



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA
EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR**

FACULTAD DE CIENCIAS

**TRABAJO DE LABORATORIO DIRIGIDO
EN FÍSICA PARA EL BACHILLERATO**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE

**MAESTRA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN
MEDIA SUPERIOR (FÍSICA)**

P R E S E N T A

OLIVIA URDAPILLETA LEYVA

DIRECTOR DE LA TESIS: DR. JORGE R. BAROJAS WEBER

MÉXICO, D.F

ABRIL, 2010



Universidad Nacional
Autónoma de México



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 general

Índice general	I
Introducción	VI
1. Marco teórico	1
1.1. Cuatro principios de la educación según la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO)	1
1.2. Diferentes enfoques de bachillerato	2
1.2.1. Bachillerato basado en contenidos.	2
1.2.2. Bachillerato Internacional	4
1.2.3. Bachillerato basado en estándares.	5
1.3. Enseñanza basada en competencias.	6
1.3.1. Marco Curricular Común basado en competencias.	6
1.4. Evaluaciones estandarizadas	8
1.4.1. Prueba ENLACE	9
1.4.2. Evaluación PISA.	10
1.4.3. Contrastes entre PISA y ENLACE	12
1.5. Enfoques de enseñanza de la ciencia	13
1.5.1. Enfoque basado en la enseñanza tradicional	13
1.5.2. Enfoques basados en el constructivismo psicogenético	14
1.5.3. Enfoques basados en el aprendizaje significativo.	18
1.5.4. Enfoques basados en el constructivismo social	20

1.6. Trabajo de laboratorio dirigido	24
1.6.1. Grados de libertad dentro del laboratorio.	25
1.6.2. Clasificación de Pella.	25
1.6.3. Clasificación de Pessoa	26
1.6.4. Relación entre niveles PISA y grados de libertad	27
2. Descripción de la propuesta y metodología.	30
2.1. Descripción de la propuesta	30
2.2. Metodología	31
2.3. Desarrollo de materiales	32
2.3.1. Exámenes	32
2.3.2. Cuestionario de actitudes y cuestionario final.	40
2.4. Actividades de laboratorio	40
2.4.1. ¿Cómo medir?	41
2.4.2. Medición de densidad	44
2.4.3. Calorimetría	46
2.4.4. Densímetro	50
2.4.5. Ley de Ohm	53
2.4.6. Determinación del valor de g	55
2.4.7. Acelerómetro	57
3. Aplicación de la propuesta	60
3.1. Aplicación de la propuesta	60
3.1.1. Evaluación del trabajo de laboratorio	60
3.2. Resultados de los cuestionarios	67
3.2.1. Cuestionario inicial	67
3.2.2. Cuestionario final	69
3.3. Resultados de los exámenes	72
3.3.1. Examen diagnóstico	72

3.3.2. Examen final	77
3.4. Análisis de los resultados	81
4. Conclusiones	83
Referencias	85
APÉNDICES	86
A. Competencias genéricas para la Educación Media Superior de México (RIEMS)	87
B. Niveles de desempeño PISA	91
C. Cuestionarios	97
C.1. Cuestionario inicial de actitudes	97
C.2. Cuestionario final	99
D. Materiales de apoyo	101
D.1. Rúbrica de evaluación del reporte experimental	101
D.2. Partes de un reporte	103
D.3. Comprando un celular. Un ejemplo de cómo escribir un reporte de laboratorio.	104
D.3.1. Resumen	104
D.3.2. Marco teórico	104
D.3.3. Procedimiento	105
D.3.4. Resultados	106
D.3.5. Análisis	107
D.3.6. Conclusión	108
D.4. Cosas que tomar en cuenta para diseñar un procedimiento experimental.	109
E. Planes de clase	112

E.1. Primera clase	112
E.2. Segunda clase	113
E.3. Tercera clase	115
E.4. Cuarta clase	119
E.5. Quinta clase	122
E.6. Sexta clase	124
E.7. Séptima clase	126
E.8. Octava clase	127
E.9. Novena clase	129
E.10. Décima clase	132
E.11. Onceava clase	133
E.12. Doceava clase	135
E.13. Treceava clase	137
E.14. Catorceava clase	138

Agradecimientos

Gracias: A mis profesores de la maestría por ayudarme a crecer como docente y persona. A Jorge Barojas por aceptar mis locuras y centrarme cuando éstas se volvían muy grandes. A Juan por sus opiniones y apoyo; por ser no sólo un profesor sino una guía. A Graciela por escucharme cuando estaba a punto de tirar la toalla y tener siempre una palabra de aliento. A Aldo por agunatarme, apoyarme, quererme y sobre todo por ayudarme a crecer junto a él (y dejar la certificación por la MADEMS). A mi papá por guíarme en la vida y escucharme cuando las cosas no iban bien. A mis tías Tere y Lulú por creer en mí, apoyarme y dejarme jugar Oli gana para liberar la tensión. A mis compañeros por todo el conocimiento y experiencia que me hicieron el favor de compartir conmigo. A mis alumnos por recordarme todos los días que mi crecimiento como docente apenas comienza y es una experiencia de cada día. A Erick por prestarme sus grupos para este trabajo.

Introducción

La manera tradicional de enseñar, en particular ciencias, ya no es capaz de satisfacer las necesidades cognitivas a las que se ven enfrentados actualmente los estudiantes. El sistema escolar mexicano se caracteriza por prácticas descontextualizadas donde se dejan de lado los problemas a favor de ejercicios repetitivos que requieren poco análisis. Este sistema de trabajo se aleja significativamente del rumbo que está tomando la sociedad actual, por lo que es necesario replantear la forma en que se enseñan los contenidos.

Actualmente los programas de estudio de los diferentes sistemas de educación media superior en México se caracterizan por estar compuestos por una gran cantidad de contenidos sin relación entre sí; los métodos de evaluación son exámenes con una gran cantidad de reactivos, en los que para aprobar, basta con que el alumno domine las relaciones matemáticas proporcionadas por el profesor y los conceptos de memoria. Análogamente el trabajo en laboratorio es repetitivo y la única participación del alumno en el proceso es la toma de datos. Este enfoque hace que los alumnos dominen los conocimientos de una forma técnica, sin entenderlos realmente ni poder emitir opiniones al respecto o ir más lejos.

Si lo que deseamos como docentes es preparar alumnos que se puedan desarrollar en la sociedad actual cumpliendo los requerimientos de la misma, debemos redirigir los planteamientos de enseñanza, fomentando la transferencia de los conocimientos adquiridos en el aula a situaciones de la vida real cuya solución deba ser argumentada usando los conocimientos y procedimientos científicos que se tienen. Para esto el trabajo en el laboratorio dirigido parece un camino natural.

El trabajo de laboratorio dirigido es el punto medio entre el modelo de prácticas tradicionales y el aprendizaje por descubrimiento. Por un lado la responsabilidad del trabajo de laboratorio, desde el planteamiento de la hipótesis hasta el análisis de los datos, está en

manos de los alumnos. Sin embargo, a diferencia del aprendizaje por descubrimiento, el profesor es la guía en el proceso, proporcionando la ayuda necesaria para que el trabajo en el laboratorio se lleve a cabo en las mejores condiciones. Así los alumnos no son dejados a la deriva ni se les da el camino por recorrer.

