, apoyar la profesionalización de los maestros y directivos; mejorar la infraestructura y el abastecimiento escolar, así como promover las nuevas formas de organización y gestión escolar (SEP, 2006, p. 5).

La SEP (2006) señala en relación con esta reforma, que se enunciaron más claramente los aspectos procedimentales, valorales y actitudinales de los aprendizajes esperados por parte de los alumnos, y con la idea de interesarlos se buscó impulsar el trabajo a través de proyectos de tres distintos tipos: científicos, tecnológicos y ciudadanos, encausados todos a favorecer el trabajo en equipo, la

reflexión, la toma de decisiones con responsabilidad y la integración de los aprendizajes que permitieran llevar a la práctica los conocimientos (SEP, 2006).

En esta reforma se proyectó una formación científica básica, la cual consistía en la enseñanza de conocimientos de la ciencia basada en hechos, conceptos y teorías; la capacidad de resolver situaciones problemáticas y poner en contacto a los alumnos con el campo de la tecnología, resaltando las interacciones de la ciencia con la sociedad. Se enfatizó también la historia y el desarrollo de la ciencia, así como el estudio de la naturaleza de la ciencia y la práctica científica (SEP, 2006).

En esta reforma hubo una disminución de contenidos conceptuales en las asignaturas de ciencias, y se propusieron espacios curriculares flexibles en relación con la anterior. Es decir, si bien no hubo cambio en la cantidad de horas totales de clases impartidas semanalmente, que se mantuvo en 35 (SEP, 2006), donde cada clase tenía una duración de 50 minutos, con respecto a la enseñanza de las ciencias se redujo el total de horas a la semana, pasando de 20 a 18 horas, quedando de la siguiente forma.

En la reforma de 1993 los contenidos de ciencias estaban organizados en tres asignaturas al año, con 20 horas a la semana, siendo que en la reforma del 2006 se pasó a tres asignaturas al año con una duración total de 18 horas a la semana. Con este cambio se disminuyó en dos horas el tiempo destinado a la enseñanza de las ciencias en relación a lo planteado en la reforma de 1993 (Flores, 2012).

Lo propuesto en la reforma del 2006 quedó de la siguiente forma:

- En primer año se impartió Ciencias I con énfasis en Biología, con seis horas a la semana.
- En el segundo año Ciencias II con énfasis en Física, con seis horas a la semana.
- En el tercer año Ciencias III con énfasis en Química, con seis horas a la semana.

En cuanto a las horas para Física, se pasó de siete horas con 30 minutos a seis horas, es decir la Física tuvo una disminución de hora y media con respecto a la reforma de 1993⁶.

La enseñanza de cada una de las tres asignaturas de ciencias (Biología, Química y Física) se estructuró en cinco bloques. Cada bloque especificaba el aprendizaje esperado y al término de cada uno se proponían una serie de proyectos para poner en práctica en el bloque revisado, dicho apartado intitulado “Investigar: imaginar, diseñar y experimentar para explicar o innovar” (SEP, 2006, p. 69) pretendía integrar los contenidos estudiados en el bloque y flexibilizar el currículo. Así, se pretendía que los docentes y los alumnos tuvieran la oportunidad de escoger y desarrollar cualesquiera de los temas ahí propuestos. El bloque V y último pretendió la integración de todo lo aprendido en los bloques anteriores. Los contenidos de los bloques estaban desarrollados en los libros de texto por medio de actividades para el aprendizaje y su evaluación con lo que se buscó apoyar a los docentes en el desarrollo de su docencia.

En los programas de la asignatura Ciencias II, que se cursaba en 2º grado de secundaria, se hacía énfasis en Física; de acuerdo a la reforma 2006 se manifestaba lo siguiente:

Bloque I. Emprende la percepción del mundo físico a través de los sentidos, la noción del cambio con base en la descripción del movimiento.

Bloque II. Se centra en las causas y los efectos de las fuerzas de varios tipos: mecánica, gravitacional, eléctrica y magnética.

Bloque III. Con el fin de apoyar a los estudiantes en el desarrollo de un esquema interpretativo de diversos fenómenos macroscópicos se implementa la construcción de un modelo de partículas.

Bloque IV. Se estudia la estructura atómica de la materia y los efectos que los procesos elementales (relacionados con ésta) tienen en fenómenos tales como el electromagnetismo y la luz.

⁶ Mientras que las horas de Matemáticas y Español se mantuvieron sin ninguna disminución.

Bloque V. Procura integrar la física aprendida en los otros bloques por medio del tratamiento de un tópico obligatorio y otros opcionales, para que los educandos utilicen los conocimientos examinados en el curso y también de una forma explícita relacionar los aspectos tecnológicos, sociales, así como su integración con las demás ciencias (SEP, 2006).

El bloque V está repartido en dos fragmentos: el tema inicial Astronomía es obligatorio para favorecer la reflexión de los estudiantes. La idea es darle sentido y comprensión elemental a las reflexiones que existen en los más importantes planteamientos vigentes de la Astronomía.

En la segunda parte, se propone que por equipos elijan uno de los temas sugeridos y que, al finalizarlos, se realice un intercambio entre los alumnos con respecto a las experiencias y conocimientos alcanzados.

Los contenidos elementales de los programas de secundaria tenían la finalidad de que los educandos fueran aptos de relacionarlos con lo que habían asimilado en otros contextos, así como emplearlos en otros campos y utilizarlos en situaciones diversas, prescindiendo del uso de prácticas de memorización a corto plazo (SEP, 2006).

En esta reforma se hizo énfasis en el enfoque para el desarrollo de competencias científicas y genéricas, que pretendía que los estudiantes consiguieran dirigir su propio aprendizaje y fueran capaces de solucionar dificultades en relación con la ciencia. Se fomentó el uso de las Tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en el salón de clases como estrategia de aprendizaje.

Los libros de texto (antologías) que sirvieron para impartir cursos de los programas de estudio de 2006 se actualizaron con la colaboración de empresas editoriales y expertos en ciencias que planteaban contenidos, así como la forma de trabajarlos. Lo anterior abrió a los docentes una variedad de opciones y derivó en una competencia entre las editoriales de libros de texto por la elección de los profesores con respecto a los materiales que ellos producían, lo que llevó a una campaña de mercadotecnia por parte de las editoriales. Los libros de texto de la ciencia, dice Valdez (2014), son cada vez más llamativos por su diseño y la

exposición de los contenidos, en la búsqueda por aproximar a los alumnos a la ciencia.

No obstante que existieron cursos que ofreció la SEP para actualizar a los maestros de acuerdo a lo que planteaba esta reforma en relación al manejo y enseñanza por competencias, dichos cursos a decir de Martínez (2010) no tuvieron ni la amplitud ni la profundidad requerida para que los profesores se desarrollaran con soltura en el aula, causando que la implementación del aprendizaje por competencias enfrentara el inconveniente de que no a todos los docentes de secundaria se les preparó para impartir el aprendizaje en este sentido. Numerosos docentes decían que daban el aprendizaje por competencias, pero lo cierto fue que las clases las impartían de la manera tradicional, es decir, por lista de temas en forma lineal (Martínez, 2010), lo que desencadena en una reforma en el papel y una práctica a la vieja usanza.

1.2.3. Reforma Integral de la Educación Básica (RIEB), 2011

De acuerdo con la SEP, el antecedente de esta reforma inició en el 2004 con la reforma de educación Preescolar, siguió en el 2006 con la de la educación Secundaria y en el 2009 con la de educación Primaria. Se apoyó en numerosas consultas con distintos actores, foros, encuentros, talleres, la publicación de materiales, reuniones nacionales y seguimiento en las escuelas. En el ciclo escolar 2004-2005 comenzó una etapa de prueba en salón de clase en 127 escuelas secundarias, de éstas, se obtuvieron varias opiniones y propuestas que sirvieron para el mejoramiento de los programas. Tomando en cuenta los resultados y las contribuciones, no cambiaron los fundamentos ni las características básicas planteadas en la reforma de 2006 (SEP, 2011a.)

Con la reforma de 2011 finalizó un ciclo de reformas curriculares, donde se ambicionó conseguir la integración de los tres niveles que conformaban la educación básica: preescolar, primaria y secundaria (SEP, 2011a).

Los fundamentos de la reforma de 2006 fueron mejorados y destacados por los principios pedagógicos que sustentan el plan de estudios 2011, y son:

- Concentrar la atención en los estudiantes y en sus procesos de aprendizaje. Planificar para potenciar el aprendizaje.
- Generar ambientes de aprendizaje.
- Trabajar colaborativamente.
- Poner el énfasis en el desarrollo de competencias, el logro de estándares curriculares y los aprendizajes esperados.
- Usar materiales educativos para favorecer el aprendizaje, tales como: la biblioteca escolar y de aula, materiales audiovisuales, multimedia e internet, materiales y recursos informativos.
- Evaluar para aprender.
- Favorecer la inclusión para atender la diversidad.
- Incorporar temas de relevancia social.
- Renovar el pacto entre el estudiante, el docente, la familia y la escuela.
- Reorientar el liderazgo.
- La tutoría y la asesoría académica a la escuela (SEP, 2011b).

En esta reforma se mantienen las competencias; la SEP menciona que una “competencia es la capacidad de responder a diferentes situaciones, e involucra un saber hacer (habilidades) con saber (conocimiento)” (2011b, p.29), así como la valoración de las consecuencias de ese hacer (valores y actitudes).

Se enfatiza el desarrollo de las competencias para la vida, las cuales se señala movilizan y dirigen los conocimientos, habilidades, actitudes y valores hacia la consecución de objetivos concretos. Las competencias habrán de desarrollarse en toda la educación Básica y a lo largo de la vida, intentando que haya oportunidades y experiencias de aprendizaje significativas para todos los alumnos: Competencias para el aprendizaje permanente; Competencias para el manejo de la información; Competencias para el manejo de situaciones; Competencias para la convivencia y Competencias para la vida en sociedad (SEP, 2011b, p. 38).

En esta reforma, las Tecnologías de la información y la comunicación (TIC) son fundamentales para el desarrollo y se da a entender que una carencia de estas tecnologías en las escuelas públicas llevaría a incrementar la desigualdad.

En cuanto a la organización de los contenidos de las ciencias se dice que se actualizan y se plantean en cinco ámbitos:

1. Desarrollo humano y cuidado de la salud.
2. Biodiversidad y protección del ambiente.
3. Cambio e interacciones en fenómenos y procesos físicos.
4. Propiedades y transformaciones de los materiales.
5. Conocimiento científico y tecnológico en la sociedad.

Estos contenidos se introducen a la clase por medio de una pregunta llamada “detonadora”, la SEP (2011a) entiende como pregunta detonadora: una pregunta polémica, que fomenta en los alumnos el pensamiento crítico, la reflexión y la adquisición de conocimientos para el aprendizaje. La pregunta detonadora para el primer ámbito sería: ¿Cómo mantener la salud?; la pregunta para el segundo, ¿Cómo somos y cómo vivimos los seres vivos?; para el tercero las preguntas detonadoras buscan acercarnos y tratar de comprender varios fenómenos y procesos que existen en la naturaleza por medio del estudio de las interacciones entre cuerpos: ¿Cómo son los cambios y por qué ocurren? para el cuarto la pregunta detonadora se concentró en el estudio de las propiedades y las transformaciones de los materiales y con la energía relacionada con el calor y la temperatura: ¿De qué está hecho todo?; por último, para el quinto ámbito la pregunta se orientó a: ¿cuál es la relación entre la ciencia y la tecnología y sus implicaciones en la sociedad? ¿Cómo conocemos y cómo transformamos el mundo? (SEP, 2011a).

Los estándares curriculares que se establecieron para esta reforma buscaban orientar al docente en cuanto al logro y aquello que se esperaba mostrarían los alumnos al concluir un periodo escolar, es decir, en dichos estándares se sintetizaron los aprendizajes esperados por asignatura, grado y bloque.

En esta reforma la enseñanza de las ciencias se mantuvo con seis horas semanales, tres materias de ciencias (Física, Biología y Química), una por grado

escolar, y los mismos cinco ámbitos para cada una desarrollados por sus correspondientes libros de texto.

Los libros de texto (continúa su producción en distintas editoriales) son cada vez más llamativos, contienen muchas actividades diversas y estimulantes para los alumnos, ya que incluyen tipografía e ilustraciones atrayentes e interesantes. En algunos libros se presentan evaluaciones del tipo PISA, por ejemplo:

El 11 de marzo de 2011, en las costas de Japón ocurrió un terremoto de 9 grados en la escala de Richter; el epicentro se ubicó a 130 kilómetros al este de Senday en la Prefectura de Miyagi en Japón, y el hipocentro a 32 km de profundidad; tuvo una duración de 6 minutos y se debió al deslizamiento de subducción entre la placa del Pacífico y la placa norteamericana.

Con base en el texto anterior contesta las siguientes preguntas:

1. Los datos de la ubicación del hipocentro del terremoto dados en el texto corresponden a:

A) Su distancia. B) Su posición. C) Su trayectoria. D) Su desplazamiento.

2. Explica si en la información anterior, para ubicar el epicentro, se hizo alusión a un marco de referencia. Si tu respuesta es afirmativa indica cuál es. Indica también cuál sería el origen considerado (Medel, 2012, p. 41).

Como se puede observar, la enseñanza de la Física a lo largo de distintas reformas ha tendido a contar con menos tiempo, se ha pasado a las editoriales particulares la responsabilidad de elaborar los libros de texto y entre las actividades que propone destaca el buscar que los alumnos integren y lleven a la vida lo aprendido, intenciones que no sólo resultan loables, sino que colocarían la enseñanza secundaria dentro de estándares internacionales; sin embargo, al parecer no han alcanzado los éxitos esperados, o por lo menos esto es lo que se observa en los resultados de las evaluaciones PISA (Programa para la Evaluación

Internacional de Alumnos) y lo que señala la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE).

1.3. OCDE y la evaluación PISA

Llevamos ya seis evaluaciones elaboradas por el PISA⁷ y los alumnos mexicanos prácticamente siguen obteniendo los mismos resultados en ciencias, matemáticas y comprensión de lectura.

PISA es un proyecto de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) que realiza un estudio cada tres años en todo el mundo, el cual trata de evaluar la formación de los alumnos de 15 años⁸, para conocer hasta qué punto “han adquirido algunos de los conocimientos y habilidades necesarios para la participación plena en las sociedades modernas” (OCDE, 2016, p. 3).

Este Proyecto ha sido ideado como un recurso para brindar información detallada que permita a los países miembros tomar decisiones de políticas públicas necesarias para mejorar sus sistemas educativos (OCDE, 2016). Las pruebas de PISA examinan el rendimiento de los estudiantes en áreas temáticas claves como las matemáticas, ciencia y lectura. Así como varios rubros del proceso escolar, entre los que se encuentran: la motivación de los alumnos por aprender, la concepción que tienen sobre sí mismos y sus estrategias de aprendizaje (OCDE, 2016).

Si bien PISA evalúa las tres áreas cada tres años, pone especial énfasis en una de ellas en cada ocasión, de esta forma, en México se inició su aplicación en el año 2000 con el énfasis en la evaluación de la lectura; en el 2003 el énfasis estuvo en las matemáticas y en el **2006** se realizó un análisis más profundo en relación con las ciencias, iniciándose el ciclo nuevamente en el año 2009 con

⁷ El nombre PISA corresponde a las siglas en inglés de: *Programme for International Student Assessment*.

⁸ PISA evalúa a estudiantes en el rango de edad al momento de la evaluación, independientemente del grado que estén cursando. En México se trata de una población que está por concluir la secundaria, iniciar el bachillerato, o que está a punto de integrarse a la vida laboral.

mayor énfasis en la lectura, en el 2012 en matemáticas y en el **2015** nuevamente en ciencias.

De esta forma, actualmente se cuenta con dos evaluaciones con énfasis en ciencias con una distancia de tres años, en donde no se observan cambios importantes en los resultados.

De acuerdo con los resultados de PISA la educación en México se mantiene como en el año 2000; rezagada con respecto a los miembros de la OCDE.

Tabla 2. Resultados de prueba PISA

Lugar	País	Ciencias		Lectura		Matemáticas	
		2006	2015	2006	2015	2006	2015
1	Singapur	–	556	–	535	–	564
2	Japón	531	538	498	516	523	532
3	Estonia	531	534	501	519	515	520
5	Finlandia	563	531	547	526	548	511
38	Argentina	391	475	374	475	381	456
44	Chile	438	447	442	459	411	423
47	Uruguay	428	435	413	437	427	418
53	Trinidad y Tobago	–	425	–	427	–	417
55	Costa Rica	–	420	–	427	–	400
57	Colombia	388	416	385	425	370	390
58	México	410	416	410	423	406	408
63	Brasil	390	401	393	407	370	377
64	Perú	–	397	–	398	–	387
70	República Dominicana	–	332	–	358	–	328

Fuente: elaboración propia con base en datos de la OCDE 2006 y OCDE 2016.

Sobre una escala en la que la media es de 500 puntos, los alumnos mexicanos se encuentran por debajo de la media y no han aprobado un solo examen: ni ciencias, ni lectura ni matemáticas. De acuerdo con la prueba, el

desempeño de México se encuentra en los últimos países que integran la OCDE: lugar 58 de 70 (ver tabla 2).

Los países de América Latina que nos superan en:

- Lectura: con el lugar 38 Argentina, con 475 puntos; en el lugar 44 Chile, 459 puntos; en el lugar 47 Uruguay, 437 puntos y en el lugar 53 Trinidad y Tobago con 427 puntos.
- Matemáticas: Argentina con 456 puntos; Chile, 423 puntos; Uruguay 418 puntos, y Trinidad y Tobago 417 puntos.
- Ciencias: Argentina con 475 puntos; Chile, 447 puntos; Uruguay 435 puntos, y Trinidad y Tobago con 425 puntos (OCDE, 2016).

En lectura, el desempeño de México pasó, de acuerdo con datos de la OCDE, de 410 puntos en 2006 a 423 puntos en 2015, cuando el promedio de los países participantes en la OCDE es de 493 puntos. Se señala en el informe que los estudiantes mexicanos no tienen capacidad de localizar información en textos que no les son familiares, ya sea en forma o en contenido, no comprenden lo que leen, no valoran críticamente los textos ni construyen hipótesis acerca de ellos (INEE, 2007; OCDE, 2016).

En cuanto al rendimiento en matemáticas se observa que mejoró sólo en dos puntos de 2006 al 2015 (de 406 puntos se pasó a 408), mientras que el promedio de la OCDE es de 490, es decir, México está por debajo del promedio de los países de la OCDE, de acuerdo con los resultados de la prueba Pisa 2015 (INEE, 2007; OCDE, 2016).

En cuanto a ciencias el informe PISA por nivel de desempeño muestra que el 52% de los estudiantes mexicanos logran los aprendizajes suficientes en ciencias, pero la tendencia de los resultados no es estadísticamente significativa, lo que confirma que no hubo cambios reales de 2006 a 2015 (410 puntos y 416 puntos, respectivamente), mientras que el promedio de la OCDE es de 493 puntos. Estos resultados también llaman la atención al observar que los 70 países restantes sí mostraron cambios significativos. Por ejemplo, Argentina en ciencias obtuvo 391

puntos en el 2006 y pasó a 475 puntos en 2015; Colombia en ciencias pasó de 388 puntos en 2006, a 416 puntos en 2015 (OCDE, 2006; INEE, 2007; OCDE, 2016).

México con 416 puntos se encuentra por arriba en aprendizaje de ciencias, frente a países como Brasil (401 puntos), Perú (397 puntos) y República Dominicana (332 puntos); muy cerca de Costa Rica (420 puntos) y Colombia (416 puntos), pero por debajo de Uruguay (435 puntos) y Chile (447 puntos) y muy por debajo de los primeros lugares que son Singapur (556 puntos), Japón (538 puntos), Estonia (534 puntos) y Finlandia (531 puntos). El promedio de la OCDE es de 493 puntos en ciencias y el promedio de América Latina en ciencias es de 408 puntos (OCDE, 2016).

Después de Costa Rica (231 puntos), México es el segundo país de Latinoamérica con la menor distancia entre los estudiantes de mayor y menor rendimiento en los resultados de Ciencias (234 puntos), lo que significa que hay mayor equidad en la distribución de los aprendizajes que en la mayoría de los países con los que se compara. En esta medición el promedio de América Latina es de 259 puntos y el promedio de la OCDE es de 309 puntos (OCDE, 2016).

Los estudiantes mexicanos no mostraron que haya habido cambios significativos en el aprendizaje de Ciencias en las dos evaluaciones realizadas a la fecha: una en 2006 y la otra en 2015. Pero lo mismo ocurrió con los demás países, con excepción de Argentina, Portugal, Colombia y Perú, que muestran tendencias positivas en el aprendizaje de Ciencias de sus estudiantes (INEE, 2007; OCDE, 2016).

A pesar de los bajos resultados en ciencias, los estudiantes en México declaran tener un gran interés en esa rama comparados con sus iguales en otros países de la OCDE. Cerca del 45% de los alumnos varones y el 36% de las estudiantes mujeres mexicanos tienen la perspectiva de que estarán laborando en una ocupación relacionada con las ciencias cuando cumplan 30 años. Es obvio que los resultados obtenidos no ayudarán a lograrlo.

Pese al mal desempeño que se ha obtenido en ciencias en estas pruebas, llama la atención que los estudiantes mexicanos quieren ser científicos cuando

sean adultos, o por lo menos así lo señala el 41% de los estudiantes consultados, que representan la mayor proporción de estudiantes con dicha expectativa entre los países de la OCDE, esto resalta, si se toma en cuenta que sólo 1% de ellos logra un rendimiento en ciencias aceptable y un 36% ni siquiera obtiene un nivel mínimo, es una respuesta que sorprende (OCDE, 2016).

De acuerdo con los resultados de nuestros estudiantes en ciencias, se observa también que son incompetentes de usar conocimientos básicos en esta área, interpretar datos e identificar las preguntas que surgen de un simple experimento.

Por otro lado, con un 5.2% del Producto Interno Bruto (PIB), México es el país que menos gasta por cada estudiante de entre los países miembros de la OCDE. Si este porcentaje dedicado a la educación se dividiera entre el número de estudiantes, encontramos que en 2015 México gastó 3,000 dólares por estudiante de secundaria, lejos de los 9,500 dólares por estudiante que gastan en promedio los países miembros de la OCDE (2016).

Del gasto en educación en México en el 2015 se destinó sólo el 2.5% para la construcción, renovación y mantenimiento de la infraestructura de instituciones de primaria y secundaria, cifra menor a la que invirtieron Brasil y Colombia en el mismo año: 7.1% (OCDE, 2016).

México destina un mayor porcentaje de su gasto actual en educación al pago de salarios de maestros como ningún otro país de la OCDE, ya que en 2015 destinó 80% del gasto total a los niveles de primaria y secundaria, cuando el promedio de la OCDE fue del 62% (OCDE, 2016).

Pese a todo lo anterior, los resultados obtenidos parecen no estresar a los alumnos mexicanos. El informe PISA revela que México es el país con mayor número de estudiantes que afirman ser felices en la escuela, con alrededor del 90%, mientras el promedio entre los países miembros de la OCDE es de 80% (OCDE, 2016).

Las evaluaciones PISA proporcionan una especie de radiografía o indicador de los aprendizajes que adquieren los estudiantes de México, así como información adicional que ayuda a interpretar los resultados de aprendizaje. Pero la intención de PISA no considera explicar las causas por las cuales nuestro país presenta

buenos o malos desempeños académicos. Esto lo tienen que hacer las autoridades educativas y los especialistas en la materia, quienes deben analizar los resultados de las evaluaciones con el propósito de que toda esta información sirva para tomar decisiones de política educativa, es decir, como sustento y orientación al momento de diseñar o plantear una reforma educativa. PISA representa una manera de monitorear los resultados de las reformas educativas a nivel nacional y regional.

Se puede decir que por el bajo rendimiento en las materia de ciencias, lectura y matemáticas, de acuerdo a los resultados PISA del 2000 al 2015, no se han visto avances significativos para transformar la educación en nuestro país pese a las últimas reformas anteriormente expuestas, por lo que el presente trabajo cobra relevancia al proponer una manera reflexionada y diferente de realizar la enseñanza de la Física desde el marco de la enseñanza para la comprensión (EpC), con la intención de buscar un cambio en la forma de plantear la enseñanza que repercuta en un mejor aprendizaje en términos de que puedan pensar con lo que saben, desde una comprensión de lo que se les enseña, especialmente en lo que respecta a la Física.

Capítulo 2. La Enseñanza para la Comprensión en Ciencias

En este capítulo se revisan algunos de los enfoques que más influencia han tenido y tienen en el área de la enseñanza de las ciencias⁹, y como este se relaciona con un aprendizaje comprensivo, para de ahí exponer el marco de enseñanza que se propone la EpC.

Es importante resaltar que el objeto de estudio de la Física es la materia, y su enseñanza requiere enfocarse en sus distintas cualidades y propiedades como también a todos los factores que puedan generarle una modificación sin que esta pierda su Esencia Material, es decir, que siga siendo el mismo objeto pero con otras condiciones.

A finales de 1960 el gobierno de los Estados Unidos de América (EEUU), en respuesta a la carrera espacial con la URSS, buscó dar impulso al mejoramiento de la calidad de la enseñanza. Dicho impulso se enfocó en principio en las ciencias y las matemáticas, ampliándose posteriormente al arte y otras disciplinas. Nelson Goodman, un importante filósofo e investigador de formación epistemológica, profesor de la Universidad de Harvard, fue el responsable del proyecto y congregó a varios profesores y estudiantes de postgrado de dicha Universidad para pensar sobre el tema. El resultado fue la creación en 1967 del Proyecto Zero, posteriormente en 1972 Perkins y Gardner se convirtieron en los codirectores del mismo (Gardner, 1995).

2.1. La enseñanza de las ciencias

En el aprendizaje de las ciencias se han identificado dos dificultades básicas que Campanario y Moya (1999) llaman “clásicas”, las cuales tienen que ver con la organización de los contenidos conceptuales desde una lógica de requerimiento formal y los preconceptos que traen consigo en forma previa los estudiantes, lo

⁹ En este trabajo nos enfocamos en la Física, la cual estudia sistemáticamente los fenómenos naturales, tratando de encontrar las leyes básicas que los rigen. Utiliza las matemáticas como su lenguaje y combina estudios teóricos con experimentales para obtener las leyes correctas (Hewitt, 2007).

cual a decir de estos autores interfiere con el aprendizaje de conceptos nuevos al plantearse una resistencia por modificar viejas formas de pensar, es decir, al resistirse a modificar los preconceptos previos que cada alumno trae a clase. En este sentido, es que la enseñanza de las ciencias se ha enfocado en conocer las concepciones epistemológicas con las que piensan los estudiantes y cómo incorporar éstas al trabajo en clase, es decir, muchos de los trabajos sobre la enseñanza de las ciencias han versado acerca de “cómo se estructura, cómo evoluciona y cómo se produce” (Hammer, 1994, citado por Campanario y Moya 1999, p. 179) el conocimiento científico y qué es lo que lleva a que los alumnos mantengan preconceptos. Para lo cual se han enfocado distintos estudios en entender cuáles son las estrategias de razonamiento que utilizan los alumnos en su aprendizaje. A la fecha se sabe que cuando los alumnos se enfrentan al análisis de problemas científicos tienden a utilizar estrategias de razonamiento y metodologías triviales¹⁰ y carecen de la conciencia de las herramientas mentales que ponen en práctica y poseen cuando buscan aprender ciencias, es decir, no son conscientes de sus estrategias metacognitivas a través de las cuales realizan sus aprendizajes. Los alumnos cuando estudian ciencias no saben que saben, por lo que no pueden formular sus dificultades como problemas, o no son conscientes de su pensamiento erróneo sobre contenidos científicos, lo que dificulta el aprendizaje (Campanario y Moya, 1999).

Aprender ciencias para la mayoría de los alumnos en secundaria tiene que ver con memorizar definiciones y fórmulas. Posiblemente esta situación hace que las ciencias se vean como algo lejano y ajeno, convirtiéndose en una limitante para su aprendizaje. En la enseñanza de las ciencias se pueden identificar cuatro enfoques, los cuales se exponen a continuación de forma muy general. Es importante resaltar que dichos enfoques no necesariamente se contraponen entre sí, en tanto que marcan énfasis y formas de entender la enseñanza en las ciencias que en ocasiones se articulan entre sí.

¹⁰ Que no tienen importancia, trascendencia o interés.

2.1.1. Aprendizaje por descubrimiento

Este enfoque fomenta de forma importante la actividad autónoma de los alumnos, al grado de rechazar cualquier tipo de orientación (Campanario y Moya, 1999). Poniendo el énfasis en la experiencia y el aprendizaje por descubrimiento por parte de los estudiantes, atendiendo más a la forma en que se enfocan los procedimientos y las actitudes frente a la ciencia que a los contenidos científicos propiamente. En este enfoque se parte de que el conocimiento está en la realidad cotidiana y el alumno, en contacto con ella, puede acceder espontáneamente a él (Gil, 1994). Ya que el conocimiento se encuentra en la realidad cotidiana, el alumno puede encontrar todo lo que requiere para su desarrollo en el aula y fuera de ella y por tanto la ciencia es un producto natural que resulta del desarrollo de la mente del alumno en contacto con el mundo (Ruiz, 2007).

En este enfoque, el papel del docente se reduce a permitir que los alumnos vivan y actúen como pequeños científicos para que descubran por razonamiento inductivo los conceptos y leyes a partir de las observaciones, encontrando sus propias soluciones a los problemas, impulsando que aprendan las cosas haciéndolas, lo que haría más probable que las recordaran (Campanario y Moya, 1999).

En este enfoque, de acuerdo con Gil es muy probable que una búsqueda a tientas “dé como resultado el aprendizaje de un conjunto de adquisiciones dispersas” (1983, p. 30), lo que ha planteado controversias y llevado a investigaciones que han mostrado que los conceptos revisados en clase y organizados por los docentes sí son importantes a la hora de aprender ciencias. Lo que parece ir en contra de la aparente independencia del pensamiento formal y la preferencia por los procedimientos (Campanario y Moya, 1999). El trabajo basado en el empirismo que plantea como requisito fundamental, y suficiente para la enseñanza, una planeación cuidadosa de experiencias y su presentación al alumno para que él, por sí solo, descubra los conocimientos lleva a no dar importancia a los conceptos, convirtiendo este aspecto en uno de los puntos más criticados en este enfoque (Ruiz, 2007).

2.1.2. Enseñanza basada en el uso de problemas

Esta propuesta se fundamenta en la organización de unidades didácticas articuladas a partir de diversos problemas. Los problemas se seleccionan secuenciados de tal forma que se logre el aprendizaje significativo. Aquí la palabra problema se debe entender en un sentido de pequeños experimentos, conjuntos de observaciones o tareas de clasificación que proponen situaciones problemáticas abiertas que no tienen una solución inmediata y que por lo tanto trascienden la esfera del conocimiento en ese momento (Campanario y Moya, 1999). Estas situaciones problemáticas promueven en el alumno una reflexión y confrontación permanente de sus saberes y procedimientos que le facilita el desarrollo de habilidades cognitivas y lo acerca a procesos conscientes, donde él mismo se da cuenta de la eficiencia y alcance de sus propias acciones (Ruiz, 2007).

Si este enfoque se integra con una organización cooperativa del trabajo en el aula y se lleva a cabo por equipos, los problemas pueden hacerse más complejos y la indagación puede durar más tiempo, varios días o incluso una semana.

Con este enfoque, a diferencia del aprendizaje por descubrimiento, no se espera que el alumno por sí mismo descubra los conocimientos científicos, sino que la elección y sucesión de problemas propuesta por el docente lo oriente para que aprehenda, partiendo de numerosas fuentes, los contenidos que se estiman relevantes en una disciplina dada.

El uso metódico de los problemas está destinado a dar preferencia a los contenidos y no a provocar su descubrimiento (Campanario y Moya, 1999).

Una posible crítica que se puede hacer a este enfoque es que requiere más dedicación por parte del maestro, ya que su papel no sólo tiene que ver con la selección de problemas que logren más o menos compatibilidad con determinados contenidos teóricos, sino también, demanda de su orientación en el proceso de aprendizaje de los alumnos, los cuales requieren dedicar un mayor tiempo y atención para enfrentar y buscar resolver los problemas en forma activa, lo que

puede chocar con las prácticas pasivas aprendidas durante años (Campanario y Moya, 1999).

2.1.3. Del cambio conceptual

Este enfoque reconoce una estructura cognitiva en el alumno; en este sentido valora las ideas previas como un aspecto fundamental para lograr mejores aprendizajes y se apoya en el conflicto cognitivo para lograr un cambio conceptual. Varios autores han planteado la búsqueda del cambio conceptual como un inicio del enfoque constructivista (Driver, 1988; Nussbaum y Novick, 1982; Hewson y Hewson, 1984; Champagne, Klopfer y Gunstone, 1982, citados por Campanario y Moya, 1999, p. 183).

Las principales características que dan identidad a este enfoque se centran en el cambio conceptual que se asume como una sustitución radical de las ideas previas del alumno por conceptos científicos. De modo que las actividades en el aula deben facilitar a los alumnos el tener conciencia no sólo de las ideas previas, sino también el alcance de las mismas y de sus limitaciones, lo que se logra a través de la búsqueda de una continua contrastación de lo que sabe o los preconceptos que tiene el estudiante, frente a situaciones donde se confronten para generar el llamado conflicto cognitivo, condición imprescindible para desencadenar la insatisfacción con las ideas previas y su identificación. En la búsqueda de la consolidación de las nuevas concepciones con mayor poder explicativo, las cuales permitirán al alumno realizar nuevas aplicaciones y llegar a generalizaciones mucho más inteligibles.

En este enfoque las objeciones que se plantean tienen que ver con el pretender sustituir las ideas previas en los alumnos por medio del conflicto cognitivo, pues no todos los estudiantes reaccionan de igual forma cuando se resaltan sus errores, frente a un docente que siempre tiene la razón. Aunque el cambio conceptual se puede lograr, es importante reconocer en términos de Pozo (1999) que uno de los propósitos en la enseñanza de las ciencias no es sustituir las ideas previas, sino más bien permitir y dar elementos para que el sujeto sea

consciente de ellas, las cuestiona y distingue dependiendo del contexto en el cual esté desarrollándose.

2.1.4. Aprendizaje por investigación dirigida

Este enfoque trabaja sobre la propuesta de una estructura que ofrece un soporte para la secuencia interna de los contenidos, a partir de identificar problemas de orden científico. Tiene una base constructivista en la construcción del conocimiento y la aplicación de problemas para la enseñanza de las ciencias (Campanario y Moya, 1999) y al igual que el enfoque de cambio conceptual, busca explicitar la incompatibilidad entre el conocimiento cotidiano y el científico.

El alumno es un ser activo, con conocimientos previos, que puede plantear juicios de acuerdo con la información que está abordando y, sobre todo, que él mismo va construyendo desde el desarrollo de procesos investigativos para dar solución a los problemas planteados por el docente y que puede dar lugar a procesos más rigurosos y significativos para el alumno (Ruiz, 2007).

El maestro debe plantear problemas representativos, con sentido y significado para el alumno, aceptar que la ciencia de una u otra forma está relacionada con las ideas previas que el alumno lleva al aula; por tanto, el contenido de las situaciones problemáticas debe reconocer la necesidad de recuperar el contexto cercano del alumno, para mostrar que los conocimientos pueden tener una significación desde el medio que lo rodea y pueden ser abordados a partir de las experiencias y vivencias que él lleva al aula (Ruiz, 2007).

Estas cuatro posturas revisadas sobre la enseñanza de las ciencias, aportan elementos relevantes que permiten impulsar una forma de entenderla; sin embargo, todavía persisten posturas tradicionales centradas en la transmisión de información y memorización, las cuales, de acuerdo con Calatayud, Gil y Gimeno (1992, citado por Campanario y Moya 1999, p. 180), se basan en los siguientes supuestos por parte de algunos docentes:

- a) Enseñar es una tarea fácil y no requiere una preparación especial.
- b) El proceso de enseñanza-aprendizaje se reduce a una simple transmisión y recepción de conocimientos elaborados.

c) El fracaso de muchos alumnos se debe a sus propias deficiencias: falta de nivel, falta de capacidad.

Con lo hasta aquí expuesto se puede observar que la enseñanza de la ciencia plantea retos y ha impulsado la búsqueda de soluciones desde distintas aproximaciones, donde resalta la importancia que se le otorga a las ideas previas y los preconceptos con los cuales llegan al salón de clases. Varios estudios como los realizados por Andrea DiSessa y John Clement han demostrado que los preconceptos que traen los alumnos son muy persistentes e interfieren con el aprendizaje de los conceptos científicos, las investigaciones indican que los estudiantes no aprenden lo que se opone con sus creencias personales, debido especialmente a su resistencia por la forma en que se incorporaron y están fuertemente arraigadas por el conocimiento del sentido común (Gardner, 1997, p. 159). Preconceptos que en ocasiones son “erróneos” o “ingenuos” estableciéndose con firmeza en la forma de pensar de los alumnos e interfiriendo con el aprendizaje del conocimiento científico; esos preconceptos se encuentran “...en mayor o menor medida tanto en estudiantes adolescentes de nivel secundario como en estudiantes universitarios, incluso de carreras científicas” (Gellon, *et al*, 2005, p. 216).

La búsqueda por enseñar la ciencia no se ha desligado del todo de exposiciones orales o escritas de conceptos y teorías científicas, es decir, de la transmisión de la información por parte del docente de forma tradicional, lo que resulta insuficiente para modificar las ideas erróneas que traen los estudiantes como preconceptos y que obstaculizan el aprendizaje.

Este panorama es el que impulsó las investigaciones del proyecto Zero que realizó importantes aportes a la enseñanza de las ciencias, favoreciendo que el docente realice un tratamiento flexible del conocimiento, partiendo de lo que traen los alumnos, y al mismo tiempo ofrecer un entorno adecuado que aproxime los contenidos a las condiciones y experiencias de los mismos, con lo que se busca que los contenidos resulten atractivos, con significado cognitivo y que despierten el interés por aprender por parte de los alumnos con los que se trabaje.

La enseñanza para la comprensión (EpC) plantea que tanto maestros como alumnos se comprometan en una constante investigación activa (Stone,1999), lo que permite cuestionar sobre ideas o preconcepciones que se han construido en la vida cotidiana y el sentido común, para repensarlos y abrirse a los conceptos científicos.

2.2. La Enseñanza para la Comprensión (EpC)

Cuando los investigadores del Proyecto Zero trabajaron en la cognición humana en una gran variedad de áreas, buscaron utilizar sus investigaciones para mejorar el pensamiento a través de la enseñanza y el aprendizaje en el salón de clase (Stone, 1999). Así, se plantearon la pregunta: ¿cómo enseñar para la comprensión?, involucrándose de esta forma en la exploración de lo que sucedía en las aulas en relación con el aprendizaje de los alumnos (Blythe y Perkins, 2004), encontrando que un número importante de ellos relataban que no le encontraban sentido, ni utilidad a muchos de los aprendizajes escolares (Perrone, 1999). De esta forma fue que nació la Enseñanza para la Comprensión (EpC) como un marco desde el cual pensar la enseñanza en la búsqueda por otorgarle sentido a los aprendizajes escolares y disminuir el fracaso escolar en el salón de clase.

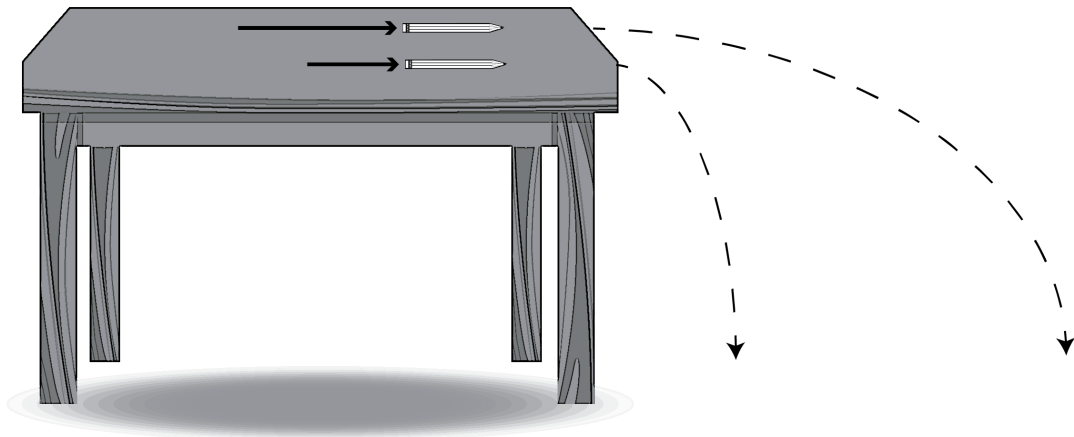
Gardner, Perkins y Perrone se abocaron junto con un equipo de profesores a buscar cómo enseñar para la comprensión, partiendo de la afirmación “tomar como protagonista al sujeto y su relación con el mundo” (Pogré y Lombardi, 2004, p. 37).

La EpC germinó en la colaboración directa entre investigadores y docentes sobre las bases teóricas desarrolladas por el proyecto Zero. Las tres metas más importantes que plantearon los investigadores del Proyecto Zero a considerar en todo proceso educativo en cualquier área fueron: la retención, la comprensión y el uso de un conocimiento activo. Consideraron la **comprensión** como el eje central y articulador de las otras dos.

Un aspecto importante en la EpC es que los estudiantes se den cuenta de sus propias concepciones para que puedan realizar una comprensión consciente.

Esto llevado a la enseñanza de las ciencias, tiene que ver con que pronostiquen lo que sucederá en un experimento o una investigación, y que interpreten un fenómeno observado y no sólo realicen ejercicios como copia de lo propuesto por el profesor. Por ejemplo, si se interroga a estudiantes de secundaria sobre si se lanzan dos lápices desde la misma altura de una mesa en forma horizontal, uno con mayor fuerza que otro. ¿Cuál llegará primero? (ver fig.1). Muchos estudiantes piensan que el lápiz que fue lanzado con menor fuerza llegará antes al suelo pues su trayectoria parece que será más corta por falta de fuerza (impulso). En este caso se manifiesta el error que cometen los alumnos al afrontar los problemas de una manera superficial echando mano del sentido común, pues ambos lápices tocarán el piso al mismo tiempo mientras sea la misma altura, ya que entra en juego la ley de la gravedad en igualdad de circunstancias.

Figura 1. Dos lápices lanzados con distintas fuerzas desde una misma altura



Fuente: elaboración propia.

Este ejemplo utilizado en el marco de la EpC permite que los estudiantes tomen conciencia sobre “la contradicción frecuente que existe entre sus propias concepciones erróneas y los resultados de aplicar correctamente las leyes y los conocimientos científicos” (Campanario, 2000, p. 376), a través de su propia experiencia y no es el profesor el que les dice que se equivocan. El docente pregunta por qué creen que ocurre lo que observan, de dónde lo derivan, ¿por qué no llegó uno primero y otro después?, y de esta forma se les permite que prueben, elaboren hipótesis y predigan los resultados del experimento u observación o que expongan sus interpretaciones del fenómeno observado.

Una de las principales razones por las que la enseñanza tradicional de la ciencia, centrada en la sola ejecución de ejercicios copiados del libro, obtiene pobres resultados frente a la intención de modificar los preconceptos, es que a los alumnos no se les da la oportunidad de que pongan a prueba lo que ellos piensan, a fin de que estén en condiciones de contrastar los resultados, con sus preconceptos y puedan pensar y plantearse nuevas preguntas.

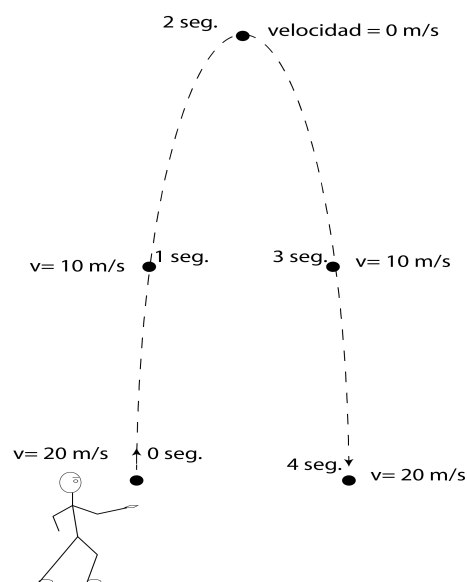
En la EpC un ejercicio de este tipo resulta una herramienta que posibilita cambios en la forma en que piensan los estudiantes si se les permite e invita a que apliquen y expliquen mediante sus propios lanzamientos de lápices u otros objetos, lo que piensan y entienden que ocurre. De esta forma se impulsa la comprensión al buscar hacer explícito el pensamiento que subyace en sus intentos. Es decir, al experimentar el lanzamiento de los lápices del ejemplo anterior logran poner de manifiesto la contradicción entre sus preconceptos y los resultados científicos consensuados, lo que posibilita el que modifiquen sus creencias basadas en su sentido común, al tiempo que comienzan a comprender qué es y cómo funciona la gravedad (Gellon et al., 2005).

La enseñanza de la ciencia implica el sentido de “hacer” que involucra un trabajo intelectual, para poder pensar y usar con los nuevos conocimientos que permitan realizar desempeños de comprensión en términos de hacer utilizando lo comprendido. De esta forma, “estaremos haciendo ciencia, sin necesidad de aceleradores de partículas o microscopios electrónicos” (Golombek, 2008, p. 11).

Veamos otro ejemplo. Se le plantea al estudiante: si lanzas una pelota directamente hacia arriba con tu mano a 20 metros por segundo (m/s), ¿qué predicciones puedes hacer acerca de esa pelota, donde la aceleración de la gravedad es $g=10$ metros por segundo al cuadrado (m/s^2)?

Una de las respuestas esperadas es: la pelota se desacelerará por la gravedad a 10 m/s un segundo después de ser arrojada, así que se detendrá instantáneamente dos segundos después de lanzarla cuando llegue al máximo de su trayectoria. Un segundo después, a los tres segundos en total, se moverá hacia abajo a 10 m/s, otro segundo más, habrá llegado a su punto de partida, moviéndose a 20 m/s. El tiempo en cada dirección es dos segundos, y el tiempo total en el aire es cuatro segundos. Durante la parte de subida el objeto se desacelera al subir a razón de 10 metros por segundo cada segundo, la misma aceleración que toma cuando va hacia abajo. Como se necesitan de 2 veces 10 metros por segundo cada segundo para igualar la velocidad de salida de 20 metros por segundo y detener a la pelota en su punto máximo de su trayectoria. Aplicando la fórmula: $t = v/g$; tenemos que: $t = 20 \text{ m/s} / 10 \text{ m/s}^2$; por lo tanto: $t = 2$ s. (ver fig.2)

Figura 2. Una pelota lanzada directamente hacia arriba



Fuente: elaboración propia.

La única manera de comprender la ciencia es teniendo una actitud indagadora, curiosa, discutiendo afirmaciones, confirmando y rebatiendo una y otra vez o cada que se nos presenta un fenómeno natural y lo confrontamos a través de analizarlo para poder comprenderlo y así poder incorporarlo como un razonamiento desde el cual podamos seguir pensando.