Debido a que los alumnos que llegan al bachillerato llevan alrededor de 9 años acostumbrados a la forma tradicional de trabajo, el cambio entre las prácticas tradicionales y el trabajo de laboratorio dirigido no se puede hacer de golpe. En el trabajo de laboratorio dirigido el profesor debe ayudar al alumno en la realización del trabajo, sin ser el responsable. Así mismo, se busca no dejar de golpe toda la responsabilidad del trabajo al alumno sino guiarlo de forma en que a lo largo de un año el alumno vaya obteniendo las habilidades necesarias. Para ello se plantea a lo largo de este trabajo el concepto de grados de libertad los cuales manejan distintos niveles de participación del alumno en la resolución de un problema experimental.

A lo largo de este trabajo se relatará una experiencia en la que se aplica el modelo de laboratorio dirigido aumentando la participación de los alumnos dentro del laboratorio a lo largo de un ciclo escolar en la Escuela Nacional Preparatoria. Los resultados obtenidos en esta intervención muestran que este método de trabajo permite desarrollar las habilidades argumentativas de los alumnos. Así mismo, busco que este trabajo sirva de guía a profesores que quieran intentar un nuevo modelo de trabajo dentro del laboratorio.

Este trabajo consiste de cuatro capítulos principales. En el primer capítulo se describe el marco teórico en el que se hace un esbozo del sistema de Educación Media Superior y de las teorías educativas. En el segundo capítulo se describe propiamente la propuesta, metodología y materiales usados. En el tercer capítulo se exponen los resultados obtenidos a partir de la intervención. Y finalmente el capítulo cuatro muestra las conclusiones.

Capítulo 1

Marco teórico

1.1. Cuatro principios de la educación según la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO)

La educación es un campo complejo, ya que en él se involucran muchas personas y con ellas sus ideologías, afectos, etc. Sin embargo, en lo que se coincide es en la importancia de la educación para el desarrollo de la sociedad. Esta importancia es patente en el Informe de la UNESCO de la comisión internacional sobre la educación en el siglo XXI (Delors, 1993). En ella se señala la importancia de una reforma educativa que satisfaga las necesidades actuales de los países y de los individuos. En este documento se proponen cuatro pilares de la educación para estos fines.

Los cuatro pilares de la educación señalados en este documento son: aprender a **conocer**, aprender a **convivir**, aprender a **hacer** y aprender a **ser**. El primer pilar responde al mundo en constate cambio y a la necesidad de tomar decisiones informadas, pensadas y negociadas; así como a la necesidad de continuar aprendiendo aún después de terminada la edad escolar. El segundo pilar responde a la pluralidad y a la búsqueda de una sociedad pacífica y tolerante a las ideas ajenas. El tercer pilar responde a la necesidad no sólo de obtener conocimiento sino de ser capaz de aplicarlo en el beneficio de la sociedad. Finalmente, el cuarto pilar resalta la necesidad de conocerse a sí mismo para crecer en el plano espiritual, social y cognoscitivo.

En la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sustentable celebrada en el 2002 (UNESCO, 2001) se reconoce que estos pilares contribuyen a las características que se requieren en una sociedad par su desarrollo sustentable. Siendo necesarios para el desarrollo sustentable: el reconocimiento del cambio que se logra aprendiendo a conocer; la responsabilidad colectiva y la asociación constructiva lograda a través de aprender a convivir; actuar con determinación, aprendiendo a hacer. Y con la entereza de la dignidad humana que se logra aprendiendo a ser. De esta manera se resalta la importancia de los cuatro pilares de la educación en el desarrollo de los países.

1.2. Diferentes enfoques de bachillerato

Dado que la UNESCO destaca la importancia de la educación para el desarrollo de los países, resulta importante revisar la forma en que la educación se acerca a lograr estos fines. México cuenta con diferentes subsistemas de Educación Media Superior (EMS) con diferentes enfoques. Estos enfoques determinan el perfil del egresado, y por tanto las habilidades y conocimientos que poseen los estudiantes al finalizar este ciclo educativo. A continuación revisaremos algunos de estos enfoques.

1.2.1. Bachillerato basado en contenidos.

El término de bachillerato basado en contenidos, para este trabajo, corresponde a todos aquellos subsistemas de educación media superior cuyo currículo se basa en una lista que incluye los temas de la asignatura. Los currículos basados en contenidos tienen como característica particular el englobar una gran cantidad de conocimiento disciplinario; es decir, son enciclopédicos. Se pone mayor énfasis en el hecho de que los alumnos tengan grandes cantidades de información más que en el desarrollo de habilidades. En general el perfil del egresado que señalan no es claro o tiene poca relación con los contenidos impartidos. Dentro de este género entran en particular los subsistemas de bachillerato de la UNAM: Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) y Escuela Nacional Preparatoria (ENP). En ambos subsistemas el perfil del egresado se encuentra enunciado en términos de los contenidos que el alumno debe manejar, más que en las habilidades que debe tener.

El programa de la Escuela Nacional Preparatoria contempla un total de 12 materias por año, por un total de 3 años. Teniendo en el último año la posibilidad de elegir un área de conocimiento preferencial de entre cuatro predeterminadas: físico—matemática; químico—biológica; económico—administrativa; y Humanidades. Además de elegir un área

1. Marco teórico

se elige una materia optativa en el último año. En el caso del CCH se contemplan un total de 6 semestres. Los cuatro primeros semestres se cursan 6 materias obligatorias en cada uno para hacer un total de 24 materias obligatorias. En los últimos dos semestres los alumnos cursan 7 materias; filosofía con carácter de obligatorio y seis materias optativas. Las materias optativas son elegidas por los alumnos con base a su interés profesional.

Existe una diferencia en la forma de enunciar los contenidos en ambos subsistemas. En el caso de los programas de la ENP se enuncian tal cual en forma de contenidos mientras en el CCH se enuncian como aprendizajes. Sin embargo, al analizar más a fondo los programas se puede ver que en ambos casos se trata de contenidos. Tomemos el caso del curso obligatorio de física en ambos subsistemas; en particular el tema de transferencia de energía. En el programa de la ENP (ENP, 1996) se propone como contenido: Identificar al trabajo como medida de la transferencia de energía; mientras que en el programa del CCH (CCH, 1996) se establece como aprendizaje: Reconoce y analiza dos formas en la transferencia de energía: trabajo y calor.

Como este caso se pueden encontrar varias correspondencias entre los aprendizajes (CCH) y los contenidos (ENP). En ambos casos se pretende que en el curso de un año (dos semestres en el caso del CCH) los alumnos revisen las diferentes áreas de la física clásica, y un poco de la física moderna.

Un gran problema que presentan estos currículos es la dificultad de transferencia de un subsistema a otro, dado que se dificulta la validación de materias. Si un alumno debe cambiar de lugar de residencia y por tanto de subsistema de EMS se ve obligado en muchos casos a reiniciar sus estudios desde cero. Esto se traduce en un gran número de alumnos que abandonan su educación u optan por la educación abierta.

1.2.2. Bachillerato Internacional

En nuestro país 76 escuelas están inscritas al programa de Bachillerato Internacional de las cuales 53 ofrecen la posibilidad de obtener el diploma (IBO, 2010). El diploma obtenido es reconocido en 6 universidades mexicanas entre ellas la UNAM. En algunas de las escuelas el programa de Bachillerato Internacional se sigue paralelo a los programas establecidos por las instituciones como la UNAM o a la SEP. Este programa se encuentra regulado por una comisión internacional cuya sede principal se encuentra en Ginebra. Es desde ahí que se determinan los requisitos para obtener el diploma. Una ventaja del Bachillerato Internacional es que su diploma es reconocido por muchas universidades nivel mundial.