La EpC de la física requiere de plantear problemas próximos a la realidad de los estudiantes de tal forma que les exijan pensar sobre física más que realizar un experimento mecánicamente, repitiendo recetas; en una clase práctica tradicional los estudiantes si bien pueden familiarizarse con aparatos y procedimientos, esto no garantiza la comprensión, ya que sólo comprueban las ideas formuladas en la clase teórica. El rol activo del alumno en la EpC se refiere a la actividad cognitiva y no al mero hacer. Es decir, no basta sólo con experimentar un fenómeno para comprenderlo, la genuina actividad mental consiste en hacerse preguntas, indagar, compartir las ideas propias, ser capaz de defenderlas, cuestionar las de otros y reflexionar sobre el fenómeno en cuestión para poderlo comprender. En este sentido el experimento requiere ser impulsado por una pregunta a responder, pregunta que requiere ser entendida o reformulada por los propios alumnos desde sus experiencias e intereses, una pregunta que se pueda investigar y resulte clara y retadora para los estudiantes. No una sucesión de pasos que se les solicita llevar a cabo y donde lleguen a una única y estereotipada respuesta que el profesor conoce e induce.

Por ejemplo, ¿puedes ir parado sin sujetarte en el Metro? ¿Por qué si, o por qué no? Muchos sabemos que si no nos agarramos nos caemos, pero ¿comprendemos realmente por qué sucede esto? Preguntas de este tipo involucran la física en la vida cotidiana y lleva a que los alumnos aprendan a elaborar preguntas y se despierte en ellos una indagación continua sobre qué es lo que va a pasar, por qué sucede de esta forma y no de otra.

Sin números de por medio, las respuestas y explicaciones de los alumnos revelan si entienden los principios básicos implícitos en diversos fenómenos cotidianos de las leyes de la física. En este caso se trata de la ley de la inercia de

Newton, que se refiere a que un cuerpo (pasajero del Metro) continúa en su estado de movimiento uniforme en línea recta, a menos que sea obligado a cambiar ese estado por otra fuerza (los frenos del Metro) que actúen sobre él.

Hay que tener en cuenta que la mayor parte de los conceptos que se emplean en la asignatura de Física son intangibles y se producen a un nivel que no permite su observación, es decir, las fuerzas que actúan sobre un cuerpo no se pueden ver ni tocar directamente. No vemos estas interacciones, pero sí notamos sus efectos y los podemos medir mediante un dinamómetro (instrumento que sirve para medir la fuerza) y un flexómetro (instrumento que mide distancias), dado que las fuerzas son interacciones entre objetos que cambian su estado de reposo o de movimiento.

Al ser considerados los preconceptos¹¹ punto relevante en la enseñanza de la ciencia, en el marco de la EpC, se sugiere:

- a) iniciar todo proceso de enseñanza en ciencia por identificar cuáles son los preconceptos y su grado de incrustación en la forma de pensar de los estudiantes en relación con los temas a trabajar. Esto se puede lograr a través de ejercicios parecidos a los de los lápices en la mesa planteado anteriormente, como forma de detectar los preconceptos además de que ofrece la ventaja de ser una buena entrada para los nuevos temas.
- b) Una vez identificados los preconceptos que traen los alumnos, se puede enfrentar el problema de cómo conducir hacia una concepción científica viable de lo que se busca que los estudiantes comprendan. Lo que tiene que ver con elegir prácticas de laboratorio, demostraciones, casos, proyectos o problemas, en los que los estudiantes se vean implicados y lo vivan como una demanda real.

¹¹ Los preconceptos son ideas que adquieren las personas con base a su experiencia personal por la interacción con la naturaleza. Estas ideas suelen ser diferentes a las que sostiene la ciencia y son un factor que dificulta nuevos aprendizajes.

Las explicaciones y razonamientos elaborados por los alumnos y expuestos a través de dialogar y discutir sobre las leyes de la Física juegan un rol importante en el cambio de los preconceptos.

2.2.1. ¿Qué es la Comprensión?

Perkins responde esta pregunta diciendo: “comprender es la habilidad de pensar y actuar con flexibilidad a partir de lo que uno sabe” (1999, p. 70), es decir, es hacer uso activo del conocimiento reflexivamente apoyándose en lo que uno conoce en cualquier circunstancia. Por contraste, cuando un estudiante no puede ir más allá de la memorización y la acción rutinaria, se puede decir que se trata de falta de comprensión.

La comprensión es poder realizar una serie de actividades vinculadas a un tema que inciten al pensamiento creativo, pudiendo ser demostrado este pensamiento a partir de evidencias y ejemplos. La comprensión permite de esta forma aplicar, crear analogías y utilizar lo que se sabe para pensar y enfrentar situaciones concretas (Blythe y Perkins, 2004).

De lo anterior se deduce que la comprensión es un proceso de elaboración mental donde hay evoluciones en la manera de pensar frente a una situación, fenómeno o hecho, tomando como base los conocimientos previos. Los cuales se reestructuran con los recién conseguidos para aplicarlos en contextos nuevos o cotidianos que aportan sentido a los aprendizajes desde la perspectiva de los estudiantes.

En Física, por ejemplo, cuando sólo memorizamos la primera Ley de Newton¹², es difícil utilizarla para explicar lo que ocurre cuando frenamos bruscamente y no usamos el cinturón de seguridad y salimos disparados hacia adelante debido a la inercia. Es decir, repetir lo que plantea esta ley no es comprenderla, para dar cuenta de que se ha comprendido, los estudiantes requieren, de acuerdo con lo planteado por la EpC, manifestar dicha comprensión a través de explicar el por qué salimos disparados cuando se frena bruscamente el

¹² Primera ley de Newton: Sin acciones de otros cuerpos, un cuerpo mantiene su estado de reposo o de movimiento.

auto. Lo mismo cuando vamos en la bicicleta y frenamos, o cuando tropezamos con una piedra en la patineta. El que los estudiantes puedan explicar que esto sucede porque los cuerpos tienden a mantener su estado de reposo o de movimiento da cuenta de que han comprendido la Ley de Newton, es decir, ellos explican que al frenar repentinamente en los tres casos, la persona sigue la velocidad que llevaba, que en física se reconoce como inercia, que no es más que la resistencia que opone la materia a modificar su estado, en este caso de movimiento. La Ley plantea que un cuerpo tiene mayor inercia cuanto mayor resistencia opone a modificar su estado. Para dar la explicación anterior se requiere comprender cómo funciona la ley de la inercia y no sólo recitarla de memoria o decir qué ocurre, porque sucede siempre de acuerdo con la experiencia directa.

Resulta común que en la enseñanza de la Física, al igual que en otras ciencias, se apoye en la realización de experimentos con base en indicaciones o pasos a seguir que llevan a resultados esperados, lo que no siempre resulta interesante y comprensible para los estudiantes. Por ejemplo, cuando el profesor realiza la siguiente demostración que es un truco clásico de magia basado en la inercia, pero ahora en reposo —quitar un mantel y que quede en el mismo lugar lo que está encima de la mesa— el profesor lo lleva a cabo, lo explica y sólo comprueba la ley él mismo, o bien, lo explica a partir de la ley y puede dejar que lo intenten los estudiantes, sin que los invite a explicar por qué creen que sucede antes de explicar la ley y cómo funciona, el que ellos intenten explicar y pensar el fenómeno desde sus referentes, no sólo los incluye y motiva, sino también permite que elaboren preguntas científicas.

El permitir que los estudiantes busquen explicaciones y experimenten directamente antes de plantear la ley de la inercia hace que busquen relaciones, piensen con lo que saben, se planteen preguntas y busquen respuestas, lo que les permitirá construir una comprensión sólida y personal de esta ley, con lo que podrán utilizarla para explicar muy diversos fenómenos, más allá del ejemplo del mantel.

Enseñar Física como acumulación de información y memorización de leyes sin comprenderlas, lleva a que los estudiantes resuelvan problemas en el salón de clase, pero difícilmente puedan pensar con las leyes para explicar y entender lo que sucede en la vida fuera de los ejemplos escolares. Así ocurre cuando los alumnos en la clase saben resolver el problema que dice: si desde lo alto de una casa de diez metros se deja caer una piedra de un kilogramo (Kg) aplicando la fórmula proporcionada por el docente ¿cuánto tarda la piedra en tocar el piso? Sin embargo, cuando estos mismos estudiantes se encuentran frente a un pozo de diez metros de profundidad y se les pide que arrojen en él una piedra de un kilogramo que se encuentra en el borde del pozo, pidiéndoles que calculen cuánto tardará la piedra en tocar el fondo, varios alumnos no sabrán como responder, ya que una vez fuera de la escuela, no saben cómo pensar con lo enseñado, no pueden establecer lo que pareciera ser una conexión obvia entre la altura de la casa del ejemplo en clase y la profundidad del pozo en el cual lanzaron la piedra; situaciones así muestran que los alumnos no comprenden verdaderamente de qué se trataba el problema en la escuela y por lo tanto no lo pueden trasladar a la casa.

Perkins (2010) señala que con la EpC se busca que las personas comprendan para poner en práctica desde un pensamiento crítico lo que saben en contextos distintos a los escolares. La comprensión que plantea la EpC está por encima de las destrezas y de la información, si bien articula y recupera éstas al reconocer que las habilidades y los conocimientos son necesarios para alcanzar la comprensión, el énfasis está en que los estudiantes demuestren a través de desempeños en términos de acciones la comprensión alcanzada, lo que refiere la necesidad de pensar flexiblemente con el conocimiento que poseen utilizándolo en diferentes y nuevos contextos (Perkins,1999).

En este sentido, comprender implica que los estudiantes construyan conocimiento a fin de poder pensar y actuar con dicho conocimiento en situaciones que le resultan significativas. La construcción de ideas y conceptos forma parte de la comprensión siempre y cuando se utilicen para pensar y no como acumulación o repetición. La comprensión va más allá de poseer

información o conocimientos, se trata de utilizarlos para pensar con ellos, lo que favorece que encuentren conexiones entre objetos de su conocimiento previos y formas que les permitan resolver problemas o encontrar posibles soluciones novedosas a situaciones específicas.

De esta forma es que lo central en la comprensión tiene que ver con comprometerse en la actividad reflexiva y no tanto en una acumulación de conocimientos aislados o información inerte, a fin de que resulte un conocimiento integrado y coherente que permita construir, articular y transformar las ideas e información con sentido, para llevarlo a la práctica, lo que dará cuenta de que se ha comprendido.

Perkins propone para explicar la comprensión un ejemplo de juego newtoniano de la predicción y la explicación, que es una especie de prueba para la comprensión:

Imaginemos una pelea con bolas de nieve en el espacio. Un grupo de astronautas está en caída libre y se han dispuesto en un círculo. En los bolsillos de sus trajes espaciales hay provisiones de bolas de nieve. Suena una señal en sus comunicadores. Cada astronauta saca una bola de nieve de su bolsillo y la arroja a otro astronauta situado del otro lado del círculo. La pregunta: ¿Podrán golpear a los otros astronautas, suponiendo que tengan buena puntería en la Tierra? (2010, p. 72).

Para jugar este juego se necesita entender las leyes del movimiento de Newton, para poder razonar a partir de ellas, si no podemos hacerlo, es difícil que sólo con la intuición cotidiana acertemos. De esta forma, por ejemplo, el alumno puede decir de memoria las leyes, puede escribir correctamente las ecuaciones, inclusive resolver los ejercicios del libro o ver en su mente cómo los astronautas se lanzan bolas de nieve. Pero si este alumno insiste en que los astronautas del juego anterior fácilmente pueden golpearse unos a los otros, no estando tan lejos y teniendo una buena puntería, entonces no comprendió las leyes de Newton. Cada alumno usa su explicación a partir de poner a prueba sus ideas que

determinará si un fenómeno le resultará sorprendente o no, lo cual implica que llega al aula provisto con ideas que pueden o no coincidir con las que el profesor quiere enseñar y que en la enseñanza de la Física pueden resultar preconceptos, los cuales como ya se vio son muy difíciles de erradicar, pues están contruidos a partir de la experiencia directa y entorpecen el aprendizaje.

Utilicemos otro ejemplo de cómo en la enseñanza tradicional se confunde aprendizaje con repetición.

Resulta común en la enseñanza de la Física que se enseñe electricidad a partir de exponer definiciones, así, el profesor puede exponer en la clase que circuitos de corriente directa son aquellas conexiones que permiten que los electrones se muevan en el mismo sentido. Los aparatos que mantienen la diferencia de potencial de la misma polaridad se llaman generadores de corriente directa. La diferencia de potencial entre polos se llama fuerza electromotriz. Después de esta definición de lo que es corriente directa, el maestro soluciona un problema en el pizarrón y deja de tarea una serie de problemas para que los alumnos la resuelvan en casa.

El profesor lo único que hizo fue dar información, con la idea de que el estudiante puede aplicarla en su casa a partir del ejemplo que se desarrolló en clase, sin darse cuenta de que, muchas veces el estudiante cuando quiere realizar el ejercicio en casa, le surgen dudas y en el mejor de los casos sigue los pasos y realiza el ejercicio en casa sin comprenderlo.

Este mismo ejemplo de la enseñanza de la electricidad desde la EpC se puede realizar de la siguiente forma: el profesor plantea una situación que resulta imaginable para los alumnos en términos de que es accesible a su experiencia; por ejemplo, el agua que fluye en las tuberías resulta una buena analogía para la electricidad que fluye por un circuito, así se plantea que la batería (pila) es como una bomba, los electrones que atraviesan los cables son análogos al agua que fluye por tuberías, pensemos en el agua que llega al tinaco de su casa.

De esta forma la EpC se apoya en referentes cercanos a los alumnos con los que pueden pensar para razonar durante la actividad, de este modo les permite imaginar, predecir una serie de resultados o plantearse preguntas que de otra

forma no podrían, ya que no les resultaría comprensible pensar en la electricidad como algo que se mueve y almacena y en el mejor de los casos buscarían dar las repuestas que intuyen espera el docente.

La EpC se apoya en recuerdos de experiencias que son modificadas o reconstruidas continuamente al confrontarlas con los nuevos conocimientos. Trabajar con analogías en Física permite que los estudiantes encuentren dentro de sus experiencias referentes para pensar lo que sucede en los fenómenos objeto de estudio, lo que resulta más fácil para darles coherencia y sentido, a la vez que les aplica leyes de inferencia,¹³ como lo señalan Nickerson, Perkins y Smith (1997).

Es decir, cuando alguien construye un pensamiento interno del mundo lo hace “funcionar” a través de sus experiencias previas y lo expone a razonamientos y pruebas en determinadas circunstancias, como cuando visualizamos mentalmente a los astronautas lanzándose bolas de nieve, o recorreremos mentalmente los posibles caminos para ir del centro de Coyoacán a Ciudad Universitaria, buscando la coherencia y lógica en estos razonamientos.

Así, la EpC busca obtener a partir de comprender conceptos y pensar con ellos, que el estudiante se involucre en pensar con leyes de inferencia, al tiempo de saber qué hacer con el conocimiento así planteado, cómo, hasta dónde y por qué, todo ello de una manera reflexiva y autónoma.

En forma opuesta, los alumnos no pueden aplicar las funciones aprendidas en matemáticas para resolver problemas de Física, ya que ellos ubican la utilización de despejar y realizar funciones matemáticas sólo dentro de demandas de las matemáticas, es decir piensan con matemáticas únicamente en la asignatura de matemáticas sin comprenderlas realmente, lo que dificulta que las puedan utilizar en el campo de la Física. Comprender es pensar con ellas para

¹³ Las inferencias son construcciones lógicas utilizadas para exponer razonamientos correctos, por ejemplo: si Juan se levanta tarde, entonces no irá a trabajar, Juan está trabajando, entonces no se levantó tarde.

enfrentar problemas de la Física o de cualquier otra ciencia natural, gracias a que entienden cómo funcionan y qué es lo que hacen.

Perkins aclara que la comprensión no es sólo una meta de la enseñanza, sino también una herramienta de motivación. “Nos involucramos más cuando comprendemos y nos apasionamos más cuando nos encontramos construyendo comprensión” (2010, p. 93). En este sentido, comprender un concepto implica que el alumno pueda recurrir a él cada vez que lo requiera, conseguir conectarlo con otros y aplicarlo en cualquier caso, similar o distinto de aquel en que lo aprendió.

De acuerdo con lo antes expuesto, para comprender una ley física un estudiante necesita involucrarse total y activamente con la ley física para llegar a comprenderla a fondo.

2.2.2. Hacer visible el pensamiento

La EpC tiene como herramienta básica el compromiso con la metacognición, como lo señalan Pogré y Lombardi (2004), lo cual lleva a pensar sobre la propia comprensión a través de darse cuenta qué herramientas mentales se ponen en acción cuando se comprende, lo que se produce a través de un acto reflexivo e intencional. Es decir, que el estudiante sea consciente de las herramientas mentales que pone en marcha cuando comprende.

La definición de la metacognición de Flavell que se utiliza frecuentemente dice:

La metacognición se refiere al conocimiento que uno tiene sobre los propios procesos o productos cognitivos o sobre cualquier cosa relacionada con ellos, es decir, las propiedades de la información o los datos relevantes para el aprendizaje. Por ejemplo, estoy implicado en metacognición (metamemoria, metaaprendizaje, metaatención, metalenguaje, etc.) si me doy cuenta de que tengo más problemas al aprender A que al aprender B, si me ocurre que debo comprobar C antes de aceptarlo como un hecho... La metacognición se refiere, entre

otras cosas, al control y la orquestación y regulación subsiguiente de estos procesos (Flavell, 1976, p. 232).

Así, cuando un alumno reconoce la forma en que él realiza una tarea, reconoce sus herramientas mentales y las pone en práctica a su favor; se puede decir que está aprovechando su metacognición. En la EpC ayuda mucho saber cómo el estudiante está incorporando el conocimiento en su cabeza, a través de qué procesos mentales, qué relaciones realizó entre lo que ya conocía con lo nuevo y cómo cambio su idea mental sobre el tema, en qué puso atención, qué realizó que le permitió llegar a la comprensión, lo cual se ha llamado dentro del marco de la EpC hacer visible el pensamiento en la enseñanza, o hacer visible la comprensión, lo que permite al estudiante ir desarrollando su metacognición.

En la enseñanza, y en forma importante en el campo de la Física, es recomendable que el docente ayude al alumno a pasar del planteamiento ingenuo sobre un fenómeno, a uno más sofisticado que involucre entenderlo y explicarlo desde los principios de la Física, buscando hacer visible el proceso de pensamiento a través del cual se está llevando a cabo la comprensión.

Al tiempo de buscar que los alumnos hagan visible su proceso de pensamiento en forma continua, a los profesores esto les permite conocer las pronósticos e interpretaciones que están realizando los estudiantes en estrecha relación con sus experiencias personales, para así entender qué los lleva a tener dichos preconceptos y de esta forma partir de lo que ellos conocen y les resulta familiar para plantear desafíos a lo que piensan, mediante el planteamiento de preguntas tales como ¿cómo llegaron a dichos resultados?, ¿podría haber ocurrido de otra forma?, con el propósito de hacerles visible su pensamiento.

Campanario (2000) propone varias estrategias que pueden apoyar a hacer visible el pensamiento en el salón de clase en la enseñanza de las ciencias.

Cuadro 1. Hacer visible el pensamiento

Estrategia	Lo que implica	Ejemplo
a) Resolver problemas con soluciones contraintuitivas.	Contrariamente a la intuición o el sentido común. Que los alumnos tomen conciencia sobre sus propias concepciones erróneas y la aplicación correcta de las leyes físicas.	Desde un escritorio se lanzan horizontalmente dos lápices con la mano en iguales condiciones, pero con distintas fuerzas; un lápiz se lanza con una fuerza menor que el otro. ¿Qué lápiz llegará antes al suelo?
b) Predecir lo que va a resultar en el próximo experimento.	Que los alumnos se motiven y se hagan conscientes de que la ciencia muchas veces va en contra del sentido común y su aprendizaje requiere un cierto esfuerzo de abstracción.	Si un astronauta tiene en una mano un martillo y en la otra mano una pluma y los suelta al mismo tiempo, ¿cuál objeto llegará primero al suelo? Si el astronauta está en: 1) la Luna; 2) en Marte y 3) en Júpiter
c) Practicar actividades de materialización.	Que los alumnos se familiaricen con estimaciones reales de las magnitudes que se manejan. Exigen el cálculo numérico de algunas magnitudes y se conciben como una tarea de comparación.	Calcular cuánto podría elevarse la temperatura de una cantidad determinada de agua si fuera posible emplear la energía cinética que adquiere un objeto de masa prefijada cuando cae desde una altura establecida.
d) Tener un diario científico en el que se anote todo lo que sucede en la investigación.	Que los alumnos registren las experiencias realizadas en clase, las dificultades experimentadas, fomenta la autoevaluación y que se	Describir el funcionamiento de una máquina que se encuentre en su casa. Detallar los resultados obtenidos sobre una

	den cuenta de las comprensiones logradas.	investigación y las causas de las posibles divergencias.
e) Elaborar preguntas breves para ser contestadas por escrito.	Que los alumnos detecten sus vacíos de comprensión y sus persistentes errores conceptuales.	En un par de fuerzas, una tiene 20 N de magnitud y la otra 12 N. ¿Cuál fuerza neta máxima es posible tener con estas dos fuerzas? ¿Cuál es la fuerza neta mínima posible?
f) Elaborar preguntas para ser contestadas en forma oral, con sus propias palabras.	Que los alumnos, al hacerse preguntas sobre el conocimiento adquirido, se vean obligados a concentrarse en el contenido y a representarse mentalmente la situación con más detalle.	Cuando se prefiere que los alumnos sean los encargados de formular sus propias preguntas a otros alumnos, en vez de responder las preguntas que formula el profesor.

Fuente: adaptación personal de Campanario (2000) utilizando ejemplos de Física.

2.3. ¿Cómo enseñar para la comprensión?

El marco de la Enseñanza para la Comprensión (EpC) incluye cuatro ideas claves para organizar la enseñanza: tópicos generativos, metas de comprensión, desempeños de comprensión y evaluación diagnóstica continua (Stone, 1999, p. 95). Estos elementos se pueden considerar como un marco didáctico que coloca la comprensión en el centro de la enseñanza. Perkins afirma que la EpC es un tipo de constructivismo y le llama “constructivismo del desempeño”, ya que da importancia a los desempeños de comprensión de los alumnos (1999). Es decir, la comprensión dentro de contextos de enseñanza busca poner el énfasis en la utilización o aplicación del conocimiento en situaciones concretas más que en su retención mental. A continuación, se explicarán los cuatro elementos básicos que

hacen la EpC: tópicos generativos; metas de comprensión; desempeños de comprensión, y evaluación o valoración diagnóstica continua.

2.3.1. Tópicos generativos

La primera pregunta que se debe plantear un docente antes de iniciar cualquier curso es: ¿Qué debo enseñar? Es el momento para tomar decisiones en las cuales su propuesta permita a los alumnos establecer conexiones entre lo que trabajarán en la escuela y su vida cotidiana. Es el primer paso para determinar qué conceptos queremos que los alumnos comprendan para utilizarlos en la vida e involucrarlos en persistentes cuestionamientos que los lleven desde unas respuestas hacia otras preguntas más profundas, que relacionen lo trabajado en el curso con otras ideas.

El tópico generativo es el contenido que se busca enseñar y Blythe y Perkins (2004, p. 44) señalan los siguientes aspectos para saber si el tópico es generador:

- Es central para una o más disciplinas o dominios.
- Resulta atractivo para los estudiantes.
- Es accesible por la gran cantidad de recursos que le permiten al estudiante investigar el tópico.
- Existen múltiples conexiones entre los tópicos y la experiencia de los estudiantes, tanto dentro como fuera de la escuela.
- Despierta el interés del profesor.

Los tópicos generativos son conceptos o temas planteados comúnmente como preguntas que se utilizan a manera de detonadores para la enseñanza, buscando despertar el interés al estar vinculados con los intereses de los estudiantes y ofrecen una visión integral y aplicada de los contenidos que se pretende abordar en el curso o la unidad.

Es así como se convierten en fuentes de luz que irradia líneas de comprensión, permitiendo que los estudiantes logren, de acuerdo con sus propios procesos, avanzar en el conocimiento que se propone la asignatura.

El t3pico generativo entonces tiene que ser accesible y vinculado a los estudiantes en t3rminos cognitivos, es decir, a su edad y conocimientos o experiencias previas, a fin de que puedan trabajar sobre 3l y abordarlo mediante diversas estrategias, como pueden ser: casos, problemas o proyectos propuestos por el docente para ayudar a los alumnos a comprenderlos, cualesquiera sean sus capacidades y preferencias.

Es importante resaltar lo que dicen Pogr3 y Lombardi respecto a que si el “docente no encuentra el significado profundo del tema o concepto, si no arma una red en la que este conocimiento adquiera un sentido nuevo, es pr3cticamente imposible ense1arlo para la comprensi3n” (2004, p. 77). En otras palabras: si el t3pico generativo no tiene un arraigo en la vida de los alumnos, dif3cilmente ser3 comprendido.

Por ejemplo: un t3pico generativo para la F3sica puede ser la pregunta: 3qu3 es la Fuerza y c3mo se manifiesta en la vida cotidiana? Con esta pregunta se busca desarrollar el concepto de fuerza y sus relaciones con otros conceptos como rozamiento, gravedad y aceleraci3n. Este t3pico generativo planteado como pregunta ofrece muchas relaciones con las ideas centrales de la F3sica, a la vez que es accesible para los alumnos ya que la fuerza est3 presente en nuestra vida cotidiana y todos los alumnos tienen experiencias personales con ella. Asimismo, el alcance del t3pico va m3s all3 de la pregunta planteada por el docente, en tanto que permite a los alumnos generar nuevas preguntas a medida que desarrollan niveles de comprensi3n m3s profundos.

Plantear los t3picos generativos en t3rminos de preguntas para orientar el desempe1o y desafiar a los alumnos requiere que 3stas est3n: “afinadas hasta que se constituyan en verdaderas preguntas cient3ficas, o sea, comprobables experimentalmente, puestas a prueba, disparadoras de predicciones, etc.” (Golombek, 2008, p. 52).

2.3.2. Metas de comprensi3n

La segunda pregunta que requiere plantearse un docente es: 3Qu3 quiero que comprendan los estudiantes al t3rmino del curso? “Las metas de comprensi3n son

los conceptos, procesos y habilidades que deseamos que comprendan los alumnos y que contribuyen a establecer un centro cuando determinamos hacia dónde habrán de encaminarse” (Blythe y Outerbridge, 2004, p. 66).

Blythe y Perkins definen las metas de comprensión como “enunciados o preguntas donde se expresan cuáles son las cosas más importantes que deben comprender los alumnos en una unidad o en un curso” (1999, p. 45). Una de las características esenciales de las metas de comprensión es que expliciten con claridad lo que para el profesor es importante que comprendan los alumnos, a fin de que ellos lo puedan entender.

De acuerdo con Blythe y Outerbridge (2004) existen dos tipos de metas de comprensión: las que corresponden a una unidad y enuncian lo que se desea que los alumnos comprendan de la unidad o curso en las que se expresa los aspectos centrales de un tópico generativo en términos de desempeño.

También están los hilos conductores, que son metas más extensas que atraviesan la asignatura y tienen que ver con conceptos ejes a lo largo de todo el curso; por ejemplo, en la Física puede ser: ¿Qué es la energía? Formulan lo que los estudiantes deberían comprender a lo largo de un curso completo, ya sea de un semestre o de un año.

Las metas de comprensión son más productivas cuando se expresan de manera clara en términos de los desempeños que se espera, al tiempo que se comparten con los alumnos para enfocar y dirigir la enseñanza hacia lo que se quiere que ellos comprendan al término de un curso o unidad.

Algunos ejemplos de metas de comprensión en la enseñanza de la Física pueden ser:

- ¿Qué es y cómo usamos la energía en la vida cotidiana?, como ejemplo de hilo conductor o meta de comprensión abarcadora.
- Explicar que en Física, para que haya trabajo, se requiere una fuerza sobre un objeto y un desplazamiento de éste, y cómo esto se observa en la vida cotidiana.
- Identificar el concepto de energía a partir de presentar analogías que existen en la vida cotidiana.

- Valorar la importancia del rozamiento o fricción, señalando lo que ocasionaría la ausencia de éstas en la vida cotidiana.
- Utilizar el principio de conservación de la energía mecánica en diversos ejemplos de la vida cotidiana.
- Explicar los aspectos fundamentales de las leyes de Newton a través de su uso en ejemplos de la vida cotidiana.
- Determinar las fuerzas y distancias implicadas en el funcionamiento de las palancas que pueden utilizar en su vida cotidiana.

2.3.3. Desempeños de comprensión

Una vez que el profesor encuentra la respuesta a qué es lo que pretende alcanzar como comprensión en sus estudiantes expresado en metas de comprensión, se podrá dedicar a buscar el cómo enseñarlo.

Los desempeños de comprensión son diseñados por el profesor e involucran al alumno en labores intelectualmente estimulantes como explicar, generalizar, reflexionar, ir más allá de la información dada con el fin de reconfigurar, expandir, extrapolar y aplicar lo que sabe (Blythe y Gould, 2004). Cualquier desempeño involucra una actividad, pero no toda actividad implica un desempeño de comprensión. Es decir, el desempeño implica ofrecer la oportunidad a los alumnos para desarrollar y exponer sus pensamientos sobre el mismo, a través de poder hacer explícito su razonamiento sustentado con evidencias que demuestren con claridad el dominio o nivel de comprensión que posee.

Diseñar los desempeños de comprensión como estrategias de enseñanza, permiten a los alumnos mostrar el desarrollo y nivel de comprensión al usar lo que saben mediante su prueba y puesta en práctica en un contexto determinado. Por ejemplo, al comprender el principio de una máquina simple como la palanca, el alumno sabe que para levantar un objeto pesado (un automóvil, por ejemplo) le cuesta menos trabajo si tiene una palanca más larga que una corta; explicarlo y aplicar una ley física en contextos reales apoya la comprensión.

En el diseño de desempeños de comprensión se debe buscar responder preguntas como las siguientes: ¿qué vale la pena hacer en la escuela que los alumnos tal vez no harían fuera de clase?, a fin de organizar las actividades y aprovechar mejor el tiempo escolar. Así habrá que valorar qué trabajar en clase y qué no.

Analizar información, graficar datos, comparar diferentes puntos de vista de un mismo tópico, predecir el posible resultado de un problema, identificar situaciones problemáticas, escribir un ensayo, una historia, hacer una presentación, son posibles desempeños que permiten mostrar y construir comprensión (Pogré y Lombardi, 2004).

Los desempeños de comprensión se plantean casi siempre por unidad en forma articulada entre éstos para que los alumnos desarrollen la comprensión de los tópicos generativos y alcancen las metas de comprensión de un curso y abarquen desde el trabajo informal e individual, hasta las exposiciones formales ante todo el grupo; es necesario que siempre se dé la reflexión y se muestre el pensamiento que está detrás de lo elaborado.

Una propuesta para trabajar los desempeños de comprensión realizada por Stone (1999) tiene que ver con tres etapas: a) *exploración*, b) *investigación guiada* y c) *proyecto final de síntesis*.

a) *Exploración*. Es frecuente que aparezca al principio de una unidad; su objetivo es atraer a los estudiantes al dominio de aquellas actividades que los ayudan a notar conexiones entre el tópico generativo, sus propios intereses y experiencias previas.

b) *Investigación guiada*. Se refiere a que los alumnos se involucren en la utilización de ideas o formas de investigación que el profesor piensa que son centrales para la comprensión de metas previamente identificadas. La guía que los maestros brindan en esta etapa “ayuda a los alumnos a aprender cómo aplicar conceptos y métodos disciplinarios, a integrar su creciente cuerpo de conocimientos y a poner en práctica una comprensión cada vez más compleja y sofisticada” (Stone, 1999, p. 113).

c) *Proyectos finales de síntesis*. Esta etapa podría ser análoga a los proyectos y presentaciones que los profesores asignan como trabajo final para cerrar una unidad. Una característica distintiva dentro del marco de la EpC es poder exponer con claridad el dominio que se tiene con respecto a las metas de comprensión establecidas.

Según Stone (1999) los desempeños de comprensión tienen la característica de ser acciones con una gran reflexión, requieren que los educandos demuestren su entendimiento haciendo visible el pensamiento que respalda sus acciones. Los desempeños de comprensión son distintos a las acciones que a veces efectúan los alumnos por instrucciones del docente, sin entender el sentido y significado de éstas.

Los profesores deben asistir a los alumnos en el desarrollo de habilidades que estén en el contexto de un tópico generativo.

2.3.4. Evaluación diagnóstica continua (EDC)

Un componente más de la EpC es la evaluación o valoración diagnóstica continua (EDC) que en relación con las metas de comprensión permite realizar mejoras y ayuda a que los alumnos se den cuenta del nivel de comprensión que han alcanzado, y a los profesores les permite corregir y efectuar cambios en los desempeños propuestos.

Para Blythe, Bondy y Kendal (2004, p. 108) la EDC es el “proceso de brindar respuestas claras a los desempeños de comprensión de los alumnos, de modo tal que les permita mejorar sus próximos desempeños.” Stone (1999) menciona por su parte que la EDC es el proceso por el cual los alumnos obtienen realimentación de sus desempeños por parte del profesor y de sus compañeros.

La EDC permite ofrecer sistemáticamente a los alumnos una respuesta clara sobre su labor en torno a los desempeños de comprensión.

Para comprender, los estudiantes necesitan criterios, realimentación y oportunidades para reflexionar desde el inicio y a lo largo de cualquier secuencia de enseñanza (Stone, 1999).

En la EpC el proceso de valoración es más que una evaluación, ya que contribuye a la comprensión y está integrada por dos componentes de acuerdo con Blythe, Bondy y Kendal (2004, p. 118-122): criterios de evaluación claros y realimentación continua.

Los criterios de evaluación son los parámetros sobre los cuales se emitirá la evaluación, los cuales requieren ser claros y explícitamente enunciados al comienzo de cada desempeño de comprensión, lo que puede contener el número de oportunidades con que se cuenta para revisar y modificar el trabajo o entrega; deben ser pertinentes, es decir, estrechamente vinculados a las metas de comprensión, y públicos, en relación a que todos en la clase los deben conocer y entender.

La EDC puede o no estar vinculada a la calificación del curso, en cuyo caso se requiere explicitar cuál es su peso o valor de acuerdo con el puntaje general para la calificación y cómo se interpreta el puntaje en dicho trabajo o entrega.

Stone (1999) por su parte recomienda que los criterios de evaluación sean diversos, y que tomen en consideración distintos momentos y evidencias.

En cuanto a la retroalimentación (o realimentación, lo usamos indistintamente) se refieren estos autores a que es necesaria la crítica constructiva sobre la tarea y reflexión sobre los avances que van alcanzando los alumnos a partir de criterios explícitos, estándares o ejemplos que puedan ayudar a estudiantes y docentes a mejorar (Blythe, Bondy y Kendal, 2004). La retroalimentación puede venir del docente, los compañeros y de los mismos alumnos y ofrece información a los alumnos sobre su proceso de comprensión.

La EDC facilita que los alumnos expongan su comprensión de una forma que pueda ser observada tanto por ellos como por el docente, es decir, que se haga visible el pensamiento que subyace en el nivel alcanzado de la comprensión, ya que no es suficiente que el alumno en el fondo de sus pensamientos desarrolle, extrapole y aplique, sino que en la EpC se requiere que los alumnos puedan comunicar y explicar el nivel de comprensión que han alcanzado en relación a los desempeños propuestos.

De esta forma la evaluación o valoración continua puede referirse a escribir un informe, resolver un problema, realizar una investigación y pueden ser integradas en portafolios de evidencias que facilita evaluar el proceso, a decir de Díaz Barriga (2005). El portafolio de evidencias es una carpeta en la que se organizan sistemáticamente las evidencias de un proceso de comprensión y al cual podrán acudir cuantas veces sea necesario tanto los docentes como los alumnos para ver los progresos con respecto a las metas de comprensión. Los trabajos que pueden integrar un portafolios son: problemas resueltos, predicciones, proyectos específicos, trabajos colectivos, autorreflexiones, reportes, entre otros.

Si la enseñanza fluye, la valoración del desempeño por parte del propio estudiante se vuelve casi automática, él siente que está comprendiendo y se implica cada vez más con la tarea al encontrarle sentido y significado.

Cuando los docentes logran establecer criterios claros para valorar las actividades y desempeños de los alumnos a lo largo del curso, estructuran mejor la evaluación del curso.

Capítulo 3. La enseñanza de la Física en 2º de secundaria desde el marco de la Enseñanza para la Comprensión (EpC)

Como ya se mencionó, un aspecto importante de la EpC es centrarse en los estudiantes, lo que significa buscar en forma continua que los alumnos muestren lo que están comprendiendo a través de desempeños, de explicar con sus palabras, de ofrecer ejemplos. Es decir, de que aprendan de forma razonada y tomen conciencia y control de su propio proceso de aprender en situaciones reales y cotidianas.

Enseñar Física en secundaria para que los alumnos comprendan y puedan usar fuera de la escuela los conocimientos de esta materia requiere buscar que ellos desempeñen un papel activo en el desarrollo de la clase a través de experimentar, resolver problemas, es decir, que piensen sobre y con los conceptos para enfrentar situaciones concretas.

Con el propósito de mostrar cómo se puede incorporar el marco de la EpC en la enseñanza de la física en 2º de secundaria a continuación se exponen algunos ejemplos. Es importante señalar que el programa de Física de la SEP 2011 (anexo 1) hace una propuesta que abarca 17 temas y 63 subtemas, más cinco proyectos para ser abordados en 234 sesiones de 50 minutos cada una, seis veces a la semana. Por lo que se requeriría trabajar un tema o subtema durante poco menos de tres sesiones, sin contar con el tiempo que requieren los cinco proyectos propuestos antes señalados.

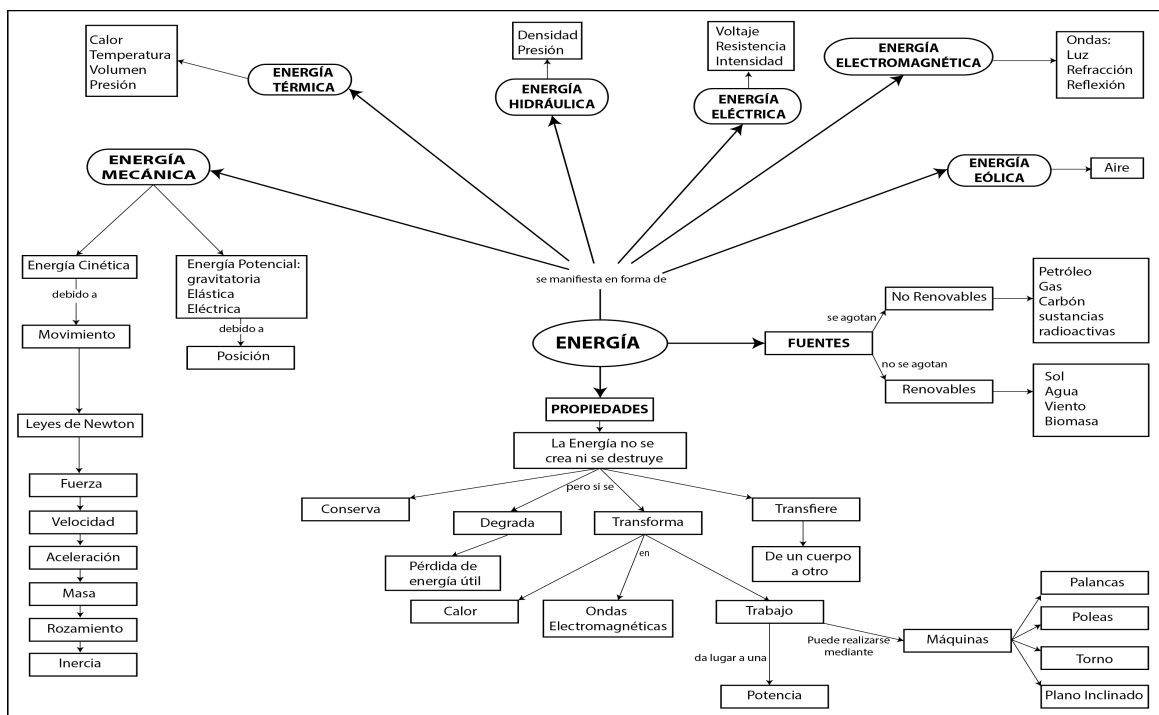
Esta situación posiblemente lleve a establecer una presión sobre el docente para cubrir un temario tan extenso, que lo impulse a hacer actividades aisladas sobre cada tema sin articulación entre sí, o bien a dar temas por vistos, solicitando que cada alumno los revise en casa como tarea, imposibilitando de esta forma el desarrollo de un proceso que permita verificar si han entendido y de qué forma los conceptos y fenómenos, o cuáles son los errores que enfrentan para su comprensión los alumnos. Sin embargo, recordemos que, como ya se señaló, en el capítulo 2, el profesor requiere revisar y replantear de inicio el orden propuesto en el temario, haciendo una interpretación y articulación a partir de la reflexión y

análisis de sus conocimientos y experiencia frente a lo propuesto por la SEP, guiado por las preguntas: ¿Qué es lo que pretendo que mis alumnos comprendan en el curso? ¿Cuáles son los conceptos y conocimientos básicos imprescindibles? ¿A través de qué desempeños puede pensarse que alcancen la comprensión los alumnos? ¿De qué forma ellos y nosotros nos podremos dar cuenta del nivel de comprensión que han alcanzado? Wiggins y Mc Tighe (2017).

La respuesta a estas preguntas es parte del diseño de la EpC; se inicia por seleccionar los contenidos que se consideran más relevantes para los alumnos de secundaria con base en lo propuesto por la SEP.

En nuestra propuesta se elaboró un mapa conceptual (fig.3) donde se plantean los conceptos más relevantes para trabajar, y un esquema (fig.4) que expone los conceptos básicos a enseñar organizados en cuatro bloques.

Figura 3. Mapa mental: La energía y sus relaciones con los conceptos que se propone trabajar en esta propuesta con base en lo propuesto por la SEP en el curso de física de 2º de secundaria.



Fuente: elaboración propia, con base en datos del programa 2011 de la SEP (2011a).

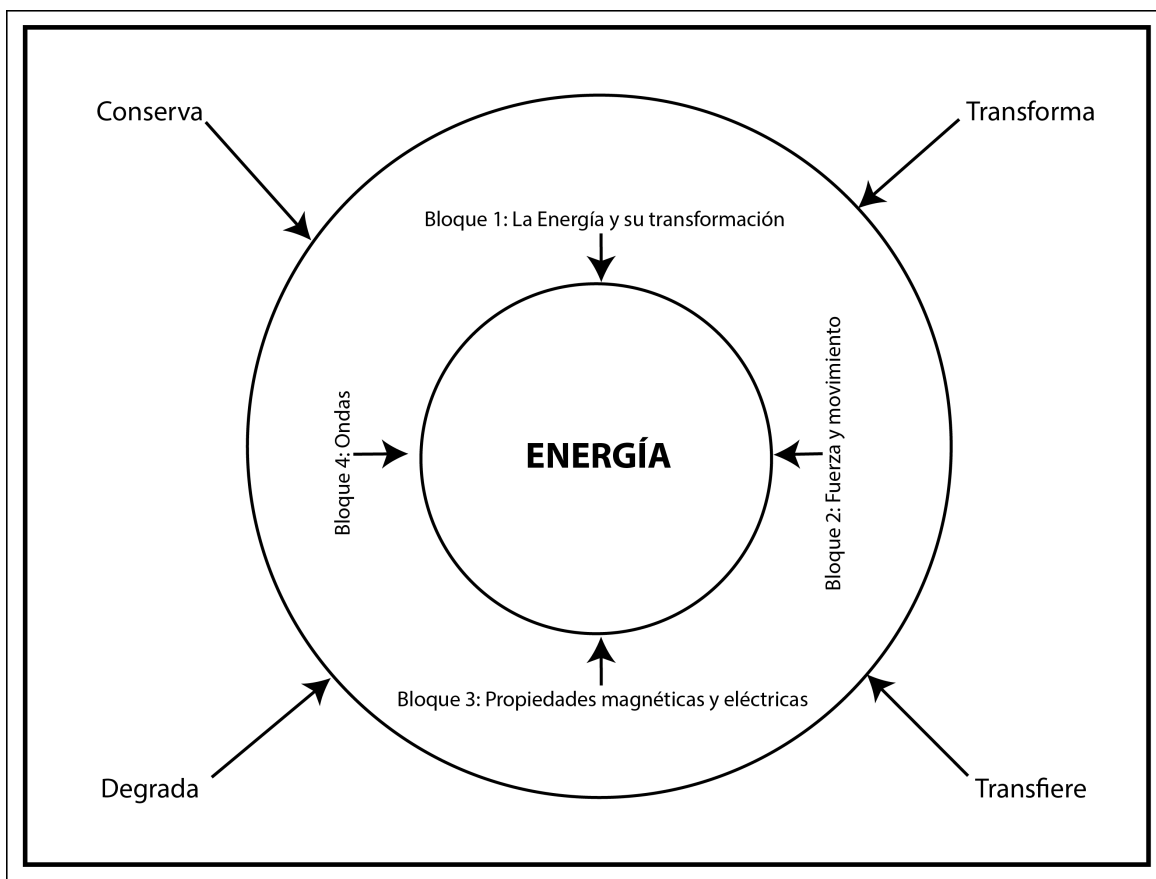
Como se puede observar, en este mapa mental se propone trabajar como concepto central la energía, que atraviesa y se relaciona con todos los temas propuestos en el programa de la SEP.

En el esquema se exponen los cuatro bloques en que se propone organizar los distintos temas, la energía se mantiene como eje articulador, ahora en relación con sus cuatro aspectos básicos: transferencia, transformación, conservación y degradación. Es decir los cuatro bloques interactúan con la energía y sus cuatro aspectos básicos como se puede observar en la (fig.4). Se proponen cuatro bloques a diferencia de los cinco que plantea la SEP, ya que la energía puede utilizarse como hilo conductor¹⁴ y resulta un tema que puede relacionarse con los contenidos de Ciencias I (con énfasis en Biología de 1º de secundaria) y Ciencias III (con énfasis en Química que se cursan en tercero de secundaria). La energía es fundamental para todas las actividades que realizamos cotidianamente para que en nuestro cuerpo tengan lugar las funciones vitales, para producir, trabajar, viajar, para comunicarnos, entre otras.

De esta forma, la energía es un concepto complejo pero de importancia central para la Física, la Química, la Biología y la tecnología, que puede articularlas y se encuentra estrechamente relacionada con numerosos aspectos de nuestra vida que son también destacados por las noticias, como podrían ser los combustibles fósiles y su agotamiento (gas natural y petróleo), los biocombustibles hechos a base de maíz o de otros vegetales que pueden remplazar parcialmente al petróleo y son menos contaminantes, o bien su aparición en la vida desde sus muy diversos ámbitos, como electricidad, calor, reacciones químicas, luz, movimiento del aire (viento) o del agua (mareas) por mencionar algunas y que tienen en común como manifestación de energía el producir efectos, cambios y transformaciones.

¹⁴ Para más información sobre qué es un hilo conductor se puede consultar el capítulo 2 del presente trabajo.

Figura 4. Esquema general de nuestro planteamiento



Fuente: elaboración propia, con base en el Programa de Física de la SEP para secundaria.

3.1. La planeación

Una vez que se haya realizado la revisión de los contenidos propuestos por la SEP buscando una articulación y selección desde lo que se señala como propósitos del curso, y a partir de la experiencia del docente, se recomienda continuar buscando cómo responder a las siguientes preguntas: ¿Qué es lo que quiero que los alumnos comprendan? ¿A través de qué desempeños se pretende alcanzar la comprensión por parte de los alumnos?, y ¿De qué forma los alumnos y el docente nos daremos cuenta del nivel de comprensión que se ha alcanzado?

3.1.1. ¿Qué es lo que quiero que los alumnos comprendan?

Contestar esta pregunta requiere sopesar y analizar las ventajas que ofrecen ciertos contenidos en relación con otros para que resulten detonadores de comprensión de acuerdo con el nivel escolar y a los propósitos de formación.