El programa del bachillerato internacional se cursa a lo largo de dos años durante los cuales los alumnos cursan 12 materias en total, correspondientes a 6 ejes disciplinarios (Figura 1.1): Lengua materna, Individuos y sociedad, Matemáticas e informática, Artes, Ciencias experimentales y Segunda lengua. De estas materias los alumnos deben cursar tres de ellas a nivel medio y tres a nivel superior (IBO, 2005a). Para la obtención del diploma los alumnos requieren presentar además de las evaluaciones positivas de estas 12 materias (teoría del conocimiento), un trabajo de investigación (monografía) y una actividad de creatividad, acción y servicio.

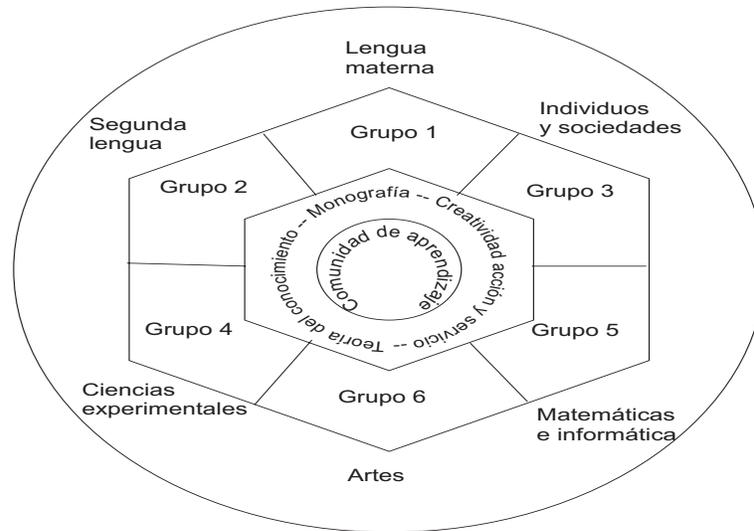


Figura 1.1: Ejes del bachillerato intrnacional

Las evaluaciones de teoría del conocimiento son hechas por los profesores de las asignaturas (IBO, 2005b) bajo la supervisión de un comité externo. La monografía es un trabajo de investigación de 4,000 palabras en una de las seis áreas antes mencionadas. Este trabajo es evaluado de forma externa y permite que el alumno comience a involucrarse en un área específica, siendo de gran ayuda para la elección de carrera. La actividad de creatividad, acción y servicio es una actividad de tipo físico, creativo o de servicio a la comunidad. Se lleva a cabo a lo largo de los años de duración del programa comprendiendo un total de 150 horas. Esta actividad permite que los alumnos tengan experiencias fuera del aula.

Una de las ventajas de este enfoque de bachillerato son las evaluaciones externas, las cuales permiten que el criterio del maestro no sea la última palabra sino que se tengan criterios establecidos externamente. El problema de estas evaluaciones es que finalmente quien está dentro del aula es el profesor, por lo que sus ideas y criterios se verán reflejados en los conocimientos finales de los alumnos. En contraposición a los programas de bachillerato basados en contenidos, este programa se enfoca más en que el alumno vea el conocimiento de forma holística y no tan especializada. Esto puede representar un problema para los docentes mexicanos, ya que estamos acostumbrados a programas basados en contenidos, por lo que este enfoque puede parecer pobre.

1.2.3. Bachillerato basado en estándares.

Otra manera de definir los objetivos educativos en los currículos son los estándares mediante los que se determinan cuáles son los conocimientos mínimos que debe tener un estudiante en un grado determinado. A pesar de que los estándares son parecidos a los contenidos en los currículos, aquellos se indican de una forma más general. El hecho de que estén redactados de una forma más general permite que la institución educativa tenga libertad en la forma en que se busca que su cumplimiento así como los contenidos particulares que los acompañan. Este enfoque en los currículos no se usa en las diferentes instituciones de EMS en México. Es más bien propia de los diferentes estados de los Estados Unidos de Norteamérica (USDE, 2009), Canadá (association, 2010) y Guatemala (Guatemala, 2010) entre otros.

1.3. Enseñanza basada en competencias.

En el 2008 la SEP hizo la propuesta de un Reforma Integral de la Enseñanza Media Superior (RIEMS) respondiendo a dos problemas fundamentales: el bajo porcentaje de eficiencia terminal y la demanda actual de la EMS. El porcentaje de eficiencia terminal corresponde al porcentaje de alumnos que terminan el bachillerato, tomando como el 100 % el número de alumnos que ingresaron. La eficiencia terminal de la EMS en México fue de un 32.9 % en el ciclo 2000–2001 (DGPP, 2006); lo cual es menor al 49.1 % que se tenía en los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) en los años sesentas (OCDE, 2006). Para el ciclo 2008-2009 la eficiencia terminal aumentó al 60.1 % , lo cual implica que casi se duplica.

La demanda que se tiene de la EMS está a punto de alcanzar un máximo histórico. En el 2010 México la mayoría de la población se encontrará entre los 15 y 19 años (geografía, 2010), es decir la edad de cursar la EMS. Por lo que el reto educativo en México es proporcionar educación a un mayor número de jóvenes. Por ello la Secretaría de Educación Pública (SEP) desarrolló la reforma integral del bachillerato para superar estos retos es que se propuso la RIEMS.

La RIEMS propone la creación de un Sistema Nacional de Bachillerato (SNB)(SEP, 2008b). Para esto se trabajó sobre cuatro ejes: la creación de un marco curricular común basado en competencias (MCC), la definición y regulación de las diferentes ofertas, mecanismos de gestión que permitan poner en tránsito la propuesta y un modelo de certificación de los egresados el SNB. Esta propuesta busca aumentar la eficiencia terminal al permitir que los alumnos cambien de institución educativa sin necesidad de iniciar de nuevo sus estudios en este nivel.

1.3.1. Marco Curricular Común basado en competencias.

Para poder determinar el MCC es necesario definir primero lo que se entiende por competencia. En el documento emitido por la SEP se define como: *“Una competencia es la integración de habilidades, conocimientos y actitudes en un contexto específico”* (SEP, 2008b). En dicho marco curricular se definen once competencias genéricas que debe tener el alumno al concluir el ciclo y competencias particulares en cada una de las disciplinas. Así mismo, se definen las competencias que debe tener el docente que las imparta.

1. Marco teórico

Las once competencias genéricas se encuentran organizadas en 6 categorías principales: se autodetermina y cuida de sí; se expresa y comunica; piensa crítica y reflexivamente; aprende de forma autónoma; trabaja en forma colaborativa; y participa con responsabilidad en la sociedad. En el documento desarrollado por la SEP (SEP, 2008b) estas competencias están acompañada de sus principales características (apéndice A).