Aquí se propone recurrir a los criterios de que los contenidos resulten útiles de acuerdo a los contextos, comprensibles y que sean lo suficientemente interesantes para los estudiantes, de tal forma que llamen su atención, y los hagan pensar y explicar algunas de las situaciones del mundo que ellos enfrentan, por lo menos aquellas de su entorno más inmediato. En este sentido fue que para este caso se dejaron de lado temas más abstractos como la teoría atómica y el universo, que se podrían incorporar y comentar en razón del interés y la curiosidad que muestren los estudiantes durante el desarrollo del curso.

Otro criterio que se utilizó en la delimitación de qué es lo relevante que los alumnos comprendan, fue que lo seleccionado fueran fenómenos claros, susceptibles de ser experimentados, es decir, que permitieran una comprensión de los procesos y fenómenos de la física a través de su experimentación buscando incentivar el espíritu crítico, analítico, reflexivo y creativo en los alumnos.

3.1.2. ¿A través de qué desempeños se pretende alcanzar la comprensión por parte de los alumnos?

En esta pregunta se busca centrarse en los desempeños que llevan a la comprensión. En este sentido es que se ha seleccionado el uso de proyectos.

Los proyectos impulsan y apoyan la comprensión, ya que son los alumnos los que al buscar una o varias soluciones a las demandas planteadas requieren tomar la iniciativa, expresarse en forma creativa y autónoma en un trabajo junto con compañeros para poner a prueba lo que saben y entienden sobre el tema. Los proyectos pueden considerar tanto los casos y los problemas, como señala Frida Díaz Barriga (2005), ya que comparten la secuencia básica de todo proyecto (apertura; organización; puesta en marcha y monitoreo; difusión y socialización; e integración y evaluación), al tiempo que resultan desempeños interesantes y viables.

En la enseñanza de las ciencias Golombek (2008) señala que es importante partir de las ideas y experiencias previas con las que llegan los alumnos y de ahí buscar que se enfrenten a la práctica en situaciones problemáticas abiertas, es

decir, que vayan más allá de la información recibida utilizándola y/o modificando los significados atribuidos a los elementos del problema, que realicen actividades experimentales y utilicen modelos y analogías para alcanzar un mejor acercamiento al conocimiento científico. Así, en la enseñanza de las ciencias resulta importante que los alumnos detecten sus propias dificultades de comprensión en la construcción de explicaciones científicas, y a partir de ahí buscar que modifiquen su razonamiento, lo cual puede lograrse mediante la experimentación y la constatación en situaciones reales (Gardner, 1997).

De esta forma, en esta propuesta se ha elegido plantearles preguntas de inicio a los alumnos, a través de las cuales ellos comiencen a expresar la forma en que están comprendiendo los conceptos y fenómenos de la Física. Estas preguntas pueden ser una posibilidad para que ellos y el profesor mismo se den cuenta del nivel de comprensión que tienen, las lagunas que enfrentan y las dudas o preguntas que se abren al mirar con mayor atención y cuidado los fenómenos de la Física.

Al inicio de cada bloque se busca indagar a través de preguntas qué es lo que piensan los estudiantes con relación a un fenómeno físico, que les permitan expresar los errores que tienen en la construcción de los conceptos y fenómenos, a fin de abrir interrogantes para que ellos busquen y encuentren por qué resultan errores de la forma en que ellos entendían los conceptos o fenómenos.

Posteriormente el plantear desempeños a través de proyectos viables que inicien con preguntas que despierten la curiosidad de los estudiantes, requiere partir siempre de lo que se busca que ellos comprendan, de sus capacidades e intereses.

Por ejemplo, iniciar con la pregunta de a qué fenómeno físico se hace referencia en la indicación: “cierra la puerta que entra frío”, se les puede preguntar ¿es que el frío está realmente afuera?, ¿el frío entra por la puerta?, y si es así, ¿puede salir algo?, ¿qué sale?

3.1.3. ¿De qué forma los alumnos y el docente nos daremos cuenta del nivel de comprensión que se ha alcanzado?

En esta pregunta la atención se pone en las evidencias que se les solicitará a los alumnos a través de las cuales tanto ellos como el docente se darán cuenta del nivel de comprensión que han alcanzado. De esta forma, para este trabajo se propone que los alumnos en equipos de cuatro integrantes realicen un proyecto final que deberán exponer y explicar frente a sus compañeros.

El proyecto final que se propone es el diseño y fabricación de un generador electromagnético con cualquier tipo de energía distinto al visto en clase. Dicho generador deberá encender dos focos led en serie, el 70% del material utilizado será reciclado o de desecho, y los estudiantes deberán explicar su funcionamiento.

3.2. La enseñanza de la Física. Una propuesta desde la EpC

Una vez resueltas las tres preguntas anteriores, se procede a elaborar la propuesta de enseñanza en forma detallada por sesiones y actividades.

En este curso de Física, al considerar la energía el eje transversal o el hilo conductor, es posible considerar tres proyectos como desempeños en los tres bloques que se presentan a manera de ejemplo.

A continuación, se presenta la propuesta de planeación de tres ejemplos como forma de ilustrar la puesta en marcha de la enseñanza desde el marco de la EpC. Lo que se sugiere en estos bloques estarían abordando temas que pueden apoyarse entre sí, de tal forma que se rompa con la linealidad en forma acumulativa y se dé apertura a un trabajo de los contenidos del curso desde una mayor relación.

Cuadro 2. Bloque I: La energía y su transformación

Tema: Formas de energía.		
Tópico generativo: Si la energía se conserva, ¿por qué se habla de crisis energética en el mundo? ¿Dónde se puede observar y cómo usamos la energía en la vida cotidiana?		
Metas de comprensión:		
<ul style="list-style-type: none"> - Los estudiantes identificarán las fuentes y usos de la energía aportando ejemplos que encuentran en su vida cotidiana. - Ofrecerán ejemplos de cómo se expresa la energía en distintas situaciones de la vida cotidiana y explicarán por qué se puede hablar de energía en dichas situaciones. 		
	Desempeños de comprensión	Evaluación Diagnóstica Continua
Etapa exploración	<p>Sesión 1. Tiempo: 50 minutos.</p> <p>El profesor realiza preguntas¹⁵ acerca de las ideas previas de los alumnos y el nivel de información que manejan sobre el concepto de energía, solicitándoles realicen el ejercicio de saberes previos (anexo 3 y 4). Con esta actividad se busca que los estudiantes usen sus propios modelos para responder preguntas abiertas.</p> <p>El docente revisa y comenta en el grupo las respuestas de los estudiantes al ejercicio anterior y hace explícitas las relaciones entre las ideas previas de los alumnos y las teorías que permiten explicar adecuadamente las observaciones realizadas durante las experiencias¹⁶.</p>	<p>Ejercicio saberes previos, ver anexo 3 y 4.</p> <p>Realimentación: Informal, individual para cada una de las preguntas a los alumnos; el docente aporta comentarios.</p>

¹⁵ Las preguntas se derivan del ejercicio de saberes previos en el anexo 3 y 4.

¹⁶ Resulta común que en la Enseñanza de las Ciencias “tradicional” esto no se comenta.

Investigación guiada	<p>Posteriormente se les pedirá a los alumnos que realicen en equipos de 4 personas la lectura Ciencia Tecnología y Sociedad: Conservación de la energía (anexo 5) teniendo en cuenta ¿por qué se habla de crisis energética en el mundo?¹⁷ Con el fin de responder, argumentar y comentar en equipo primero y luego en plenaria las respuestas a las siguientes preguntas, consultando diversas fuentes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Crees que se debe sustituir a los combustibles fósiles? Justifica tu respuesta. 2. ¿Deberíamos racionar los combustibles fósiles? ¿Por qué? 3. Escribe sobre las fuentes de energía que reconoces en tu medio y la forma como haces uso de ellas. 4. Haz una lista de aquellas energías que se llaman renovables y de las que no lo son. 5. ¿Qué fuente de energía puedes predecir? 6. ¿Qué medidas debemos tomar para la conservación de la energía en nuestras casas, escuela y fuera de ellas? Menciona diez. <p>(Se entrega a cada equipo la lectura impresa. Así como las preguntas y se les permite consultar a través de dispositivos móviles otras fuentes.)</p> <p>Tarea para la casa: en forma individual realizarán un mapa conceptual sobre cuatro ejemplos de fuentes de energía que reconocen en su medio y la forma cómo hacen uso de ellas.¹⁸</p>	<p>Se valora a los alumnos informalmente mientras se camina por toda el aula escuchando las conversaciones en los equipos por si hubiera dudas o se esté manejando en forma errónea la información e interviene si es necesario.</p>
----------------------	--	--

¹⁷ De esta forma se busca orientar la lectura propuesta.

¹⁸ A través de esta actividad se busca que los estudiantes apliquen lo visto en este bloque en situaciones cotidianas de su vida.

Investigación guiada	<p>Sesión 2. Tiempo: 50 minutos.</p> <p>Un representante del equipo expone sus respuestas sobre la lectura de la sesión anterior y se discuten en el grupo.</p> <p>Identifican de manera individual cuáles de los sistemas que aparecen en el anexo 3 los cuales “producen” o “generan” energía y cuáles la “consumen” o la “emplean”. Escribiendo y explicando su respuesta en forma fundamentada.</p> <p>¿Qué nombres les darían a los distintos tipos de energía que observan en esos sistemas? Discútanlo con sus compañeros y con su docente.</p>	<p>Se evalúa cada equipo de acuerdo con la rúbrica anexo 6.</p> <p>El ejercicio se revisa por pares.</p> <p>Se valora la comprensión informalmente haciendo preguntas a los alumnos.</p>
Proyecto síntesis	<p>Sesión 3. tiempo: 50 minutos.</p> <p>El docente hace una exposición de 20 minutos sobre las formas y las propiedades de la energía y recupera el ejercicio de saberes previos de los alumnos para contrastarlos.</p> <p>Tiempo: 30 minutos.</p> <p>En equipo elabora una propuesta para ahorrar energía en la casa o en la escuela, la cual debe ser innovadora.</p> <p>La actividad se inicia con una tormenta de ideas en la que el maestro pregunta sobre el ahorro de la energía.</p>	<p>El maestro expone y hace preguntas, retroalimentando, aclarando, planteando nuevas preguntas.</p> <p>El maestro modera.</p>

Proyecto Síntesis	<p>Sesión 4. Tiempo: 50 minutos.</p> <p>Un representante del equipo expone su propuesta de ahorro de energía y la discuten en el grupo. (A lo largo de todo el curso los alumnos tienen que exponer por lo menos una vez a fin de que expongan sus ideas y las sustenten ante el grupo.)</p> <p>Entre todo el grupo se escogen las mejores diez propuestas para el periódico mural.</p> <p>De forma individual los estudiantes elaboran un escrito en el que reflexionan sobre la conveniencia de racionar los combustibles fósiles y por qué.</p>	<p>Se evalúa de acuerdo a rúbrica del anexo 7.</p> <p>El grupo escoge y exponen los criterios y el porqué de la selección.</p> <p>Se evalúa de acuerdo a rúbrica del anexo 8</p>
-------------------	---	--

En este bloque mediante preguntas iniciales se pretende “hacer visibles las ideas previas” que tienen los alumnos en relación con el tema, así como “concepciones erróneas” como lo señala Perkins (2001, p. 108), para que posteriormente en las discusiones en pequeños grupos sean los propios alumnos los que se expliquen sus razonamientos para realizar los ejercicios Durante la clase y a partir de las respuestas de los alumnos el docente buscará elaborar continuamente preguntas como: “¿por qué afirmas esto?”, o “¿podría ser de otra forma?” Buscando en forma continua que expongan y hagan explícito para ellos y para el grupo la forma en que están desarrollando su razonamiento (Wiggins y Mc Tighe, 2017, p. 73-88).

Cuadro 3. Bloque III: Propiedades magnéticas y eléctricas

Tema: Circuitos eléctricos.		
Tópico generativo: ¿Cómo podemos pensar que se reparte la energía en un circuito eléctrico? ¿En forma homogénea y simultánea?		
Metas de Comprensión:		
<ul style="list-style-type: none"> - Analizar un circuito eléctrico de una habitación, de la escuela y el de una serie de luces de navidad y comparar mediante la realización de esquemas de dichos circuitos. - Realizar circuitos eléctricos en serie y en paralelo para explicar la diferencia de potencial, intensidad de corriente, potencia eléctrica, resistencia eléctrica y eficiencia energética. - Explicar las diferentes características de dichos circuitos y su funcionamiento en una instalación de casa. 		
	Desempeños de comprensión	Evaluación Diagnóstica Continua
Etapa exploración	<p>Sesión 1. Tiempo: 50 minutos.</p> <p>Los alumnos realizarán en forma individual el ejercicio de saberes previos sobre el tema circuito eléctrico (anexo 11) para explorar lo que recuerdan, conocen y comprenden. Con este ejercicio los estudiantes usan sus propios modelos para responder preguntas abiertas. Escribe las respuestas en tu cuaderno.</p> <p>¿Qué crees que es un circuito? Explícalo mediante un dibujo.</p> <p>¿Qué elementos piensas que debería tener un circuito? Expliquen.</p> <p>¿Qué función cumpliría cada elemento en un circuito eléctrico?</p> <p>¿Qué utilidad creen que tiene un circuito eléctrico? Expliquen.</p> <p>¿Qué circuitos eléctricos han visto o conocen?</p> <p>Formula una pregunta sobre lo que te gustaría saber sobre los circuitos eléctricos.</p>	<p>Informal el docente observa que se realice el ejercicio y se entregue.</p> <p>Evaluación escrita individualizada del docente para cada una de las preguntas que hayan entregado al final de la clase los alumnos. El docente aporta comentarios.</p>

Etapa exploración	<p>¿Cómo podrías encontrar respuesta? Registra en tu cuaderno.</p> <p>Se pide y se explica el material que se utilizará en la siguiente sesión por equipos de cuatro alumnos: una pila de 1.5 Volt, un foco que encienda con 1.5 Volt, un interruptor y dos cables #22 de 15 cm de largo, portalámparas opcional para llevar a cabo el experimento.</p>	
Investigación guiada	<p>Sesión 2. Tiempo: 50 minutos.</p> <p>Circuito eléctrico simple.</p> <p>Los alumnos construyen un circuito eléctrico simple, usando una fuente de energía (pila), un foco, un interruptor y cables; como el que se ilustra en el anexo 11.</p> <p>Identifican el voltaje con que operan el foco y la fuente de energía eléctrica.</p> <p>Responden las siguientes preguntas, planteadas a modo de formulación de predicciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿Qué ocurrirá si el voltaje que proporciona la fuente de energía es menor a la que requiere el foco?, ¿y si es mayor? - ¿Es indispensable el interruptor para el funcionamiento del circuito eléctrico? - ¿Por qué es importante que un circuito eléctrico tenga un interruptor que lo abra o lo cierre? - Cuando se cierra el circuito, accionando el interruptor, ¿se mueve algo en los cables que conducen la corriente eléctrica? Si la respuesta es afirmativa, ¿qué se mueve en los alambres? <p>Experimentan con el circuito y comprueban sus respuestas.</p>	<p>Evaluación del docente escrita por cada equipo para cada una de las preguntas entregadas al final de la clase. Aporta comentarios.</p>

Investigación guiada	<p>Para finalizar, suponiendo que el circuito corresponde al de una habitación y que el foco es, por ejemplo, una jarra eléctrica de agua, y considerando los datos del fabricante del artefacto responden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿Cuál es la intensidad de corriente que circula por la jarra cuando está en funcionamiento? - ¿Cuál es la medida de su resistencia eléctrica? - Miden el tiempo que tarda en hervir un litro de agua y determinan la cantidad de energía consumida en ese tiempo. <p>Sesión 3. Tiempo: 50 minutos.</p> <p>En la sesión anterior se solicitó como tarea que observaran, y que describieran por escrito y a través de un esquema los circuitos eléctricos encontrados en la instalación eléctrica de la habitación de una casa, de la escuela y el de una serie de luces de navidad.</p> <p>En la clase exponen de forma oral sus observaciones.</p> <p>Los alumnos en equipos de cuatro personas plantean preguntas (a toda la clase) que les surgen al observar los circuitos eléctricos en diferentes lugares.</p> <p>El docente pone un ejemplo de pregunta: ¿cuál de los circuitos, en serie o en paralelo, es más práctico para una instalación domiciliaria?</p> <p>El docente pide a los alumnos ejemplos sobre circuitos eléctricos en serie y en paralelo.</p> <p>Se desarrolla el pensamiento crítico haciendo que los estudiantes expliquen sus razonamientos y debatan sobre cuestiones. Escuchar requiere análisis y procesamiento.</p> <p>Se les pide que por equipos planifiquen una investigación experimental que permita concluir cuál circuito eléctrico, en serie o en paralelo, es más</p>	<p>Se evalúa de acuerdo al anexo 8 “Trabajo escrito” y anexo 6 “Mapa”.</p> <p>El docente evalúa a los alumnos informalmente con los ejemplos expuestos; verifica que los alumnos hayan comprendido qué son los circuitos eléctricos.</p> <p>Se valora la comprensión de los alumnos mientras se camina por toda el aula escuchando sus discusiones y conversaciones, por si hubiera una duda o</p>
----------------------	---	--

Investigación guiada	<p>conveniente para una casa, considerando la energía eléctrica consumida como variable en estudio.</p> <p>Las discusiones en pequeños grupos ayudan a los estudiantes a refinar sus explicaciones sobre el razonamiento usado para responder preguntas. Reflexión.</p> <p>Se pide el material necesario para llevar a cabo la investigación experimental en la siguiente clase.</p>	<p>pregunta e intervenir si es necesario.</p> <p>Realimentación: recibe el primer bosquejo de los cálculos y esquemas. Aporta comentarios a los alumnos por escrito.</p>
Proyecto Síntesis	<p>Sesión 4. Tiempo: 50 minutos.</p> <p>Retomando de la clase anterior la planificación de la investigación experimental, los alumnos construyen, con focos led y pilas, un circuito eléctrico en serie y otro en paralelo, y registran evidencias sobre su comportamiento, controlando las variables necesarias para determinar la energía eléctrica que disipan en cada caso.</p> <p>Los alumnos integran las distintas comprensiones desarrolladas en los desempeños previos.</p> <p>Formulan una predicción sobre lo que ocurre al quitar uno de los focos led de un circuito en serie o en paralelo.</p> <p>Dibujan un diagrama para cada uno de los circuitos eléctricos construidos. Etiquetan, en sus componentes, las mediciones efectuadas, así como la intensidad de corriente en las ramas de los circuitos y la diferencia de potencial en cada foco led.</p> <p>Utilizan la ley de Joule (modelo matemático) para determinar la energía que se disipa en los focos led de cada circuito en serie y en paralelo construido, al estar funcionando durante un cierto tiempo.</p>	<p>El docente observa la construcción de los circuitos y los registros que los alumnos hacen en su cuaderno, detallando la forma como se comportan los circuitos. El docente verifica por medio de preguntas que los alumnos han comprendido.</p> <p>Realimentación: Formal. Individual para cada una de las actividades que entregaron los alumnos.</p> <p>Evaluación escrita. Se evalúa de acuerdo al anexo 8 “Trabajo escrito” y anexo 6 “Mapa”.</p>

Proyecto Síntesis	<p>Los alumnos se familiarizan con estimaciones reales de las magnitudes que se manejan. Comparan dos circuitos, en serie y en paralelo, y explican las ventajas y desventajas de su uso en relación con la energía que disipan en un mismo intervalo de tiempo.</p> <p>Autoevalúate: ¿Qué le sucede a la corriente en los demás focos led si se funde uno en un circuito en serie? ¿Qué le sucede a la intensidad de la luz de cada foco led en un circuito en serie al agregar más focos led al circuito?</p> <p>Sesión 5. Tiempo: 50 minutos.</p> <p>Discuten por equipo la investigación realizada y evalúan su aplicación en actividades domésticas y cotidianas. Hacen una presentación por equipo sobre el resultado de su investigación.</p> <p>Autoevalúate: Si una línea a un contacto de 120 V está limitada a 15 A mediante un fusible de seguridad, ¿servirá para hacer funcionar una secadora de cabello de 1,200 W y dos secadoras?</p> <p>De forma individual los estudiantes elaboran un escrito donde reflexionan sobre los resultados de la investigación.</p>	<p>Registro escrito de los pasos seguidos para cada uno de los cálculos.</p> <p>Se evalúa de acuerdo a rúbrica anexo 8.</p> <p>Autoevaluación.</p> <p>Criterio: participación activa en el debate, seguridad en sus opiniones. Respeto por la opinión de los compañeros.</p> <p>Autoevaluación</p> <p>Elaboración del informe escrito sobre la investigación experimental de acuerdo al anexo 8.</p>
-------------------	--	--

En el desarrollo de este bloque se ponen de manifiesto las limitaciones de los modelos de los alumnos sobre cómo funciona un circuito eléctrico, aquí el docente ayuda a los alumnos a manifestar y confrontar su visión del mundo y los motiva a buscar nuevas concepciones a partir de simples preguntas, experimentos sencillos o demostraciones.

Se trata de esclarecer que la energía eléctrica proporcionada por la pila se va transfiriendo a los diferentes elementos que constituyen el circuito: la resistencia del cable se calienta, el foco brilla. Para ello se experimenta cómo influye en el funcionamiento la introducción en el circuito de un foco, que lleva a que disminuya su brillo porque a cada uno de ellos se le transfiere menos energía. No se habla de diferencia de potencial en su sentido físico, sino que se utiliza el voltímetro como un instrumento que da una idea de la energía transformada en cada receptor del circuito. El análisis de cómo se reparte el potencial total a lo largo del circuito permite aproximarse al principio de conservación de la energía.

Cuadro 4. Proyecto final

Tema: Los generadores electromagnéticos (Proyecto final de integración)
Tópico generativo. ¿Cómo se genera la electricidad que usamos a diario? ¿Qué pasa con la energía eléctrica detrás de un foco al encenderlo?
Metas de comprensión
<ul style="list-style-type: none"> - Explicar los fenómenos físicos involucrados en la generación de electricidad usada en la vida cotidiana contestando preguntas y mediante la elaboración de mapas conceptuales. - Exponer el funcionamiento de las partes de un motor que forma el generador eléctrico dibujando un diagrama o plano para cada una de las partes y sus descripciones. - Analizar el proceso de producción de energía eléctrica explicando y dibujando cada proceso. - Explicar la relación existente entre energía, desarrollo tecnológico y medio ambiente con un resumen de su investigación. - Exponer cómo pueden ser aprovechados el viento, el agua y el vapor como fuentes de energía renovable, elaborando los cálculos necesarios para explicar el diseño y el funcionamiento del generador.