Las competencias disciplinares se basan en las competencias genéricas y se encuentran organizadas en campos disciplinares amplios: matemáticas, ciencias sociales, ciencias experimentales y comunicación. Esto permite que se puedan adaptar a diferentes enfoques pedagógicos. La materia de Física se encuentra incluida en el área de ciencias experimentales, en la que se enuncian 18 competencias (SEP, 2008a):

1. *Emite juicios de valor sobre la contribución y alcances de la ciencia como proceso colaborativo e interdisciplinario en la construcción social del conocimiento.*
2. *Sitúa la interrelación entre la ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente en contextos históricos y sociales específicos.*
3. *Sustenta opiniones sobre los impactos de la ciencia y la tecnología en su vida cotidiana asumiendo consideraciones éticas*
4. *Identifica problemas, formula preguntas de carácter científico y plantea las hipótesis necesarias para responderlas.*
5. *Obtiene, registra y sistematiza la información para responder a la pregunta de carácter científico, consultando fuentes relevantes y realizando experimentos pertinentes.*
6. *Contrasta los resultados con hipótesis previas y comunica las conclusiones a través de los medios que tenga a su alcance.*
7. *Rectifica preconcepciones personales o comunes sobre diversos fenómenos naturales a partir de evidencias científicas.*
8. *Explicita las nociones científicas que sustentan los procesos para la solución de problemas cotidianos.*
9. *Aplica los conocimientos científicos para explicar el funcionamiento de máquinas de uso común.*
10. *Identifica nuevas aplicaciones de herramientas y productos comunes y diseña y construye prototipos simples para la resolución de problemas, satisfacer necesidades o demostrar principios científicos.*

1. Marco teórico

11. *Establece la relación entre las expresiones simbólicas de un fenómeno de la naturaleza y aquellos rasgos observables a simple vista o mediante instrumentos o modelos científicos.*
12. *Relaciona y explica la organización del sistema solar y la estructura física del planeta Tierra con fenómenos naturales y patrones climáticos.*
13. *Valora la fragilidad de la biosfera y los efectos de la relación hombre–naturaleza.*
14. *Decide sobre el cuidado de su salud a partir del conocimiento de su cuerpo, los procesos vitales y el entorno al que pertenece.*
15. *Actúa en la sociedad para favorecer el desarrollo sostenible.*
16. *Integra los conocimientos de las diversas disciplinas para relacionar los niveles de organización química, biológica, física y ecológica de los sistemas vivos.*
17. *Identifica la importancia del uso y aplicación de las energías alternativas para el desarrollo sostenible.*
18. *Aplica normas de seguridad en el manejo de sustancias, instrumentos y equipo en la realización de actividades experimentales.*

Las competencias propuestas en la reforma integral para el bachillerato, tienen una visión de la ciencia como un todo más que como simples conocimientos inconexos como se presentan en los currículos basados en contenidos, por lo que se requiere de nuevas formas de evaluar y enseñar la ciencia.

1.4. Evaluaciones estandarizadas

Sin importar el enfoque que se busque en la enseñanza, siempre se requiere una forma de evaluar el desempeño de los alumnos. Algunos autores distinguen claramente entre la evaluación del desempeño de un alumno y la calificación obtenida. A pesar de que la mayor parte de los profesores evalúan para calificar a los alumnos en sus materias, la evaluación va más allá que la mera calificación (Arends, 2007). La evaluación corresponde a todos los instrumentos formales e informales que se usan para medir el desempeño de los alumnos en el aula; y el término calificación es emitir un juicio de valor sobre lo evaluado. Así la calificación es la consecuencia de la evaluación, no así el objetivo de la misma.

La evaluación del desempeño del alumno la puede realizar el profesor con base en los objetivos de su curso o se pueden hacer de forma estandarizada. Las pruebas estandarizadas son aquellas desarrolladas por una institución o colegio. Estas pruebas permiten medir el desempeño de los alumnos de distintos planteles y profesores bajo un estándar establecido. El estándar establecido varía según la prueba que se aplique y el nivel educativo. Así, las pruebas estandarizadas sirven no sólo para evaluar el desempeño del alumno sino del profesor y del sistema educativo mismo.

En nuestro país se aplica anualmente una prueba estandarizada de Evaluación Nacional de Logro Académico en Centros Escolares (ENLACE), aplicada por la SEP que evalúa los conocimientos de los alumnos en diferentes niveles educativos. También se realiza cada tres años la prueba del Programa Internacional de evaluación a estudiantes (PISA) realizada por la OCDE, y aplicada a nivel internacional a alumnos de 15 años. A continuación revisaremos las características de estas pruebas así como los resultados arrojados por ellas.

1.4.1. Prueba ENLACE

La prueba enlace es aplicada anualmente a todos los alumnos de tercer año de primaria a tercero de secundaria (en educación básica) y del último año de bachillerato (nivel medio superior). Dado que los programas de educación básica son comunes a todas las instituciones del país, lo que evalúa son los conocimientos obtenidos por los alumnos en el área de español y matemáticas, y una tercera área que varía cada año. Mientras que a nivel Medio Superior se analizan las habilidades que tienen los alumnos de aplicar los conocimientos obtenidos a lo largo de su vida académica. Dado que se va a comparar esta prueba con la prueba de PISA, este trabajo se enfoca a la prueba ENLACE aplicada a nivel básico en el último año de secundaria.

La prueba ENLACE (SEP, 2009a) es una prueba estandarizada centrada en los conocimientos, ya que evalúa el manejo de contenidos de los alumnos basándose en los planes y programas de estudios establecidos por la SEP. Es una prueba de opción múltiple en la que sólo hay una respuesta correcta, lo que permite que la prueba sea calificada por un lector óptico.

La extensión de la prueba es de 50 a 74 reactivos, cuyo número depende del nivel educativo en el que se aplica. Esta prueba permite dar resultados por grado escolar y por asignatura. Esta prueba es diseñada por el Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior (CENEVAL) y profesores de educación básica asesorados por: Universidad Complutense de Madrid, Sociedad Matemática Mexicana, Centro de Investigaciones en Matemáticas, A.C. e Instituto de Evaluación e Ingeniería Avanzada, S.C.

En el 2008 la tercera área que se evaluó fue el área de ciencias. Los resultados obtenidos por los alumnos (SEP, 2009b) se muestran en la página de ENLACE. Se evaluó un total de 1,629,590 alumnos de planteles públicos y privados. En la tabla 1.1 se muestran los resultados globales a nivel nacional de los alumnos de tercero de secundaria.

Tabla 1.1: Resultados ENLACE 2008

	Alumnos	Porcentaje			
		Insuficiente	Elemental	Bueno	Excelente
Matemáticas	1,614,281	55.1	35.7	8.3	0.9
Español	1,611,747	32.9	49.2	17.1	0.8
Ciencias Naturales	1,629,590	20.2	60.7	18.7	0.5

Se puede ver en la tabla que los más del 50 % de los alumnos tiene una nivel insuficiente o elemental. Estos resultados muestran que el desempeño académico de los alumnos es muy bajo aún en manejo de contenidos. Más adelante veremos cómo esto se refleja también en la prueba de PISA.

1.4.2. Evaluación PISA.

El programa para la evaluación de los estudiantes (PISA) fue propuesto por la OCDE y pretende evaluar las habilidades y conocimientos de estudiantes de 15 años que le serán útiles en la vida adulta. PISA pretende medir qué tan bien preparados están los estudiantes para afrontar los retos de la vida adulta. Estos exámenes se realizan cada tres años y tienen como objetivo que los países participantes puedan evaluar su sistema educativo . En cada aplicación se hace énfasis en las diferentes áreas a evaluar. En el año 2000 el énfasis fue en lectura, en 2003 fue en matemáticas y en 2006 en ciencias.

1. Marco teórico

Para estos fines de evaluación el examen PISA es aplicado en 56 países incluyendo los 30 países miembros de la OCDE, lo que permite analizar el 90% de la economía mundial. En cada país se evalúan entre 5,000 y 10,000 estudiantes de diferentes escuelas. Se evalúan tres áreas: matemáticas, ciencias y comprensión de lectura. El examen es para resolverse con lápiz y papel. El tiempo que se da a los alumnos para resolverlo es de dos horas, y se realizan tres combinaciones de preguntas diferentes con diferentes alumnos. A cada alumno se le aplica un cuestionario que debe responder en 30 minutos, acerca de su entorno. Por último los directores de las escuelas tienen 20 minutos para resolver un cuestionario acerca de la escuela.