	Desempeños de comprensión	Evaluación Diagnóstica Continua
Etapa exploración	<p>Sesión 1. Tiempo: 50 minutos.</p> <p>Para introducir el proyecto se reflexionará sobre la importancia de la electricidad en el entorno de los alumnos.</p> <p>Tiempo: 15 minutos.</p> <p>Los alumnos realizarán en forma individual el ejercicio de saberes previos en torno a la generación de electricidad para explorar lo que conocen y comprenden sobre este tema. Se les pide que respondan las preguntas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Cómo crees que llega la electricidad a tu comunidad? Haz un esquema de cómo imaginas dicho trayecto. 2. ¿De qué manera se puede contaminar el medio ambiente al generar electricidad? 3. ¿Dónde y cómo se desperdicia la electricidad en tu comunidad? <p>Tiempo: 35 minutos.</p> <p>En equipos de cuatro alumnos contestan las siguientes preguntas y realizan el esquema: ¿Qué es una Hidroeléctrica? ¿Cómo piensan que funciona? Realicen un esquema que represente su funcionamiento. ¿Qué conceptos, lecturas y actividades ya vistas en el curso nos pueden servir para identificar cómo se origina la corriente eléctrica y cómo funciona una hidroeléctrica? Justifiquen sus respuestas. Discuten por equipos las respuestas.</p>	<p>Informal, el docente observa que se realice el ejercicio y se entregue.</p> <p>Se valora la comprensión de los alumnos mientras se camina por toda el aula escuchando sus discusiones, conversaciones por si hubiera una duda o pregunta e intervenir si es necesario para aclarar ideas o explicaciones erróneas.</p>

Etapa exploración	<p>Cada equipo escribe en el pizarrón un concepto, una lectura y una actividad que haya identificado.</p> <p>Debate entre los alumnos sobre lo escrito en el pizarrón.</p> <p>Investigación para hacerla en casa:</p> <p>En la comunidad donde viven:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Cómo se genera la electricidad que llega a la escuela? Expliquen cuáles son las transformaciones de energía que se llevan a cabo en este proceso. 2. ¿Qué tipo de contaminación (si es que la hay) se produce al generar esta electricidad? 3. ¿Qué beneficios se producen en el ambiente al evitar el desperdicio de electricidad? <p>Comparen sus respuestas de la clase anterior, con lo que saben ahora y escriban una conclusión al respecto.</p> <p>Sesión 2. Tiempo: 50 minutos.</p> <p>¿Me podrían dar ejemplos de plantas generadoras de electricidad que existen para cada una de las fuentes de energía siguientes?</p> <p>Energías: Fósil, Hidroeléctrica, Mecánica, Termoeléctrica, Eólica y Geotérmica.</p> <p>¿Qué tienen en común todas las centrales eléctricas del país?</p> <p>Debate y diálogo socrático.</p>	<p>Retroalimentación informal entre pares</p> <p>Se evalúa la tarea de acuerdo al anexo 8 “Trabajo escrito”.</p> <p>Se evalúa la tarea de acuerdo al anexo 8 “Trabajo escrito”.</p> <p>Informal entre profesor-alumno.</p> <p>Autoevaluación: ¿Cómo tiene que ser la fuerza del viento aplicada para que en un generador eólico se venza la inercia y se muevan las aspas? Mayor, menor, igual. Justifica tu respuesta.</p>
-------------------	---	---

Investigación guiada	<p>Sesión 3. Tiempo: 50 minutos.</p> <p>Se pide que por parejas en 20 minutos armen una lista de ocho generadores electromagnéticos que funcionen con cualquier tipo de energía para encender dos focos led en serie. La lista se usará como base para escoger el proyecto.</p> <p>Tiempo: 30 minutos.</p> <p>El profesor explica que el proyecto se trabajará en equipo de cuatro integrantes a lo largo de 14 sesiones para el diseño y fabricación de un generador electromagnético con cualquier tipo de energía distinto al visto en clase. Dicho generador deberá encender dos focos led en serie y se requerirá que el 70% del material utilizado sea reciclado o de desecho. Los alumnos tienen que llevar un cuaderno de investigación en el que escriben todo lo relacionado con el proyecto. El docente responde dudas y observaciones.</p> <p>Se les pide de tarea la búsqueda de información sobre su proyecto. Se entregará un resumen y los motivos que les llevaron a escoger el generador.</p> <p>Sesión 4. Tiempo: 50 minutos.</p> <p>Pregunta orientadora: ¿Es verdadero o falso que en todo generador eléctrico la energía mecánica se transforma en energía eléctrica? Justifica tu respuesta.</p> <p>Elaboración de los diseños individuales. Elección en el equipo para seleccionar el diseño que se va a construir.</p>	<p>Informal, el docente observa que se realice el ejercicio y se entregue.</p> <p>Evaluación escrita. Se evalúa de acuerdo al anexo 8.</p> <p>Evaluación escrita. Se evalúa de acuerdo al anexo 6 “Mapa”.</p> <p>Evaluación escrita. Se evalúa de acuerdo al anexo 8 “Trabajo escrito”.</p> <p>Se evalúa a los alumnos informalmente mientras se camina por toda el aula escuchando sus discusiones, conversaciones por si hubiera una duda o pregunta e interviene si es necesario.</p>
----------------------	--	--

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Investigación guiada</p>	<p>Sesión 5. Tiempo: 50 minutos. Pregunta orientadora: ¿Cómo funciona un dínamo? ¿Dónde lo utilizamos con nuestra fuerza? Pregunta orientadora: ¿Qué entiendes por planificación? Se les pide por equipos que planifiquen su investigación y las tareas a realizar para su construcción.</p> <p>Sesión 6. Tiempo: 50 minutos. Dibujan un diagrama o plano para cada una de las partes (parte mecánica, parte eléctrica y otra) del generador a construir. Hacen los cálculos necesarios para el diseño y el funcionamiento del generador. Procedimiento: Dependerá del proyecto, pero básicamente los proyectos tendrán dos partes: una mecánica y otra eléctrica.</p>	<p>Evaluación escrita. Se evalúa de acuerdo al anexo 6 “Mapa”.</p> <p>Registro escrito de los pasos seguidos para cada uno de los cálculos. ¿En esta semana qué funcionó bien para ti? Di por qué brevemente. ¿Qué no funcionó? Di por qué brevemente.</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Proyecto Final de Síntesis</p>	<p>Sesión 7. Tiempo: 50 minutos. Exposición del avance del proyecto. Dos equipos diferentes por sesión exponen sus adelantos del proyecto. Hacer predicciones: ¿hasta cuántos led en serie pueden prender con su generador? Pregunta orientadora: ¿A mayor rapidez del aire brillarán más los focos led? Justifica tu respuesta.</p> <p>Sesión 8. Tiempo: 50 minutos. Construcción del generador Los siguientes equipos exponen sus adelantos del proyecto.</p>	<p>Realimentación: Informal entre alumno-alumno y entre profesor-alumno. Se evalúa de acuerdo a rúbrica anexo 9 “Rúbrica para el trabajo en equipo”.</p> <p>Docente monitorea el progreso del proyecto de las sesiones 7 a la sesión 12.</p>

Proyecto Final de Síntesis	<p>Pregunta orientadora: ¿A mayor altura de la caída del agua brillarán más los focos led? Justifica tu respuesta.</p> <p>Sesión 9. Tiempo: 50 minutos.</p> <p>Construcción del generador.</p> <p>Los siguientes equipos exponen sus adelantos del proyecto.</p> <p>Pregunta orientadora: ¿En qué tipo de energía los motores eléctricos transforman la energía eléctrica? Justifica tu respuesta.</p> <p>Sesión 10. Tiempo: 50 minutos.</p> <p>Construcción del generador.</p> <p>Los siguientes equipos exponen sus adelantos del proyecto.</p> <p>Pregunta orientadora: ¿qué potencia desarrolla tu generador?</p> <p>Sesión 11. Tiempo: 50 minutos.</p> <p>Construcción del generador.</p> <p>Los siguientes equipos exponen sus adelantos del proyecto.</p> <p>Pregunta orientadora: ¿qué voltaje y corriente obtienes de tu generador?</p> <p>Sesión 12. Tiempo: 50 minutos.</p> <p>Construcción del generador.</p> <p>Los siguientes equipos exponen sus adelantos del proyecto.</p> <p>Pregunta orientadora: ¿Qué factores físicos pueden influir en el funcionamiento del aparato construido?</p> <p>Fin de la exposición de los adelantos del proyecto.</p>	<p>Realimentación de la sesión 7 a la sesión 12 lo mismo:</p> <p>Informal entre alumno-alumno y entre profesor-alumno. Se evalúa de acuerdo a rúbrica anexo 9 “Rúbrica para el trabajo en equipo” y anexo 7 “Rúbrica para las exposiciones”.</p> <p>Realimentación informal entre alumno-alumno y entre profesor-alumno. Se evalúa de acuerdo a rúbrica anexo 9 “Rúbrica para el trabajo en equipo” y anexo 7 “Rúbrica para las exposiciones”.</p>
----------------------------	---	--

Proyecto Final de Síntesis	<p>Sesión: 13. Tiempo: 50 minutos. Se inician las presentaciones de los proyectos frente a los compañeros de clase. Pregunta orientadora: ¿De qué depende que el rotor gire más rápido?</p> <p>Sesión 14. Tiempo: 50 minutos. Presentación de los proyectos a los compañeros de clase.</p> <p>Sesión 15. Tiempo: 50 minutos. Presentación de los proyectos a los compañeros de clase.</p> <p>Sesión 16. Tiempo: 50 minutos. Presentación de los proyectos a los compañeros de clase.</p> <p>Sesión 17. Tiempo: 50 minutos. Presentación de los proyectos a los compañeros de clase.</p> <p>Sesión 18. Tiempo: 50 minutos. Presentación de los proyectos a los compañeros de clase. Los estudiantes elaboran un documento y lo socializan al grupo. En él explican los procesos de transformación de la energía, vinculan los conceptos de trabajo, energía potencial, energía cinética, conservación y disipación de la energía que sufre el generador; dando respuesta a las preguntas orientadoras.</p>	<p>Retroalimentación de la sesión 13 a la sesión 17 lo mismo: Informal entre alumno-alumno y entre profesor-alumno. Se evalúa de acuerdo a rúbrica anexo 9. “Rúbrica para el trabajo en equipo”. Se evalúa de acuerdo a rúbrica anexo 7 “Rúbrica para las exposiciones”.</p> <p>Se evalúa de acuerdo a rúbrica anexo 10 “Rúbrica para el proyecto final”.</p>
----------------------------	---	--

Proyecto Final de Síntesis	<p>Al final de las presentaciones los alumnos recogen los datos de todas las presentaciones de los proyectos y determinan las diferencias en cantidad de energía eléctrica obtenida, dependiendo de las fuentes empleadas y deciden qué generador es el más eficiente. Tratan de vender su proyecto.</p> <p>De forma individual los estudiantes elaboran un escrito donde reflexionan sobre los resultados de la investigación. Sus problemas, sus aciertos.</p>	<p>Los proyectos se publicarán en el periódico mural.</p>
----------------------------	--	---

En la EpC se busca articular los contenidos a través de la participación activa de los alumnos, de esta forma es que con el proyecto aquí propuesto se utilizan los conocimientos desarrollados en los bloques anteriores a través de su aplicación en una situación creada por los propios alumnos.

Es importante recordar que la EpC da protagonismo al estudiante, por lo que es importante dar espacio para que ellos expongan lo que piensan y escuchar lo que dicen, poniendo atención en no proporcionar respuestas antes de tiempo o interferir demasiado en las exploraciones que ellos realizan al exponer sus pensamientos, ya que se reconoce que no todos piensan igual de rápido.

El Proyecto aquí propuesto es del tipo *tecnológico*, que pone en juego la creatividad para el diseño y la construcción de objetos donde se expresa la comprensión y creatividad en la elaboración de un proceso que requiere ser explicado y justificado en cada una de sus etapas de construcción. Son los alumnos quienes eligen cómo diseñarán, crearán y presentarán su proyecto.

Para llevar a cabo el proyecto, o cualquier otro, el docente se debe asegurar que todos los alumnos tienen acceso a los recursos que necesitan, ya sea con respecto al material o a la información pertinente.

Mientras investigan y desarrollan sus proyectos, diferentes grupos de alumnos revisan y discuten entre sí su trabajo.

El docente acompaña el proceso revisando las propuestas, borradores y planes, y se reúne con los grupos para monitorear su progreso.

Los alumnos pueden registrar sus experiencias realizadas en clase y las dificultades experimentadas mediante gráficas, fotos, reseñas etc., para fomentar la reflexión de sus procesos y que den cuenta de sus niveles de avance y comprensión de lo logrado, para compartir con el grupo el proceso en su conjunto una vez concluido el proyecto.

Debido a lo anterior es esencial que el profesor planifique espacios de retroalimentación para ellos y entre ellos, para conocer cómo han avanzado en el desarrollo de estas habilidades y en la adquisición de los contenidos esperados.

En la presentación del proyecto concluido los alumnos responden preguntas de sus pares y del profesor, reflexionan sobre cómo completaron el proyecto y lo que ganaron en términos de comprensión y habilidades. (Su presentación escrita y oral será motivo de evaluación por parte del profesor y de la autoevaluación por parte de los alumnos.)

3.3. Algunas sugerencias para llevar a cabo la EpC de la Física aquí expuesta

Es conveniente abrir una exploración libre con abundante diálogo entre el docente y el alumno, para proveer innumerables oportunidades de ayudar a los estudiantes a agudizar su capacidad de observación y su espíritu curioso, además de llamar la atención sobre los fenómenos clave de la Física; fomentar el hábito de hacer observaciones sobre los fenómenos que deseamos analizar y darles libertad a los alumnos, en la medida de lo posible, para estudiarlos de acuerdo con sus tiempos y su curiosidad, no con los nuestros; presentar la solución a problemas de forma conceptual y en forma de modelos matemáticos; realizar cálculos de un paso; solicitar a cada alumno que reflexione por escrito en los aciertos y debilidades de su proyecto y lo que habría logrado sobre las metas de comprensión de la unidad; promover el hábito de formular hipótesis basándose en preguntas del tipo: “¿Qué pasaría si...?”; buscar pensar en términos de órdenes de magnitud, por ejemplo: ¿la densidad del sólido es diez, mil o cien mil veces mayor que la del gas?, la dirección de los cálculos, ¿la velocidad va a aumentar o a disminuir?, ¿la aceleración será positiva o negativa? y manejarse con gráficos: ¿qué forma tendrá la curva de oscilación del péndulo?; fomentar que los alumnos observen

fenómenos y formen sus propias ideas sobre ellos; darles oportunidad para que expliciten y tomen conciencia de las ideas que traen a clase sobre el tema a trabajar; usar la secuencia “fenómeno-idea-terminología” al explorar un tema.

Desarrollar ideas a partir de experiencias o prácticas de laboratorio; brindar suficiente tiempo a los alumnos para que piensen y elaboren sus respuestas a preguntas del docente; impulsar el que los alumnos formulen preguntas; cuando sea posible, resolver problemas en forma cualitativa antes de embarcarse en cálculos matemáticos; realizar predicciones basadas en los modelos desarrollados y ponerlas a prueba experimentalmente; fomentar la discusión en pequeños grupos antes de hacerlo en el grupo ampliado; promover las presentaciones orales y escritas de los alumnos a sus pares, con discusión y crítica constructiva; buscar fenómenos, situaciones o experimentos discrepantes que pongan de manifiesto la contradicción entre las preconcepciones de los estudiantes y los resultados científicos; usar la técnica de pedir predicciones y explicación de las predicciones para contrastar la predicción con lo que realmente sucede.

Reflexiones finales

Durante el desarrollo del presente trabajo se resaltaron los resultados que obtuvo nuestro país en las últimas tres evaluaciones de PISA, ya que no se observan avances significativos en el desempeño del aprendizaje de las ciencias; al parecer las últimas reformas educativas no han incidido en un mejor aprendizaje en esta área, lo que nos lleva a que la pregunta sobre cómo enseñar Física en secundaria cobre relevancia, en un esfuerzo por impulsar que los alumnos comprendan lo que resulte pertinente para su vida presente y futura, es decir para que piensen con lo que saben desde lo que se les enseña, ya que para muchos de ellos la secundaria será el último nivel de estudios.

Como ya mencionamos, al parecer las reformas emprendidas en años recientes no han significado cambios importantes en cuanto a la enseñanza de las ciencias y se han enfocado más en una revisión de los contenidos que ha llevado a una extensa lista de temas aislados, reagrupación de asignaturas y distribución de horas en los cursos; evaluaciones centradas en la memorización de información y el uso del libro de texto y sus ejercicios como única fuente de conocimiento.

Entre los problemas más relevantes que enfrenta la enseñanza de las ciencias está la preparación de los docentes, pues muchas veces las reformas quedan en el papel y ellos continúan con sus prácticas como las han venido realizando.

Cambiar un paradigma no es cosa sencilla y mucho más cuando una institución educativa ha trabajado durante muchos años siguiendo un mismo modelo pedagógico tradicional. Es claro que todo cambio produce crisis, sin embargo, para permitir que estos cambios generen resultados positivos es necesario que los actores no se sientan amenazados y evalúen la situación como una posibilidad de mejora y de crecimiento profesional.

La EpC es una alternativa valiosa para transformar nuestras prácticas educativas, ya que permite desarrollar comprensiones profundas y crea auténticas culturas de pensamiento en el aula y fuera de ella, de esta forma enseñar ciencias desde el marco de la EpC permite llevar a la práctica los conceptos, impulsar el

que los alumnos piensen, imaginen y creen con lo que saben para enfrentar situaciones reales, enfocados en profundizar sobre ciertos conceptos y su utilización en contextos específicos, más que en acumular grandes cantidades de información inconexa.

La EpC resulta un marco desde el cual cada docente puede pensar sus clases; no es un molde a llenar o que hay que seguir al pie de la letra, porque se busca que cada docente baje a su experiencia concreta los elementos esenciales. En la EpC se insiste en la necesidad de que los alumnos sean considerados protagonistas activos durante toda la experiencia educativa, desde la exploración de los conceptos preexistentes hasta la estructuración del conocimiento.

El papel de la EpC no es dictar una serie de pasos que hay que aplicar en la práctica, es más bien una propuesta para que cada docente piense su enseñanza y reflexione sobre la mejor forma de llevarla a la práctica. Busca estimular y ayudar a docentes a ser reflexivos al diseñar sus propias planeaciones de clase, pero demanda de éste una actualización constante y estudio continuo para buscar situaciones, ejemplos, proyectos que resulten interesantes y retadores para los alumnos de acuerdo a sus condiciones y características.

La EpC al realizar evaluaciones o valoraciones frecuentes, incluso con informalidad, ofrece la oportunidad de hacer visible tanto para el docente como para sus alumnos los avances en términos de lo que se ha comprendido y lo que todavía no, alentándolos a que piensen y expliquen el tema en lugar de sólo “cubrir el tema”.

El hecho de buscar que los estudiantes se involucren en su comprensión en lugar de recrear el conocimiento producido por otros, lleva a que puedan hacer transparente para ellos mismos el proceso de pensamiento a través del cual están alcanzando o no dicha comprensión, proceso que se ha llamado metacognición y tiene que ver con habilidades de pensamiento que serán útiles para los estudiantes a lo largo de toda su vida, más allá de aprobar una asignatura.

La EpC impulsa la formación de alumnos independientes, autogestivos y pensadores críticos que pueden trabajar de forma colaborativa, exponer sus ideas y sustentarlas, o bien plantearse preguntas para buscar respuestas sobre su

realidad. Hay que tener en cuenta que la EpC consiste en una indagación continua que estimula a los docentes a hacer ajustes a lo largo del proceso mismo de enseñanza desde parámetros claros previamente establecidos.

Si bien el mayor trabajo y esfuerzo que demanda la EpC por parte de docentes y alumnos pudiera ser señalado como una desventaja para algunos, no nos cabe la menor duda de que cuando los alumnos se comprometen y motivan en aplicar, pensar y explicar lo que están comprendiendo, resulta un aliciente y ventaja que bien vale el esfuerzo.

Si bien en este trabajo se hizo énfasis en la utilización de casos, problemas y proyectos para los ejemplos que ilustran el capítulo tres, no necesariamente se tienen que usar éstos para que la EpC resulte efectiva, dependerá de cada docente, la disciplina y las características de los alumnos para dilucidar cuáles serán las mejores propuestas para llevar a cabo la enseñanza, teniendo siempre presente que se trata de que los alumnos encuentren sentido a lo que se enseña para que puedan pensar, utilizarlo y explicarlo en condiciones reales. De esta forma es que la ciencia, y en particular la Física, resultará un aspecto presente en la vida cotidiana de los alumnos, con una actitud que los lleve a preguntarse por los fenómenos que los rodean.

Cabe destacar que en nuestra propuesta no hicimos uso de recursos tecnológicos, no porque no estemos de acuerdo con ellos, sino principalmente considerando que se puede enseñar Física desde el marco de la EpC aun sin grandes recursos, buscando que la existencia o no de recursos e infraestructura no se vuelva un impedimento.

Referencias Bibliográficas

- Blythe, T., Bondy, E. y Kendal, B. (2004). "Evaluación diagnóstica continua", en Blythe *et al.* *La Enseñanza para la comprensión: guía para el docente*. Buenos Aires. Paidós, pp. 107-127.
- ----- y Gould, D. (2004). "Desempeños de comprensión", en Blythe *et al.* *La Enseñanza para la comprensión: guía para el docente*. Buenos Aires. Paidós, pp. 87-105.
- ----- y Outerbridge, D. (2004). "Metas de comprensión", en Blythe *et al.* *La Enseñanza para la comprensión: guía para el docente*. Buenos Aires. Paidós, pp. 65-86.
- ----- y Perkins, D. (2004). "Comprender la comprensión", en Blythe *et al.* *La Enseñanza para la comprensión: guía para el docente*. Buenos Aires. Paidós, pp. 35-42.
- Campanario, J. (2000). "El desarrollo de la metacognición en el aprendizaje de las ciencias: estrategias para el profesor y actividades orientadas al alumno", en *Enseñanza de las Ciencias*, número 18, pp. 369-380.
- ----- y Moya, A. (1999). "¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas", en *Enseñanza de las Ciencias*, número 17 (2), pp. 179-192.
- Chamizo, J., *et al.* (1995). Libro para el maestro. Física. Educación Secundaria. México. SEP.
- Davini, M. (2008). *Métodos de enseñanza: Didáctica general para maestros y profesores*. Buenos Aires. Santillana.
- Díaz Barriga, F. (2005). *Enseñanza situada: Vínculo entre la escuela y la vida*. México. McGraw-Hill.
- Flavell, J. (1976). "Metacognitive aspects of problem solving", en Resnick, L.B. (ed.). *The nature of intelligence*. Hillsdale, New Jersey. Lawrence Erlbaum, pp. 231-235.
- Flores-Camacho, F. *et al.* (2002). "Transformaciones conceptuales y pedagógicas en los profesores de ciencias naturales de secundaria: los efectos de los cursos nacionales de actualización", *Reporte de Investigación*,

Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, UNAM. Recuperado el 1 de septiembre de 2017, de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-26982004000200002

- ----- García, A.; Alvarado, C.; Sánchez, M.; Sosa, P., y Reachy, B. (2004): El efecto de los cursos nacionales de actualización: Análisis de los materiales instruccionales. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 20, pp. 199-228.
- ----- (Coord.) (2012). *La Enseñanza de la Ciencia en la Educación Básica en México*. México. INEE. Recuperado el 1 de febrero de 2017, de <http://publicaciones.inee.edu.mx/buscadorPub/P1/C/227/P1C227.pdf>
- Gardner, H. (1995). *Inteligencias múltiples. La teoría en la práctica*. Barcelona. Paidós.
- ----- (1997). *La mente no escolarizada*. Buenos Aires. Paidós.
- Gellon, G., Rosenvasser E., Furman, M., y Golombek, D. (2005). *La ciencia en el aula: lo que nos dice la ciencia sobre cómo enseñarla*. Buenos Aires. Paidós.
- Gil, D. (1994). Relaciones entre conocimiento escolar y conocimiento científico. *Investigación en la Escuela*, número 23, pp. 17-32.
- ----- (1983). Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, número 1, pp. 26-33.
- Golombek, D. (2008). *Aprender y enseñar ciencias: del laboratorio al aula y viceversa*. Buenos Aires. Santillana.
- Hernández, F. (2000). "Los proyectos de trabajo: la necesidad de nuevas competencias para nuevas formas de racionalidad". *Educación*, núm. 26, pp. 39-41.
- Hewitt, P. (2007). *Física conceptual*. México. Pearson educación.
- INEE (2005). Tamaño promedio de los grupos en primaria y secundaria y distribución de escuelas según el tamaño promedio de sus grupos. Recuperado el 22 de febrero de 2017, de:

- http://www.inee.edu.mx/bie/mapa_indica/2005/PanoramaEducativoDeMexico/PG/PG01/2005_PG01__.pdf
- ----- (2007). *PISA 2006 en México*. México. INEE. Recuperado el 22 de febrero de 2017, de <http://www.oei.es/historico/evaluacioneducativa/pisa2006-w.pdf>
 - ----- (2015) *Panorama Educativo de México 2015. Indicadores del Sistema Educativo Nacional. Educación Básica y Media Superior*. México. INEE. Recuperado el 19 de febrero de 2017, de: <http://www.inee.edu.mx/mapa2015/pdfestados/Prontuario2015.pdf>
 - Martínez A. (2010). “La enseñanza actual de la Ciencias Naturales y la Biología en México”, en *Cuadernos de México*, número 2. Recuperado el 11 de febrero de 2017, de www.uepc.org.ar/conectate/wp-content/uploads/2015/04/Cuadernos-México.pdf
 - Medel, R. (2012). *Ciencias 2. Física Guía para el maestro*. México. Ediciones Castillo.
 - Nickerson, R., Perkins, D., y Smith, E. (1997). *Enseñar a pensar. Aspectos de la aptitud intelectual*. Buenos Aires. Paidós.
 - OCDE (2006). *PISA 2006*. Recuperado el 18 de abril de 2017, de: www.oecd.org/pisa/pisa2006-w.pdf
 - OCDE (2016). *PISA 2015. Resultados Clave*. Recuperado el 21 de abril de 2017, de: www.oecd.org/pisa
 - Perkins, D. (1999). “¿Qué es la comprensión?”, en Stone, M (comp.). *La Enseñanza para la comprensión: vinculación entre la investigación y la práctica*. Buenos Aires. Paidós, pp. 69-92.
 - ----- (2001). *La escuela inteligente. Del adiestramiento de la memoria a la educación de la mente*. Barcelona. Editorial Gedisa.
 - ----- (2010). *El aprendizaje pleno: Principios de la enseñanza para transformar la educación*. Buenos Aires. Paidós.
 - Perrenoud, P. (2000). “Aprender en la escuela a través de proyectos: ¿Por qué?, ¿Cómo?” en *Revista de Tecnología Educativa*, número 14 (3). Santiago de Chile, pp. 311-321.