Lo que distingue a PISA de otros medios de evaluación del nivel académico de los países, es que el resultado de los exámenes no refleja los conocimientos, sino las habilidades de los alumnos. PISA está basado en lo que llaman aprendizaje a futuro, es decir, evalúan los conocimientos y la manera de aplicarlos que tienen los alumnos de 15 años y que necesitarán en su vida adulta. PISA hace énfasis en el entendimiento que tienen los alumnos de los conceptos así como de la habilidad que tienen para usarlos en diferentes situaciones. Las preguntas de PISA son diseñadas para que la situación que se resuelva sea lo más próxima a la vida real que se pueda, que permitan que los estudiantes desarrollen sus propias respuestas. Así mismo viene acompañado de un cuestionario que permite comparar los resultados con su ambiente, su percepción de su ambiente de aprendizaje y su familiaridad con computadoras. En el 2006, también se consideró la percepción y actitud de los alumnos hacia la ciencia.

Los reactivos de PISA son diseñados por un consorcio internacional contratado para este fin por medio de una licitación. En particular los reactivos de la aplicación del 2006 estuvieron a cargo del Consejo Australiano para la Investigación en Educación, que incluye socios en Japón, los Países Bajos y Estados Unidos (Schleicher, 2006). Además se usa un mecanismo de alta calidad para el muestreo, administración y traducción; los exámenes se formulan de manera que el lenguaje sea familiar, lo que se consigue con la ayuda de los países participantes. Hay una gran infraestructura en lo que respecta al manejo de datos.

El desempeño de los estudiantes en esta prueba permite ubicarlos en diferentes niveles de desempeño. Los niveles de desempeño PISA van de nivel 1 al 6, y en cada una de las áreas se explicitan las habilidades a las que corresponde cada uno de estos niveles. En el apéndice B se muestran las características de manejo del conocimiento que tienen los alumnos en cada uno de los niveles según el área (Ciencias (OCDE, 2007), Matemáticas (OCDE, 2004) y lectura (OCDE, 2001)).

El hecho de que los resultados de PISA sean expresados en niveles de desempeño en los que se explicitan las habilidades que tiene el alumno en cada uno de ellos es una ventaja para el docente. Bajo esta escala el docente puede saber qué significa el hecho de que el alumno se encuentre en alguno de estos niveles para trabajar en las habilidades correspondientes a niveles mayores del manejo del conocimiento.

En la aplicación de PISA en el 2006 participaron un total de 57 países, 30 pertenecientes a la OCDE (México incluido) y 27 invitados, evaluándose más de 400,000 estudiantes. Por solicitud del gobierno mexicano en nuestro país se evaluó un total de 30,971 estudiantes (SEP, 2010). Los resultados de México (OCDE, 2007), en lo que a ciencia se refiere, resultan desalentadores. El 51 % de los estudiantes evaluados se encuentran en nivel 1 o por debajo de él. Esto implica que el 51 % de los estudiantes de la población es a lo más, capaz de resolver problemas simples de ciencia en los que las conclusiones son obvias y se siguen directamente de la evidencia presentada. Sólo un 0.3 % de los estudiantes evaluados presentan un desempeño de nivel 6. Estos resultados ponen a México en el último lugar de los países pertenecientes a la OCDE (lugar 30) y en el lugar 49 general.

1.4.3. Contrastes entre PISA y ENLACE

A pesar de que tanto PISA como ENLACE son pruebas estandarizadas, ambas ponen énfasis en diferentes aspectos del conocimiento. Mientras que ENLACE se centra en los contenidos de los programas de estudio, PISA se centra en los conocimientos para la vida. Esto pone en evidencia cómo en México se hace gran énfasis en los contenidos que se enseñan, lo cual evidencia el rezago educativo de nuestro país en cuanto a las tendencias a nivel mundial.

En ambas pruebas los resultados son presentados en función del nivel de desempeño de los estudiantes. Sin embargo, la prueba ENLACE sólo permite 4 niveles distintos (Insuficiente, Elemental, Bueno y Excelente) y no se hace explícito cuáles son las características de cada uno de estos niveles. Por lo que el docente no puede tomar acción al respecto. Mientras que PISA permite un mayor número de niveles y explicita las características de cada uno de los niveles. De esta manera se puede hacer una evaluación crítica de los objetivos educativos que se persiguen en función de las habilidades que tienen los alumnos.

Lo que resulta común en los resultados de ambas pruebas es que la mayoría de los alumnos presentan resultados poco favorables. Lo cual nos lleva a que no sólo no se están promoviendo las habilidades favorecidas en la educación a nivel internacional, sino que no se están logrando los objetivos establecidos por el propio sistema educativo mexicano.

1.5. Enfoques de enseñanza de la ciencia

Se pueden dividir los diferentes enfoques de enseñanza de la ciencia en diferentes grupos: enseñanza tradicional, constructivismo psicogenético, constructivismo social y aprendizaje significativo. Estos grupos se determinan a partir del paradigma educativo que subyace en ellos. A lo largo de esta sección se analizarán los diferentes enfoques así como el paradigma que los acompaña.

1.5.1. Enfoque basado en la enseñanza tradicional

En la enseñanza tradicional el profesor es el proveedor del conocimiento terminado y digerido, mientras que el alumno es un consumidor de estos conocimientos. Dentro de este enfoque la meta educativa es llenar la mente de los alumnos de saberes conceptuales que se deben reproducir lo más fielmente posible. Así el profesor imparte el conocimiento como un saber absoluto, por lo que la exposición por parte del profesor debe ser lo más clara y rigurosa posible.

Así, bajo el enfoque de la enseñanza tradicional, el currículo se debe organizar basado en el conocimiento disciplinario emulando los currículos y actividades universitarias. Los conocimientos se organizan de los más simple a lo más complejo y mientras más conocimiento contenga se considera mejor. Por otro lado las actividades de enseñanza y evaluación consisten principalmente en que el profesor exponga los conocimientos y el alumno copie y reproduzca la exposición. Durante la evaluación se espera que el alumno devuelva al profesor el conocimiento tal como lo recibió a través de ejercicios tipo y de evaluación sumativa.

Bajo este enfoque, el papel del alumno en el laboratorio se limita a repetir fielmente una actividad experimental. En esta actividad se le proporciona al alumno el marco teórico, la hipótesis, el procedimiento y las conclusiones a las que debe llegar, así el alumno sólo toma datos. Y busca que se acerquen a lo que pide el profesor.

Este enfoque presenta diferentes problemas en el aprendizaje. Los contenidos que se aprenden son poco funcionales fuera de contexto y por tanto no responden a las necesidades de la sociedad actual. Este tipo de enseñanza no asegura que el alumno sea capaz de darle un uso flexible y dinámico a los conocimientos que se le imparten. En cuanto al trabajo de laboratorio, los alumnos se frustran constantemente ya que con el material con el que se cuenta en las escuelas resulta casi imposible obtener valores exactos de las constantes. Y terminan con la idea de que el trabajo científico es repetitivo y poco creativo.

1.5.2. Enfoques basados en el constructivismo psicogenético

Las bases del enfoque psicogenético surgen de los trabajos epistemológicos realizados por el biólogo suizo Jean Piaget (1896-1980)(Díaz-Barriga, 2002), a partir de observar el aprendizaje de sus hijos. Con base en estas observaciones Piaget concluyó que todas las especies tienen dos funciones invariables del pensamiento: organización y adaptación.

Desde el nacimiento los seres humanos tienen una tendencia a organizar los conocimientos adquiridos para formar estructuras más complejas que permitan entender el mundo de una forma más eficaz. La organización de las ideas depende de la madurez intelectual y de los esquemas ya existentes. Piaget nombró las estructuras organizativas como esquemas, siendo éstos los bloques básicos del pensamiento. Los esquemas permiten que el individuo interprete mentalmente o "piense" acerca de los objetos que le rodean y los eventos del mundo exterior. Los esquemas pueden ser muy simples (como beber de un vaso) o muy complejos (clasificar plantas). A medida que el individuo construye el conocimiento, los esquemas se van volviendo más complejos y organizados, lo que permite que la conducta se adapte de mejor manera al ambiente.

De la misma forma que los seres humanos tenemos la tendencia a organizar los conocimientos tenemos la capacidad de adaptarnos al entorno. Esta adaptación se hace mediante dos mecanismos: asimilación y acomodación (Piaget, 1961). La asimilación se lleva a cabo

cuando los individuos usan esquemas ya existentes par dar sentido al mundo que los rodea. Esto implica tratar de conocer algo que no conocemos a partir de lo que sí conocemos. La acomodación ocurre cuando los esquemas existentes no son suficientes para explicar algún evento, de manera que el individuo requiere de organizar la información de forma diferente y crear nuevos esquemas. Cabe señalar que estos procesos no son exclusivos, es decir, una misma situación puede requerir del uso de ambos.

Dentro de la teoría de Piaget lo que se busca finalmente es un equilibrio (Piaget, 1967) complejo en los conocimientos que se tienen. Para desatar estos procesos se requiere que el individuo entre en desequilibrio mediante lo que llama conflicto cognitivo. El conflicto cognitivo implica que la persona se enfrente a una situación que no conoce, creando de esta manera un desequilibrio; es a partir de la asimilación, la organización y la acomodación, que se genera un nuevo esquema. De esta forma la persona entra en equilibrio nuevamente hasta que se enfrenta a otro conflicto cognitivo. Estos procesos se repiten en forma de espiral.

Aprendizaje por descubrimiento.

El enfoque de la enseñanza por descubrimiento se basa en que la mejor forma de aprender ciencia es haciendo ciencia, de manera que la enseñanza de la ciencia debe basarse en experiencias que permitan al alumno investigar y reconstruir los principios fundamentales de la ciencia. Es decir, la herramienta didáctica más potente resulta ser la metodología de investigación propia de las ciencias.

Este enfoque parte del supuesto de que las habilidades de investigación de los alumnos son las mismas que las de los científicos. Así, la ciencia es un producto natural del desarrollo mental. De forma que si se enfrenta al alumno al rigor científico, a los mismos problemas que enfrentaron los científicos, acabarán por descubrir ellos mismos los principios encontrados por los científicos. El conocimiento científico se diferencia del conocimiento empírico sólo por el método por el que se obtiene. Según lo dicho por Wagensberg (citado en: (Pozo, 2004, p.275)) *"La idea fundamental para la transmisión del conocimiento consiste en la tendencia de poner al destinatario de la transmisión literalmente en la piel de quien lo ha elaborado."*

1. Marco teórico

Los criterios para la selección del currículo son estrictamente disciplinarios, igual que en la enseñanza tradicional. Sin embargo, en este caso no se trata de conocimientos establecidos y estáticos sino de problemas que se deben solucionar. Se apoya en gran parte en la historia de las ciencias, tomando como columna vertebral el método científico.

El papel del profesor bajo este enfoque es generar las situaciones propicias para que los alumnos realicen el descubrimiento. Las actividades de enseñanza privilegiadas en este enfoque son las actividades de investigación. De acuerdo con Joyce y Weil (1978) (citado en: (Pozo, 2004, p. 276)) las actividades por descubrimiento constan de 5 partes:

- Presentación de una situación problemática.
- Observación, identificación de variables y recogida de datos.
- Experimentación, para comprobar las hipótesis formuladas sobre variables y datos.
- Organización e interpretación de los resultados.
- Reflexión sobre el proceso seguido y los resultados obtenidos.

Al revisar los pasos de una actividad por descubrimiento, salta a la vista la similitud que se encuentra con el método científico. Así mismo, se puede ver que el laboratorio es la parte fundamental del proceso de enseñanza aprendizaje.

El supuesto en este enfoque es que la mente de los alumnos funciona de la misma forma que la de un científico. El problema con esta suposición es que puede ser cierta en una pequeña cantidad de alumnos, pero no en todo el grupo, por lo que se deja a una gran parte de la población fuera. Por otro lado, para que los alumnos descubran todo por sí solos se requiere de mucho tiempo, del cual no se dispone en el sistema escolarizado.

Así mismo, el enfoque de la enseñanza por descubrimiento no hace ninguna diferencia entre el proceso de enseñanza y los procesos propios del desarrollo científico. Tampoco toma en cuenta los diferentes papeles que tienen la investigación científica y la educación en la sociedad. El maestro no tienen ningún rol establecido dentro del aula, o bien este es ambiguo.

Enseñanza mediante el conflicto cognitivo

El enfoque de la enseñanza de las ciencias mediante el conflicto cognitivo se basa en sacar a flote las concepciones alternativas de los alumnos y confrontarlas con la teoría para crear un cambio conceptual. Plantea que el conocimiento no sólo se construye en el aula sino en su vida cotidiana. Así se crean concepciones alternativas de la ciencia, las cuales deben ser sustituidas por conocimientos científicos en el aula. Se asume que el conocimiento cotidiano es incompatible con el conocimiento científico por lo que hay que confrontarlos para que el alumno cambie del conocimiento cotidiano al científico.

Los defensores del enfoque del conflicto cognitivo no suelen ser muy explícitos acerca de la forma en que se deben construir los programas; sin embargo, parece que son los núcleos conceptuales de la ciencia los que construyen el currículo. Los esfuerzos de este enfoque han sido dirigidos a cambiar todas las concepciones alternativas de los alumnos.

El método de enseñanza se basa en crear el mayor número de conflictos cognitivos que al acumularse modifiquen radicalmente la estructura cognitiva del alumno. Según Posner y colaboradores (1982) citado en: (Pozo, 2004, p. 287) las actividades didácticas deben cumplir con las siguientes características:

- El alumno debe sentirse insatisfecho con sus propias concepciones.
- Debe haber una concepción que resulte inteligible para el alumno.
- La nueva concepción debe resultar más creíble para el alumno
- La nueva concepción debe parecer más potente al alumno que sus propias ideas

Se pueden resumir las fases del proceso de enseñanza bajo este enfoque en tres momentos:

1. Activación de los conocimientos o la teoría previa de los alumnos. En esta etapa se busca que los alumnos tomen consciencia de sus propias ideas.
2. Enfrentar al alumno a situaciones conflictivas. Durante esta etapa se presenta al alumno el conocimiento científico y se contraponen con las ideas preconcebidas del alumno.
3. Consolidar los conocimientos obtenidos y comprender que los nuevos conocimientos son más poderosos que los anteriores.

Cabe señalar que el conflicto se puede presentar no sólo de forma teórica sino empírica. Cuando el conflicto cognitivo a presentar es empírico es importante que el alumno sea consciente del nuevo conocimiento y del conflicto que tiene este con sus ideas previas. De no ser así, las ideas previas están frecuentemente tan arraigadas que el alumno puede explicar el fenómeno como un caso particular o anómalo.