- Perrone, V. (1999). “¿Por qué necesitamos una Pedagogía de la Comprensión?”, en Stone, M. *La Enseñanza para la comprensión: vinculación entre la investigación y la práctica*. Buenos Aires. Paidós, pp. 35-68.
- Pogré, P. y Lombardi, G. (2004). *Escuelas que enseñan a pensar. Enseñanza para la comprensión. Un marco para la acción*. Buenos Aires. Papers Editores.
- Pozo, J. (1999). “Sobre las relaciones entre el conocimiento cotidiano de los alumnos y el conocimiento científico: Del cambio conceptual a la integración jerárquica”, en *Enseñanza de las Ciencias*, número extra, pp.15-29.
- Ruiz F. (2007). “Modelos didácticos para la enseñanza de las ciencias naturales”, en *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos* (Colombia), vol. 3, núm. 2, julio-diciembre, pp. 41-60.
- Quiroz, R. (1998). “La Reforma de 1993 de la Educación Secundaria en México: nuevo currículum y prácticas de enseñanza”, en *Investigación en la Escuela*, núm. 36, pp. 75-90. Recuperado el 18 de febrero de 2017, de http://www.investigacionenlaescuela.es/articulos/36/R36_5.pdf
- Sandoval F., E. (2000). *La Trama de la Escuela Secundaria: Institución, Relaciones y Saberes*. México. Plaza y Valdés/UPN.
- SEP. (1992). “Acuerdo para la modernización de la educación básica”. México. SEP. Recuperado el 18 de febrero de 2017, de <http://www.sep.gob.mx>
- SEP. (1993). “Plan y programas de estudio 1993. Educación Básica Secundaria”. México. SEP. Recuperado el 18 de febrero de 2017, de <http://www.sep.gob.mx>
- SEP. (1994). “Programa Nacional para la Actualización Permanente de los Maestros de Educación Básica en Servicio (PRONAP)”. México. SEP. Recuperado el 5 de marzo de 2017, de <http://www.sep.gob.mx/pronap>
- SEP. (1995). “Programa de Desarrollo Educativo 1995-2000”. México. SEP. Recuperado el 18 de febrero de 2017, de <http://www.sep.gob.mx>
- SEP. (2000). “Acuerdo número 276 tramites y procedimientos”. México. SEP. Recuperado el 11 de febrero de 2017, de http://www.dof.gob.mx/nota_to_doc.php?codnota=2056645

- SEP. (2006). "Educación Básica. Secundaria. Ciencias. Programas de estudio 2006". Recuperado el 10 de abril de 2017, de <http://www.sep.gob.mx>
- SEP. (2011a). "Programas de estudio 2011. Guía para el Maestro. Educación Básica. Secundaria. Ciencias". México. SEP. Recuperado el 18 de abril de 2017, de <http://www.sep.gob.mx>
- SEP. (2011b). "Plan de estudios 2011. Educación Básica". México. SEP. Recuperado el 18 de abril de 2017, de <http://www.sep.gob.mx>
- SEP. (2011c). "La Reforma Integral de la Educación Básica". Recuperado el 18 de abril de 2017, de <http://www.sep.gob.mx>
- Stone, M. (1999). "¿Qué es la enseñanza para la Comprensión?", en Stone, M. (comp.). *La Enseñanza para la comprensión: vinculación entre la investigación y la práctica*. Buenos Aires. Paidós, pp. 95-126.
- Valdez Aragón, S. (2014). "La educación en ciencias en secundaria, último nivel de la educación básica obligatoria en México", *Revista IMEA-UNILA*, volumen 2, número. 2, pp. 142-155,. Recuperado el 10 de febrero de 2017, de <https://revistas.unila.edu.br/IMEA-UNILA/article/download/356/310>
- Wiggins, G. y McTighe, J. (2017). *Enseñar a través de la comprensión. Modelo por diseño*. México. Trillas.
- Zorrilla, M y Barba, B. (2008). "Reforma educativa en México. Descentralización y nuevos actores", en *Revista Electrónica Sinéctica*, número 30, pp. 1-30. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente Jalisco, México. Recuperado el 19 de febrero de 2017, de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=99819167001>

ANEXOS

ANEXO 1. Descripción general del curso de la SEP

Ciencias II (énfasis en Física) 2º año de secundaria. Programa 2011 de la SEP.

Bloque I. La descripción del movimiento y la fuerza

<p>Competencias que se favorecen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comprensión de fenómenos y procesos naturales desde la perspectiva científica. • Comprensión de los alcances y limitaciones de la ciencia y del desarrollo tecnológico en diversos contextos. • Toma de decisiones informadas para el cuidado del ambiente y la promoción de la salud orientadas a la cultura de la prevención. 	
Aprendizajes esperados	Contenidos
<ul style="list-style-type: none"> • Interpreta la velocidad como la relación entre desplazamiento y tiempo, y la diferencia de la rapidez, a partir de datos obtenidos de situaciones cotidianas. • Interpreta tablas de datos y gráficas de posición-tiempo, en las que describe y predice diferentes movimientos a partir de datos que obtiene en experimentos y/o de situaciones del entorno. • Describe características del movimiento ondulatorio con base en el modelo de ondas: cresta, valle, nodo, amplitud, longitud, frecuencia y periodo, y diferencia el movimiento ondulatorio transversal del longitudinal, en términos de la dirección de propagación. • Describe el comportamiento ondulatorio del sonido: tono, timbre, intensidad y rapidez, a partir del modelo de ondas. 	<p>El movimiento de los objetos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Marco de referencia y trayectoria; diferencia entre desplazamiento y distancia recorrida. • Velocidad: desplazamiento, dirección y tiempo. • Interpretación y representación de gráficas posición-tiempo. • Movimiento ondulatorio, modelo de ondas, y explicación de características del sonido.

<ul style="list-style-type: none"> • Identifica las explicaciones de Aristóteles y las de Galileo respecto al movimiento de caída libre, así como el contexto y las formas de proceder que las sustentaron. • Argumenta la importancia de la aportación de Galileo en la ciencia como una nueva forma de construir y validar el conocimiento científico, con base en la experimentación y el análisis de los resultados. • Relaciona la aceleración con la variación de la velocidad en situaciones del entorno y/o actividades experimentales. • Elabora e interpreta tablas de datos y gráficas de velocidad-tiempo y aceleración-tiempo para describir y predecir características de diferentes movimientos, a partir de datos que obtiene en experimentos y/o situaciones del entorno. 	<p style="text-align: center;">El trabajo de Galileo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Explicaciones de Aristóteles y Galileo acerca de la caída libre. • Aportación de Galileo en la construcción del conocimiento científico. • La aceleración; diferencia con la velocidad. • Interpretación y representación de gráficas: velocidad-tiempo y aceleración-tiempo.
<ul style="list-style-type: none"> • Describe la fuerza como efecto de la interacción entre los objetos y la representa con vectores. • Aplica los métodos gráficos del polígono y paralelogramo para la obtención de la fuerza resultante que actúa sobre un objeto, y describe el movimiento producido en situaciones cotidianas. • Argumenta la relación del estado de reposo de un objeto con el equilibrio de 	<p style="text-align: center;">La descripción de las fuerzas en el entorno</p> <ul style="list-style-type: none"> • La fuerza; resultado de las interacciones por contacto (mecánicas) y a distancia (magnéticas y electrostáticas), y representación con vectores. • Fuerza resultante, métodos gráficos de suma vectorial. • Equilibrio de fuerzas; uso de diagramas.

fuerzas actuantes, con el uso de vectores, en situaciones cotidianas.	
<ul style="list-style-type: none"> • Trabaja colaborativamente con responsabilidad, solidaridad y respeto en la organización y desarrollo del proyecto. • Selecciona y sistematiza la información que es relevante para la investigación planteada en su proyecto. • Describe algunos fenómenos y procesos naturales relacionados con el movimiento, las ondas o la fuerza, a partir de gráficas, experimentos y modelos físicos. • Comparte los resultados de su proyecto mediante diversos medios (textos, modelos, gráficos, interactivos, entre otros). 	<p>Proyecto: imaginar, diseñar y experimentar para explicar o innovar (opciones)*. integración y aplicación.</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cómo es el movimiento de los terremotos o tsunamis, y de qué manera se aprovecha esta información para prevenir y reducir riesgos ante estos desastres naturales? • ¿Cómo se puede medir la rapidez de personas y objetos en algunos deportes; por ejemplo, beisbol, atletismo y natación?

Bloque II. Leyes del movimiento

<p>Competencias que se favorecen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comprensión de fenómenos y procesos naturales desde la perspectiva científica. • Comprensión de los alcances y limitaciones de la ciencia y del desarrollo tecnológico en diversos contextos. • Toma de decisiones informadas para el cuidado del ambiente y la promoción de la salud orientadas a la cultura de la prevención. 	
Aprendizajes esperados	Contenidos
<ul style="list-style-type: none"> • Interpreta y aplica las Leyes de Newton como un conjunto de reglas para describir y predecir los efectos de las fuerzas en experimentos y/o situaciones cotidianas. 	<p>La explicación del movimiento en el entorno</p> <ul style="list-style-type: none"> • Primera ley de Newton: el estado de reposo o movimiento rectilíneo uniforme. La inercia y su relación con la

<ul style="list-style-type: none"> • Valora la importancia de las Leyes de Newton en la explicación de las causas del movimiento de los objetos. 	<p>masa.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Segunda ley de Newton: relación fuerza, masa y aceleración. El newton como unidad de fuerza. • Tercera ley de Newton: la acción y la reacción; magnitud y sentido de las fuerzas.
<ul style="list-style-type: none"> • Establece relaciones entre la gravitación, la caída libre y el peso de los objetos, a partir de situaciones cotidianas. • Describe la relación entre distancia y fuerza de atracción gravitacional y la representa por medio de una gráfica fuerza-distancia. • Identifica el movimiento de los cuerpos del Sistema Solar como efecto de la fuerza de atracción gravitacional. • Argumenta la importancia de la aportación de Newton al desarrollo de la ciencia. 	<p>Efectos de las fuerzas en la tierra y en el universo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gravitación. Representación gráfica de la atracción gravitacional. Relación con caída libre y peso. • Aportación de Newton a la ciencia: explicación del movimiento en la Tierra y en el Universo.
<ul style="list-style-type: none"> • Describe la energía mecánica a partir de las relaciones entre el movimiento: la posición y la velocidad. • Interpreta esquemas del cambio de la energía cinética y potencial en movimientos de caída libre del entorno. • Utiliza las expresiones algebraicas de la energía potencial y cinética para describir algunos movimientos que identifica en el entorno y/o en situaciones experimentales. 	<p>La energía y el movimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energía mecánica: cinética y potencial. • Transformaciones de la energía cinética y potencial. • Principio de la conservación de la energía.
<ul style="list-style-type: none"> • Plantea preguntas o hipótesis para 	<p>Proyecto: imaginar, diseñar y</p>

<p>responder a la situación de su interés, en relación con el movimiento, las fuerzas o la energía.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Selecciona y sistematiza la información relevante para realizar su proyecto. • Elabora objetos técnicos o experimentos que le permitan describir, explicar y predecir algunos fenómenos físicos relacionados con el movimiento, las fuerzas o la energía. • Organiza la información resultante de su proyecto y la comunica al grupo o a la comunidad, mediante diversos medios: orales, escritos, gráficos o con ayuda de las tecnologías de la información y la comunicación. 	<p>experimentar para explicar o innovar (opciones)*. integración y aplicación.</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cómo se relacionan el movimiento y la fuerza con la importancia del uso del cinturón de seguridad para quienes viajan en algunos transportes? • ¿Cómo intervienen las fuerzas en la construcción de un puente colgante?
---	--

Bloque III. un modelo para describir la estructura de la materia

<p>Competencias que se favorecen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comprensión de fenómenos y procesos naturales desde la perspectiva científica. • Comprensión de los alcances y limitaciones de la ciencia y del desarrollo tecnológico en diversos contextos. • Toma de decisiones informadas para el cuidado del ambiente y la promoción de la salud orientadas a la cultura de la prevención. 	
Aprendizajes esperados	Contenidos
<ul style="list-style-type: none"> • Identifica las características de los modelos y los reconoce como una parte fundamental del conocimiento científico y tecnológico, que permite describir, explicar o predecir el comportamiento del fenómeno estudiado. • Reconoce el carácter inacabado de la 	<p>Los modelos en la ciencia</p> <ul style="list-style-type: none"> • Características e importancia de los modelos en la ciencia. • Ideas en la historia acerca de la naturaleza continua y discontinua de la materia: Demócrito, Aristóteles y Newton; aportaciones de Clausius,

<p>ciencia a partir de las explicaciones acerca de la estructura de la materia, surgidas en la historia, hasta la construcción del modelo cinético de partículas.</p> <ul style="list-style-type: none"> Describe los aspectos básicos que conforman el modelo cinético de partículas y explica el efecto de la velocidad de éstas. 	<p>Maxwell y Boltzmann.</p> <ul style="list-style-type: none"> Aspectos básicos del modelo cinético de partículas: partículas microscópicas indivisibles, con masa, movimiento, interacciones y vacío entre ellas.
<ul style="list-style-type: none"> Describe algunas propiedades de la materia: masa, volumen, densidad y estados de agregación, a partir del modelo cinético de partículas. Describe la presión y la diferencia de la fuerza, así como su relación con el principio de Pascal, a partir de situaciones cotidianas. Utiliza el modelo cinético de partículas para explicar la presión, en fenómenos y procesos naturales y en situaciones cotidianas. Describe la temperatura a partir del modelo cinético de partículas con el fin de explicar fenómenos y procesos térmicos que identifica en el entorno, así como a diferenciarla del calor. Describe los cambios de estado de la materia en términos de la transferencia de calor y la presión, con base en el modelo cinético de partículas, e interpreta la variación de los puntos de ebullición y fusión en gráficas de presión-temperatura. 	<p style="text-align: center;">La estructura de la materia a partir del modelo cinético de partículas</p> <ul style="list-style-type: none"> Las propiedades de la materia: masa, volumen, densidad y estados de agregación. Presión: relación fuerza y área; presión en fluidos. Principio de Pascal. Temperatura y sus escalas de medición. Calor, transferencia de calor y procesos térmicos: dilatación y formas de propagación. Cambios de estado; interpretación de gráfica de presión-temperatura.

<ul style="list-style-type: none"> • Describe cadenas de transformación de la energía en el entorno y en actividades experimentales, en las que interviene la energía calorífica. • Interpreta la expresión algebraica del principio de la conservación de la energía, en términos de la transferencia del calor (cedido y ganado). • Argumenta la importancia de la energía térmica en las actividades humanas y los riesgos en la naturaleza implicados en su obtención y aprovechamiento. 	<p style="text-align: center;">Energía calorífica y sus transformaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> • Transformación de la energía calorífica. • Equilibrio térmico. • Transferencia del calor: del cuerpo de mayor al de menor temperatura. • Principio de la conservación de la energía. • Implicaciones de la obtención y aprovechamiento de la energía en las actividades humanas.
<ul style="list-style-type: none"> • Plantea y delimita un proyecto derivado de cuestionamientos que surjan de su interés, para los cuales busque solución. • Utiliza la información obtenida mediante la experimentación o investigación bibliográfica para elaborar argumentos, conclusiones y propuestas de solución a lo planteado en su proyecto. • Diseña y elabora objetos técnicos, experimentos o modelos con creatividad, que le permitan describir, explicar y predecir algunos fenómenos físicos relacionados con las interacciones de la materia. • Sistematiza la información y organiza los resultados de su proyecto y los comunica al grupo o a la comunidad, utilizando diversos medios: orales, escritos, modelos, interactivos, gráficos, entre otros. 	<p style="text-align: center;">Proyecto: imaginar, diseñar y experimentar para explicar o innovar (opciones). Integración y aplicación.</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cómo funcionan las máquinas de vapor? • ¿Cómo funcionan los gatos hidráulicos?

Bloque IV. Manifestaciones de la estructura interna de la materia

<p>Competencias que se favorecen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comprensión de fenómenos y procesos naturales desde la perspectiva científica. • Comprensión de los alcances y limitaciones de la ciencia y del desarrollo tecnológico en diversos contextos. • Toma de decisiones informadas para el cuidado del ambiente y la promoción de la salud, orientadas a la cultura de la prevención. 	
Aprendizajes esperados	Contenidos
<ul style="list-style-type: none"> • Relaciona la búsqueda de mejores explicaciones y el avance de la ciencia, a partir del desarrollo histórico del modelo atómico. • Describe la constitución básica del átomo y las características de sus componentes, con el fin de explicar algunos efectos de las interacciones electrostáticas en actividades experimentales y/o en situaciones cotidianas. • Explica la corriente y resistencia eléctrica en función del movimiento de los electrones en los materiales. 	<p>Explicación de los fenómenos eléctricos: el modelo atómico</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proceso histórico del desarrollo del modelo atómico: aportaciones de Thomson, Rutherford y Bohr; alcances y limitaciones de los modelos. • Características básicas del modelo atómico: núcleo con protones y neutrones, y electrones en órbitas. Carga eléctrica del electrón. • Efectos de atracción y repulsión electrostáticas. • Corriente y resistencia eléctrica. Materiales aislantes y conductores.
<ul style="list-style-type: none"> • Identifica las ideas y experimentos que permitieron el descubrimiento de la inducción electromagnética. • Valora la importancia de aplicaciones del electromagnetismo para obtener corriente eléctrica o fuerza magnética en desarrollos tecnológicos de uso cotidiano. • Identifica algunas características de las 	<p>Los fenómenos electromagnéticos y su importancia</p> <ul style="list-style-type: none"> • Descubrimiento de la inducción electromagnética: experimentos de Oersted y de Faraday. • El electroimán y aplicaciones del electromagnetismo. • Composición y descomposición de la luz blanca.

<p>ondas en el espectro electromagnético y en el espectro visible, y las relaciona con su aprovechamiento tecnológico.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Relaciona la emisión de radiación electromagnética con los cambios de órbita del electrón en el átomo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Características del espectro electromagnético y espectro visible: velocidad, frecuencia, longitud de onda y su relación con la energía. • La luz como onda y partícula.
<ul style="list-style-type: none"> • Relaciona la electricidad y la radiación electromagnética como manifestaciones de energía, y valora su aprovechamiento en las actividades humanas. • Reconoce los beneficios y perjuicios en la naturaleza y en la sociedad, relacionados con la obtención y aprovechamiento de la energía. • Argumenta la importancia de desarrollar acciones básicas orientadas al consumo sustentable de la energía en el hogar y en la escuela. 	<p style="text-align: center;">La energía y su aprovechamiento</p> <ul style="list-style-type: none"> • Manifestaciones de energía: electricidad y radiación electromagnética. • Obtención y aprovechamiento de la energía. Beneficios y riesgos en la naturaleza y la sociedad. • Importancia del aprovechamiento de la energía orientado al consumo sustentable.
<ul style="list-style-type: none"> • Elabora y desarrolla de manera más autónoma un plan de trabajo que oriente su investigación, mostrando responsabilidad, solidaridad y equidad. • Utiliza la información obtenida mediante la experimentación o investigación bibliográfica para elaborar argumentos, conclusiones y propuestas de solución. • Diseña y elabora objetos técnicos, experimentos o modelos que le permitan describir, explicar y predecir fenómenos eléctricos, magnéticos o sus manifestaciones. • Reconoce aciertos y dificultades en 	<p style="text-align: center;">Proyecto: imaginar, diseñar y experimentar para explicar o innovar (opciones)*. integración y aplicación</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cómo se obtiene, transporta y aprovecha la electricidad que utilizamos en casa? • ¿Qué es y cómo se forma el arcoíris?

relación con los conocimientos aprendidos, las formas de trabajo realizadas y su participación en el desarrollo y comunicación del proyecto.	
--	--

Bloque V. Conocimiento, sociedad y tecnología

<p>Competencias que se favorecen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comprensión de fenómenos y procesos naturales desde la perspectiva científica. • Comprensión de los alcances y limitaciones de la ciencia y del desarrollo tecnológico en diversos contextos. • Toma de decisiones informadas para el cuidado del ambiente y la promoción de la salud orientadas a la cultura de la prevención. 	
Aprendizajes esperados	Contenidos
<ul style="list-style-type: none"> • Identifica algunas de las ideas acerca del origen y evolución del Universo, y reconoce sus alcances y limitaciones. • Describe algunos cuerpos que conforman al Universo: planetas, estrellas, galaxias y hoyos negros, e identifica evidencias que emplea la ciencia para determinar algunas de sus características. • Reconoce características de la ciencia, a partir de los métodos de investigación empleados en el estudio del Universo y la búsqueda de mejores explicaciones. • Reconoce la relación de la tecnología y la ciencia, tanto en el estudio del Universo como en la búsqueda de nuevas tecnologías. 	<p>Universo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Teoría de “La gran explosión”; evidencias que la sustentan, alcances y limitaciones. • Características de los cuerpos cósmicos: dimensiones, tipos; radiación electromagnética que emiten, evolución de las estrellas; componentes de las galaxias, entre otras. La Vía Láctea y el Sol. • Astronomía y sus procedimientos de investigación: observación, sistematización de datos, uso de evidencia. • Interacción de la tecnología y la ciencia en el conocimiento del Universo.
<ul style="list-style-type: none"> • Aplica e integra conceptos, habilidades, 	<p>Proyecto:</p>

<p>actitudes y valores mediante el diseño y la realización de experimentos, investigaciones, objetos técnicos (dispositivos) y modelos, con el fin de describir explicar y predecir fenómenos y procesos del entorno.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desarrolla de manera más autónoma su proyecto, mostrando responsabilidad, solidaridad y equidad en el trabajo colaborativo; asimismo, reconoce aciertos y dificultades en relación con los conocimientos aprendidos, las formas de trabajo realizadas y su participación en el proyecto. • Plantea preguntas o hipótesis que generen respuestas posibles, soluciones u objetos técnicos con imaginación y creatividad; asimismo, elabora argumentos y conclusiones a partir de evidencias e información obtenidas en la investigación. • Sistematiza la información y los resultados de su proyecto, comunicándolos al grupo o a la comunidad, utilizando diversos medios: orales, textos, modelos, gráficos y tecnologías de la información y la comunicación. • Argumenta los beneficios y perjuicios de las aportaciones de la ciencia y la tecnología en los estilos actuales de vida, en la salud y en el ambiente. 	<p>Imaginar, diseñar y experimentar para explicar o innovar (opciones)*. Integración y aplicación.</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>La tecnología y la ciencia en los estilos de vida actual.</i> • ¿Cuáles son las aportaciones de la ciencia al cuidado y la conservación de la salud? • ¿Cómo funcionan las telecomunicaciones? <p><i>Física y ambiente.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cómo puedo prevenir y disminuir riesgos ante desastres naturales al aplicar el conocimiento científico y tecnológico en el lugar donde vivo? • ¿Crisis de energéticos? ¿Cómo participo y qué puedo hacer para contribuir al cuidado del ambiente en mi casa, la escuela y el lugar donde vivo? <p><i>Ciencia y tecnología en el desarrollo de la sociedad.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué aporta la ciencia al desarrollo de la cultura y la tecnología? • ¿Cómo han evolucionado la física y la tecnología en México? • ¿Qué actividades profesionales se relacionan con la física? ¿Cuál es su importancia en la sociedad?
---	--

*El proyecto estudiantil deberá permitir el desarrollo, integración y aplicación de aprendizajes esperados y de competencias. Es necesario destacar la importancia de desarrollarlo en cada cierre de bloque; para ello debe partirse de las inquietudes de los alumnos, con el fin de que elijan una de las opciones de preguntas para orientarlo, o bien planteen otras. También es importante realizar, junto con los alumnos, la planeación del proyecto en el transcurso del bloque, para desarrollarlo y comunicarlo durante las dos últimas semanas del bimestre. Asimismo, es fundamental aprovechar la tabla de habilidades, actitudes y valores de la formación científica básica, que se localiza en el Enfoque, con la intención de identificar la gama de posibilidades que se pueden promover y evaluar”

ANEXO 2. Descripción de la propuesta de EpC del curso Física 2º

A continuación, se presentan los bloques temáticos que se han organizado de tal forma que se favorezca la comprensión; son prioritarios para alcanzar las metas de comprensión adecuadas a la formación del estudiante en el curso de Ciencias II para 2º año de secundaria con énfasis en Física. Los bloques seleccionados son:

Bloque 1: La energía y su transformación

Bloque 2: Fuerza y movimiento

Bloque 3: Propiedades magnéticas y eléctricas.