Resulta importante que no sólo se exponga al alumno al conflicto sino que sea resuelto. El conflicto se puede resolver a través de generalizaciones y especificaciones de la misma teoría buscando finalmente una reestructuración completa de la teoría propia del alumno. Cabe señalar que muy frecuentemente estas reestructuraciones no se presentan de manera profunda y total.

En cuanto a la evaluación el enfoque de conflicto cognitivo es próximo a los defendidos en la enseñanza tradicional o expositiva. Sin embargo se sugiere buscar también en qué medida el alumno es capaz de aplicar los nuevos conocimientos a situaciones cotidianas, mismas responsables de la concepción alternativa inicial del alumno.

Una de las ventajas de la enseñanza de la ciencia mediante este enfoque es que el proceso que se sigue es muy similar al proceso de producción científica de nuevas teorías y aproximaciones. Sin embargo, se hace notar que en lo que respecta a la integración del currículo y la evaluación no distan mucho de la enseñanza tradicional o expositiva. Por otro lado, al estar retando constantemente las concepciones alternativas de los alumnos se puede llegar al extremo en el que el alumno ya no se sienta a gusto expresando sus concepciones alternativas, tomando una actitud de: "para qué lo expreso si me van a probar que estoy mal". Si el alumno no expresa sus concepciones alternativas el enfoque carece de validez y no se tienen herramientas para lograr el cambio conceptual.

1.5.3. Enfoques basados en el aprendizaje significativo.

El autor más representativo de esta corriente es el psicólogo estadounidense David P. Ausubel (1918-2008) (Díaz-Barriga, 2002). El enfoque se basa en la teoría del procesamiento de la información, la cual plantea que tenemos distintos niveles de memoria: memoria sensorial, memoria de corto plazo y memoria de largo plazo; y que accedemos a esta información a través conexiones particulares de cada persona. Como lo dice su nombre la memoria de corto plazo, no tiene larga duración, esto debido a que no se establecen con-

xiones adecuadas entre los nuevos conceptos y las redes que se han formado previamente. Así, lo que estudia un alumno sólo para responder preguntas descontextualizadas en un examen, en general queda almacenado en la memoria a corto plazo. Y es esta una de las principales quejas de los docentes en la práctica: "Los alumnos ya no se acuerdan de lo que vieron el año pasado".

La memoria a largo plazo es donde se almacenan todos los conocimientos que realmente tenemos y se accede a ella a partir de conexiones con otros conceptos. La meta de todo docente es que los conocimientos adquiridos por los alumnos en clase se almacenen en la memoria a largo plazo, y es aquí donde entra el enfoque del aprendizaje significativo. Ausubel plantea que los conocimientos se almacenan en la memoria a largo plazo en tanto tengan un significado psicológico para el aprendiz. Así, para que los conceptos queden almacenados en la memoria a largo plazo es necesario promover el aprendizaje significativo en el alumno.

En este enfoque el alumno es un procesador activo de la información, recibéndola, dándole significado y ligándola con los conocimientos que ya tiene. El profesor es el encargado de organizar esta información y tender puentes y conexiones entre los nuevos conocimientos y los conocimientos que ya tiene el alumno. Asimismo, el profesor es el encargado de promover situaciones que permitan el desarrollo de habilidades y aprendizajes. Lo que se enseña bajo este enfoque no son sólo los conceptos sino los esquemas necesarios para relacionar la información, así como el promover que el alumno sea un aprendiz autónomo, es decir, que tenga herramientas que le permitan abordar nuevos conocimientos. Finalmente, el aprendizaje del alumno dependerá de los conocimientos previos que tengan los alumnos y su capacidad de relacionarlos con los nuevos.

Enseñanza expositiva

Bajo este enfoque los currículos deben basarse en la estructura lógica de la disciplina, y organizarse de forma progresiva, es decir, de lo general a lo específico. Cada nuevo contenido debería relacionarse explícitamente con el anterior, y a su vez buscar que el alumno lo pueda aplicar en su vida cotidiana, para que así obtenga significado psicológico para ellos. La exposición de estas relaciones se debe hacer a los alumnos, de manera que les sea más sencillo organizar los nuevos conocimientos. Durante la práctica es preciso tomar en cuenta los conocimientos con los que ya cuenta el alumno, para hacer las relaciones pertinentes con los nuevos contenidos. Para ello se recomienda la exposición docente en tres fases: presentación de los organizadores previos, presentación del material de trabajo y la fase en la que se busca potenciar la organización cognoscitiva.

Los organizadores previos tienen como función "tender un puente cognitivo entre lo que el alumno ya sabe y lo que necesita saber antes de aprender significativamente la tarea en cuestión" (Ausubel, Novak y Hanesian (1978), citado en (Pozo, 2004, p. 281)). En la práctica tienen la función de aclarar los objetivos de la lección, y presentar una organización explícita en la que se aclaren las propiedades definitorias, se proporcione un contexto, se den ejemplos, y se propicie la aparición de los conocimientos con los que ya cuenta el alumno. Se pueden presentar de muchas maneras: como una simple exposición por parte del profesor, un mapa mental o conceptual, una experiencia, etc.

Durante la presentación del material de trabajo (segunda fase) se hace explícita la organización de la tarea a aprender, se ordena lógicamente el aprendizaje y se presenta el material que se busca que el alumno aprenda. Finalmente, en la tercera fase se busca que el alumno haga una organización cognitiva del nuevo material relacionándolo a su vez con el organizador previo. Para ello se requiere que el alumno explique con sus propias palabras el aprendizaje que ha tenido, lo aplique en situaciones prácticas y lo discuta con sus pares.

La evaluación bajo el enfoque de la enseñanza expositiva se basa principalmente en los conocimientos conceptuales adquiridos por el alumno, fundamentalmente la forma en que relaciona y diferencia los conceptos aprendidos. Una forma que es muy usada es la expresión de estos conocimientos en forma de mapas conceptuales o mentales u otros métodos gráficos como la V de Gowin.

La mayor desventaja de este enfoque de enseñanza es que nuevamente se basa completamente en contenidos, más que en promover el desarrollo de habilidades. Si el alumno no tiene conocimientos previos del tema que se busca que aprenda resulta muy efectivo; sin embargo, muchas veces los alumnos tienen ideas fijas; algunas veces erróneas acerca del concepto. Cuando esto sucede es difícil cambiar este arraigo, más si los nuevos conocimientos no son compatibles con los que tiene el alumno previamente.

1.5.4. Enfoques basados en el constructivismo social

El constructivismo social es el que tardó más en conocerse en el mundo occidental, a pesar de que las bases de este enfoque fueron dadas por el ruso Lev Vigotsky (1896-1934) en 1924. El constructivismo social plantea que existen dos tipos de funciones psicológicas:

inferiores y superiores (Hernández, 1998). Las inferiores se relacionan con las funciones biológicas y se comparten con los animales. Mientras que las superiores son propias del ser humano y están determinadas por el lenguaje. Este paradigma plantea que la relación entre el sujeto y el objeto a conocer es mediada por el entorno social en el que se encuentra, y que la forma de interactuar con los objetos es a través de las herramientas y los signos. Las herramientas corresponden a las herramientas físicas que usa el hombre para modificar su entorno, mientras que los signos (lenguaje) son los que permiten que el ser humano modifique sus conocimientos.