Bloque 4: Ondas

Para cada uno de estos bloques se ha considerado un listado de metas de comprensión y de desempeño que proveen una medida de dicha comprensión. Al considerar lo que se espera que comprenderá un estudiante durante su formación y cómo esto se traduce luego en su desempeño a lo largo del ciclo escolar.

Bloque 1: La energía y su transformación

El concepto de energía tiene un carácter integrador y generador de cambios físicos, químicos y biológicos, que nos permite explicar fenómenos que tienen lugar en la naturaleza. Es una conexión con el resto de las disciplinas del área de Ciencias.

El objetivo es construir un concepto de energía como magnitud física, que describe un sistema en el cual se puede manifestar en muchas formas (trabajo, potencia, energía mecánica ya sea potencial o cinética), así como la de transformarse unas en otras, puede ser conservada, degradada y transferida. Es primordial la reflexión sobre el cuidado de las fuentes no renovables y su relación con la educación tecnológica.

Se subraya el estudio del calor como una forma de energía que transita entre cuerpos, que tienen diferentes temperaturas, ya sea que estén o no en contacto, como en el caso de la radiación.

Los contenidos propuestos para el bloque son:

Energía, sus manifestaciones, su transferencia, conservación y degradación.

Unidades

El Impacto ambiental y los recursos renovables y no renovables.

Calor, temperatura y su equilibrio térmico. Formas de transmitir el calor.

Medición de la temperatura y sus escalas. Efectos del calor sobre los cuerpos. Conductores y aislantes. Unidades.

Bloque 2: Fuerza y movimiento

El elemento importante de este bloque es la idea de “fuerza” como una magnitud física que puede cambiar la forma o velocidad de un cuerpo, considerando sus características, clasificación y representación. Se pretende que el estudiante pueda reconocer y explicar la existencia de fuerzas y los efectos producidos al interactuar dos cuerpos, en ejemplos dados en clase y en la vida cotidiana.

Se destaca el concepto de rozamiento, ya que nos remite a construir relaciones con la idea de calor, enlazando los aspectos mecánicos y térmicos del movimiento, ya que nos permite hacer una relación con los conceptos de transformación y disipación de la energía.

Las Leyes de Newton nos sirven para explicar muchos fenómenos físicos como la inercia (1º ley), la relación entre masa, fuerza y aceleración (2º ley), la interacción entre cuerpos (3º ley) y la atracción de la gravedad.

Se examinan las fuerzas en líquidos en reposo y el concepto de presión, entendida como el efecto de múltiples colisiones de partículas contra una superficie, explicada por el principio de Pascal.

Se explora el movimiento de los cuerpos, como efecto de la aplicación de una fuerza.

Los contenidos propuestos para el bloque son:

Fuerzas, clasificación y aplicaciones. Equilibrio entre fuerzas. Máquinas simples. Leyes de Newton. Medición de fuerzas. Tipos de dinamómetros. Unidades.

Presión. Aplicaciones. Fluidos en reposo: variables involucradas en su estudio (densidad, peso específico, profundidad, presión); empuje (módulo, dirección y sentido). Flotabilidad. Principios que los rigen. Unidades.

El movimiento: Posición y sistema de referencia, trayectoria. Rapidez y velocidad. Aceleración. Unidades.

Bloque 3: Propiedades eléctricas y magnéticas

En este bloque pondremos de relieve dos ejemplos fundamentales de acciones a distancia: los fenómenos eléctricos y magnéticos. Se realiza un rápido recorrido histórico para entender que la ciencia no es ajena a la evolución del hombre.

Conocer cómo se produce la electricidad, los fenómenos eléctricos y magnéticos y las aplicaciones de sus efectos. Una manera sencilla de conocer las propiedades y usos de los imanes es experimentando con ellos.

La electricidad no se puede explicar en términos más sencillos que los del comportamiento de las cargas eléctricas. Su comportamiento es más fundamental en la naturaleza que el de otras cosas más familiares y ha tenido mucha influencia en el desarrollo de la sociedad.

Al descubrir que las propiedades eléctricas son generales a toda la materia, nos permite deducir la existencia de cargas eléctricas en la estructura interna de la misma.

Para abordar el concepto de electricidad se les pide a los alumnos que traten de comprender sus elementos fundamentales, en lo posible de forma experimental y no profundizar sobre los modelos matemáticos. Así, se pueden armar circuitos eléctricos con el propósito de comprobar la ley de Ohm.

Los contenidos propuestos para el bloque son:

La carga eléctrica como propiedad de la materia. Electrización por rozamiento y por inducción. Aislantes y conductores. Instrumentos eléctricos. Unidades.

Corriente eléctrica. Circuitos eléctricos. Voltaje e intensidad. Resistencia. Ley de Ohm. Unidades. Fenómenos electrostáticos.

Magnetismo. Polos magnéticos. Imanes naturales. Materiales ferromagnéticos. Magnetismo inducido. Líneas de campo magnético. Brújulas. Polos geográficos y magnéticos. Campo terrestre. La navegación. Electroimanes. Unidades.

Bloque 4: Ondas

En este bloque se adquirirá el conocimiento sobre fenómenos de movimientos ondulatorios para el estudio del sonido, la luz y otras radiaciones. Así como conocer la naturaleza de la luz y los fenómenos luminosos.

Conocer la causa del sonido, sus cualidades, consecuencias y sus aplicaciones. Los fenómenos como el sonido y la luz son usuales en la vida del hombre, y éstos son dos ejemplos de la propagación de la energía de forma continua y sin desplazamiento de masa en las ondas, y en forma discreta y con transporte de materia en el movimiento de partículas, esto nos facilita la comprensión de los fenómenos a través de la investigación de diversas aplicaciones de la tecnología de mucha importancia para la sociedad actual.

Los contenidos propuestos para el bloque son:

Ondas, características, clasificación y forma de propagación en distintos medios.

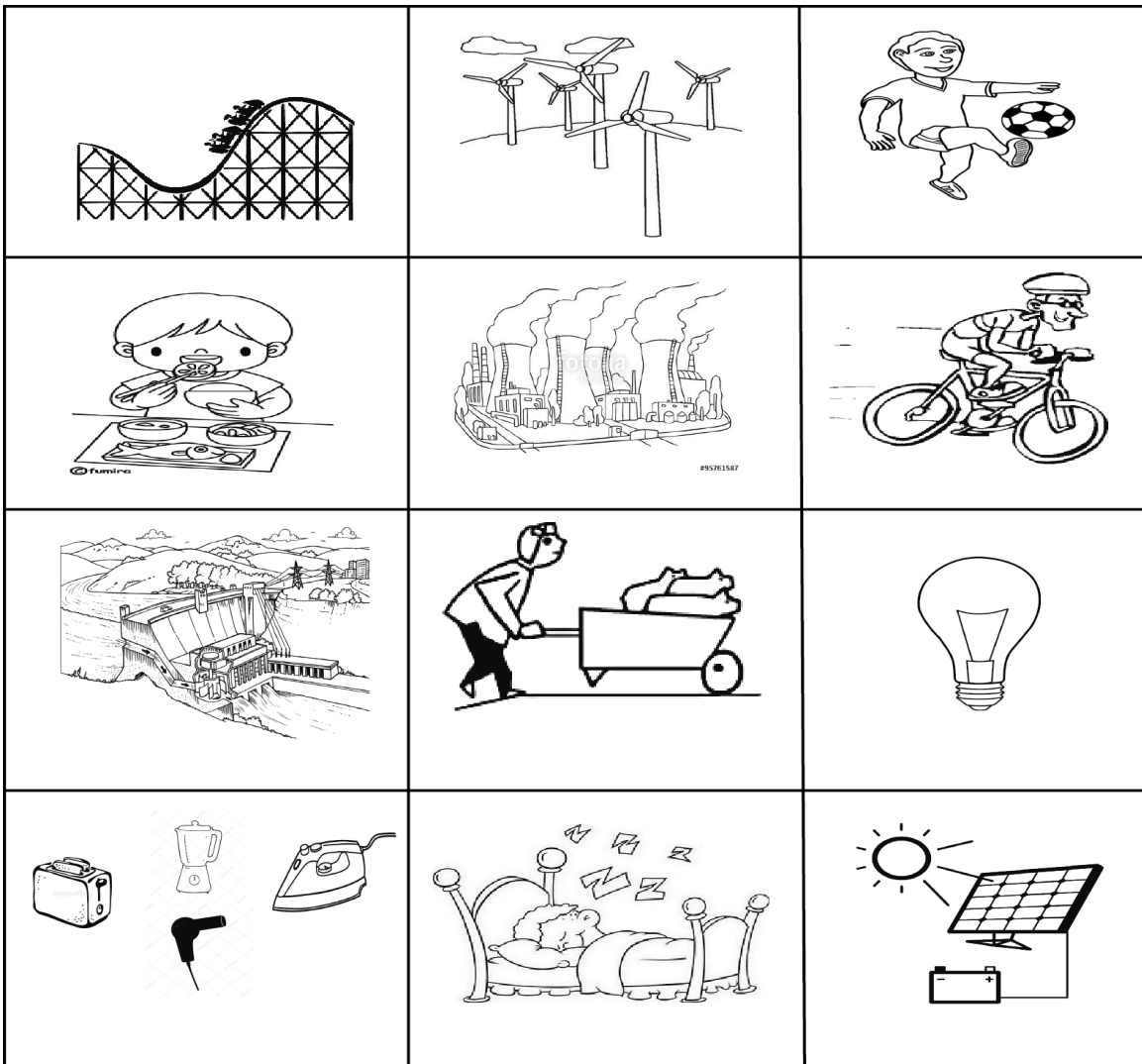
Luz, sus características, fuentes luminosas y cuerpos iluminados. Calor. Reflexión y refracción.

Sonido, sus características, tono, intensidad y timbre. Instrumentos. Unidades.

ANEXO 3. Prueba de saberes previos

Nombre del estudiante:

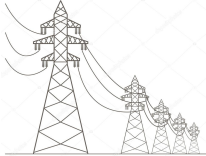
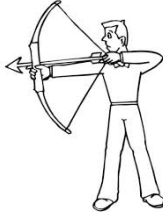

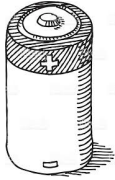

1. Observa con atención las siguientes imágenes y señala con una X dos de ellas que se relacionen más con la idea de lo que tú entiendes por Energía. Escribe debajo de la imagen seleccionada una frase que indique la relación que existe entre ella y el concepto de Energía.



ANEXO 4. Prueba de saberes previos.

Nombre del estudiante:

2. De acuerdo con las siguientes situaciones de la vida cotidiana, encuentra el tipo de energía asociado y únelos con una línea.

Situación cotidiana	Tipo de Energía
	Energía Química
	Energía Eólica
	Energía Eléctrica
	Energía Potencial
	Energía Cinética

ANEXO 5. Ciencia, tecnología y sociedad

Lectura: “Ciencia Tecnología y Sociedad: Conservación de la energía” (Hewitt, 2007, p. 15).

Los combustibles fósiles representan el 95% del consumo mundial de energía. El petróleo, el gas natural y el carbón suministran casi toda la energía que requiere la industria. Dependemos de estos combustibles debido a que, hasta hace poco, existían en abundancia y eran convenientes, su consumo no impactaba en el medio ambiente. Pero todo cambió, porque hoy en día consumimos una gran cantidad de combustible fósil, de tal manera que estamos a punto de agotar las reservas mundiales. Tanto en México como en el mundo, el consumo de combustibles fósiles está contaminando mucho el aire que respiramos y el agua que bebemos. Pero, a pesar de estos problemas, muchas personas piensan que los combustibles fósiles son inagotables como el Sol y que su uso es aceptable ya que nos proporcionaron energía durante todo el siglo XX. Desde el punto de vista económico, los combustibles fósiles aún son menos caros en comparación con otras fuentes de energía, pero esto va a cambiar. Empezando con que se pone en riesgo el medio ambiente.

ANEXO 6. Rúbrica para los mapas conceptuales

Mapa conceptual				
Criterio	Excelente	Bueno	Suficiente	Insuficiente
Organización de información	Identifica claramente los componentes principales del tema tratado, así como las características de cada uno de ellos. Organiza la información de forma entendible y las imágenes, dibujos y colores, permiten identificar los conceptos principales y secundarios.	Identifica algunos componentes principales del tema tratado y las características de ellos. La información está organizada de forma entendible, pero las imágenes, dibujos y colores no permiten identificar de manera clara los conceptos principales y secundarios.	El alumno identifica pocos componentes del tema tratado. La organización es confusa y son escasas las imágenes, dibujos y colores, utilizados para identificar conceptos principales y secundarios.	Identifican escasos componentes del tema tratado y sus características. La organización de la información es poco entendible y las imágenes, dibujos y colores, tienen poca relación con los conceptos principales y secundarios.

ANEXO 7. Rúbrica para las exposiciones

Exposición				
Criterio	Excelente	Bueno	Suficiente	Insuficiente
Comunicación verbal	Demuestra un buen dominio del tema; utiliza un vocabulario apropiado y responde preguntas.	Demuestra dominio del tema, utiliza un buen vocabulario y responde algunas preguntas.	Demuestra poco dominio del tema, el vocabulario utilizado es entendible y las respuestas a las preguntas son poco pertinentes.	El dominio del tema es escaso, el vocabulario utilizado es poco entendible.

ANEXO 8. Rúbrica para los trabajos escritos

Trabajo Escrito				
Criterio	Excelente	Bueno	Suficiente	Insuficiente
Comunicación escrita	Reflexiona acerca de la importancia del tema a tratar. Sus opiniones son claras y bien fundamentadas. El texto muestra coherencia.	Reconoce que el tema a tratar es importante. Sus opiniones son entendibles y el texto muestra coherencia.	Tiene nociones de la importancia del tema a tratar. Sus opiniones son poco claras, pero el texto es entendible.	Conoce muy poco la influencia del tema a tratar en la humanidad. No contiene sus opiniones o estas son escasas. El texto tiene poca coherencia.

ANEXO 9. Rúbrica para el trabajo en equipo

Trabajo en equipo				
Criterio	Excelente	Bueno	Suficiente	Insuficiente
Colaboración	Muestra mucho interés en el trabajo, debate y argumenta puntos de vista, colabora en todo momento y apoya a sus compañeros.	Muestra interés en el trabajo, da a conocer su opinión, colabora para la realización del trabajo, pero muestra poco apoyo a sus compañeros.	Muestra poco interés en el trabajo, sus aportaciones son escasas y apoya muy poco a sus compañeros.	El interés por la realización del trabajo es muy escaso, sus aportaciones son nulas.

ANEXO 10. Rúbrica para el proyecto final

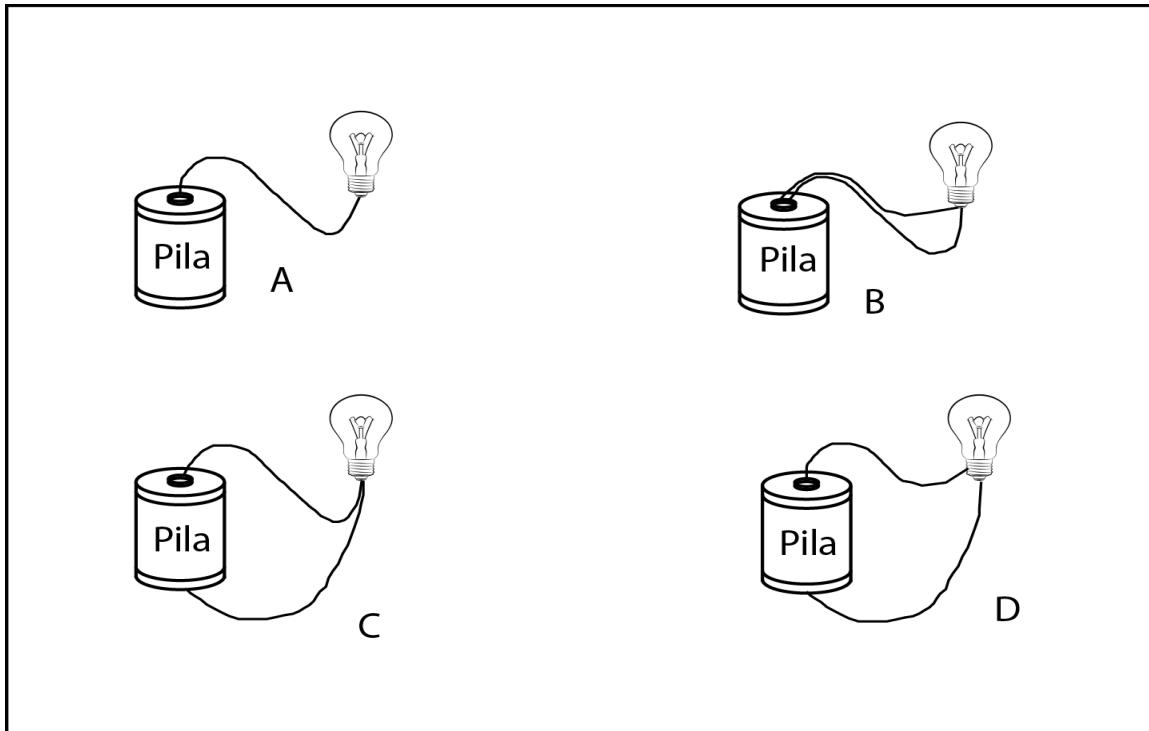
Proyecto				
Criterio	Excelente	Bueno	Suficiente	Insuficiente
Puntualidad	El proyecto fue entregado en la fecha estipulada.	El proyecto fue entregado un día después de la fecha estipulada.	El proyecto fue entregado dos días después de la fecha estipulada.	El proyecto fue entregado tres días después de la fecha estipulada.
Dibujos	Incluye dibujos claros y precisos que facilitan la comprensión del proyecto.	Incluye dibujos de manera un poco desordenada	Incluye dibujos imprecisos.	No hay dibujos.
Portada e introducción	El proyecto incluye una portada con todos los datos que requiere un trabajo y tiene una breve introducción del proyecto escrita en forma clara y precisa	El proyecto incluye una portada con todos los datos que requiere un trabajo y tiene una breve introducción del proyecto, pero no es clara ni precisa.	El proyecto incluye una portada con todos los datos que requiere un trabajo y no tiene introducción.	El proyecto no incluye una portada ni una introducción.
Justificación del proyecto	Explica las razones por las que se hará el proyecto, así como los contenidos transversales a desarrollar.	Explica las razones por las que se hará el proyecto sin los contenidos transversales a desarrollar.	Explica las razones por las que se hará el proyecto limitadamente, sin los contenidos transversales a	Omite explicar las razones por las que se hará el proyecto y no menciona los contenidos transversales a desarrollar.

			desarrollar.	
Objetivos del proyecto	Los objetivos son claros y precisos, nos permiten saber hacia dónde vamos y lo que esperamos del proyecto. Son posibles de cumplir, medir y evaluar.	Se definen los objetivos y permiten de alguna manera saber hacia dónde vamos con el proyecto, aunque son difíciles de medir y evaluar.	Se establecen los objetivos para el proyecto, pero no permiten determinar si los resultados son medibles y si responden a las necesidades planteadas.	Se establecen de alguna manera objetivos que no son claros, no es posible medirlos o evaluarlos.
Materiales	Todos los materiales usados en el proyecto son descritos clara y precisamente.	Casi todos los materiales usados en el proyecto son descritos clara y precisamente.	Algunos materiales usados en el proyecto están descritos.	Muchos materiales están descritos sin precisión o no están.
Procedimiento	El procedimiento está enlistado y enumerado con pasos claros; es una oración completa y fácilmente entendible. Los pasos están delineados en orden y están adecuadamente detallados para reproducir el	El procedimiento está enlistado y enumerado en un orden lógico, pero no son oraciones completas. Los pasos están delineados en orden y casi adecuadamente detallados.	El procedimiento está enlistado pero los pasos no están en orden lógico y son difíciles de seguir. No hay suficientes detalles para reproducir el procedimiento.	El procedimiento no enlista en forma precisa todos los pasos del proyecto. Es difícil reproducir el procedimiento.

	procedimiento.			
Material reciclado o de desecho	Contiene un mínimo de 70% de material reciclado o de desecho.	Contiene menos del 70% pero más del 50% del material reciclado o de desecho	Contiene menos del 50% del Material reciclado o de desecho.	No contiene material reciclado o de desecho.

ANEXO 11. Circuitos eléctricos simples

Marca el dibujo que conecta el foco a la pila para que se encienda



Fuente: elaboración propia, basado en Hewitt, P. (2007).

ANEXO 12. Distribución del tiempo de trabajo para secundaria

DISTRIBUCIÓN DEL TIEMPO DE TRABAJO PARA SECUNDARIA					
PRIMER GRADO	HORAS	SEGUNDO GRADO	HORAS	TERCER GRADO	HORAS
Español I	5	Español II	5	Español III	5
Segunda Lengua: Inglés I	3	Segunda Lengua: Inglés II	3	Segunda Lengua: Inglés III	3
Matemáticas I	5	Matemáticas II	5	Matemáticas III	5
Ciencias I (énfasis en Biología)	6	Ciencias II (énfasis en Física)	6	Ciencias III (énfasis en Química)	6
Geografía de México y del Mundo	5	Historia I	4	Historia II	4
		Formación Cívica y Ética I	4	Formación Cívica y Ética II	4
Educación Física I	2	Educación Física II	2	Educación Física III	2
Tecnología I	3*	Tecnología II	3*	Tecnología III	3*
Artes I (Música, Danza, Teatro o Artes Visuales)	2	Artes II (Música, Danza, Teatro o Artes Visuales)	2	Artes III (Música, Danza, Teatro o Artes Visuales)	2
Asignatura Estatal	3				
Tutoría	1	Tutoría	1	Tutoría	1
TOTAL	35		35		35

La jornada semanal de las escuelas secundarias generales es de 35 horas (SEP, 2011b, p. 84)