Bajo este enfoque se plantea que la sociedad realiza una construcción del conocimiento, que para el sujeto, resulta una construcción externa del conocimiento. El sujeto toma esta construcción y la reconstruye de forma interna. La reconstrucción de los conocimientos se lleva a cabo a partir del uso de los signos, y de la interacción con otros individuos de la sociedad. Esto permite que a partir de un proceso interpersonal el sujeto construya una interpretación intrapersonal del objeto a conocer.

Este paradigma señala diferentes etapas en la construcción de los conceptos. Los conceptos comienzan como cúmulos desorganizados, sin base objetiva que dependa puramente de la percepción o de un criterio objetivo. La siguiente etapa correspondería a conceptos complejos basados en un criterio objetivo, pero inestables y que varían rápidamente. Los pseudoconceptos, son la etapa intermedia entre los conceptos complejos y los conceptos verdaderos; se agrupan palabras y objetos sin conocer los núcleos básicos que definirán el concepto. Finalmente se llega al concepto verdadero que corresponde a los conceptos adquiridos a través de la reflexión, y que forma parte de sistemas que se relacionan de formas distintas con el concepto adquirido.

Dentro del aula, este enfoque plantea que los conceptos que se busca desarrollar en los sujetos son aquellos que tienen alguna relevancia social. El concepto fundamental en la construcción de los conceptos es la Zona de Desarrollo Próxima. Se plantea que los alumnos antes de la intervención del profesor se encuentran en la zona de desarrollo próxima y lo que se busca es llevarlos a la zona de desarrollo deseado. Esto se consigue a partir de tender puentes con el uso de los signos.

Enseñanza mediante la investigación dirigida.

El enfoque de la enseñanza mediante la investigación dirigida propone que para que el alumno realmente aprenda ciencia es preciso enfrentarlo a un ambiente similar al de un científico. La diferencia entre este enfoque y el enfoque de la enseñanza por descubrimiento es que no se pretende que los alumnos hagan el trabajo por sí solos sino con la guía del maestro. Asimismo se concibe la investigación como un proceso de construcción social más que simplemente individual.

La meta que se persigue con este enfoque es que los alumnos no sólo aprendan los conceptos sino la metodología de investigación que acompaña la construcción del conocimiento científico. Así, este enfoque plantea que dado que la investigación científica se basa en resolución de problemas teóricos y prácticos, el alumno debe aprender enfrentándose y resolviendo problemas. Bajo este enfoque se plantea que el currículo también se base en los conocimientos disciplinarios. La diferencia radica en la organización de los conocimientos; muchos de los defensores de este enfoque señalan que la organización del currículo debe hacerse en torno a las similitudes y diferencias entre los conceptos disciplinarios. También se da un peso muy importante a la historia de la ciencia.

El proceso de enseñanza–aprendizaje, bajo este enfoque, se puede dividir en 8 etapas (Ramirez, Gil y Martinez Torregrosa 1994) (Pozo, 2004, p. 295):

- Despertar el interés del alumno por el problema a resolver, el cual es previamente seleccionado por el profesor.
- Realizar un estudio cualitativo del problema, intentando definirlo en su totalidad.
- Emitir hipótesis sobre los factores que pueden determinar el resultado y la forma en que lo condicionan.
- Elaborar y explicitar las estrategias a aplicar para la resolución del problema.
- Poner en marcha la o las estrategias propuestas.
- Analizar los resultados a la luz de las hipótesis previamente explicitadas.
- Reflexionar sobre los resultados, redefiniendo o planteando nuevos problemas a partir de esta reflexión.
- Elaborar una memoria final en la que no sólo se analice el resultado sino todo el proceso que se siguió para resolver el problema.

En la concepción de este enfoque se resalta el carácter social del proceso de investigación. Por lo que resulta importante fomentar la comunicación y cooperación entre los individuos involucrados en el proceso, es decir, entre los alumnos y de los alumnos con el profesor. Las actividades de evaluación deben estar dirigidas a proporcionar al alumno retroalimentación. No sólo de su éxito o su fracaso, sino sobre las causas del mismo.

Una de las críticas hechas a este enfoque es que exige mucho del profesorado, que muchas veces por la carga de alumnos y horas resulta imposible. Por otro lado, al igual que en el enfoque de aprendizaje por descubrimiento encontramos nuevamente el isomorfismo entre enseñanza y aprendizaje. Sin embargo, bajo este enfoque el alumno no queda a la deriva sino que es orientado por el profesor, el cual hace el papel de director de la investigación.

Enseñanza por explicación y contrastación de modelos.

Este enfoque plantea que el proceso de enseñanza aprendizaje es escenario totalmente diferente al de la investigación. Newton decía que sus descubrimientos fueron hechos gracias a que estaba "subido en hombros de gigantes". Así, el enfoque de la enseñanza por explicación y contrastación de modelos propone subir a los alumnos en los hombros de estos gigantes. El profesor se encarga de presentar y contrastar los diferentes modelos explicativos de los fenómenos; de manera que los alumnos comprendan las similitudes y diferencias entre ellos y la razón por la cual el modelo final resulta más poderoso. Este proceso ayuda a integrar a la enseñanza expositiva los valores, métodos y sistemas conceptuales producidos por la ciencia.

El enfoque de explicación y contrastación de modelos parte de que los escenarios de investigación y aprendizaje son distintos y que el desarrollo de la ciencia implica a su vez la continua contrastación de modelos. La meta de este enfoque es que el alumno conozca la existencia de diversos modelos alternativos y su papel en el desarrollo de la ciencia.

Para llevar a cabo la enseñanza bajo este enfoque Ogborn y colaboradores (1996) (citado en (Pozo, 2004, p. 303)) proponen las siguientes actividades:

- "*Vamos a pensarlo*" El profesor describe y explicita las ideas de los alumnos y las conecta con los modelos.

1. Marco teórico

- *"El narrador de cuentos"* El profesor convierte la explicación de un modelo en una narración en la que integra los diferentes elementos explicativos.
- *"Dilo a mi manera"* Los alumnos deben redescubrir sus ideas e interpretaciones y reinterpretarlas en términos de otros de los modelos dados por el profesor.
- *"Míralo a mi manera"* Los alumnos parten de un modelo para interpretar determinados problemas o fenómenos, poniéndose en el punto de vista del otro.

Los criterios a evaluar bajo este enfoque, siguiendo a Khun (1991)(citado en (Pozo, 2004, p.303)) son los siguientes:

- Capacidad de definir o explicitar varias teorías alternativas.
- Capacidad de buscar argumentos en contra de una teoría (incluida la propia)
- Capacidad de explicar una teoría diferente a la que uno cree.
- Capacidad de explicar una teoría diferente a la que uno cree diferenciando el conocimiento de una creencia.
- Capacidad de buscar datos a favor de diferentes modelos.
- Capacidad de integrar o relacionar metacognitivamente diferentes explicaciones.

El gran problema de este enfoque es que se puede conducir a los alumnos a un escepticismo total, haciendo que crean que el conocimiento científico resulta relativo.

1.6. Trabajo de laboratorio dirigido

En la sección anterior se revisaron los distintos enfoques de enseñanza de la ciencia, siendo uno de estos la enseñanza mediante la investigación dirigida. Este trabajo se basa en este enfoque haciendo énfasis en la investigación experimental buscando desarrollar las habilidades argumentativas y de resolución de problemas de los alumnos. Se optó por este modelo ya que permite acercar a los alumnos al trabajo de investigación regulando el nivel de participación en la resolución de problemas experimentales. A lo largo de esta sección se analizan dos modelos de trabajo de laboratorio dirigido.

1.6.1. Grados de libertad dentro del laboratorio.

Cuando en física se habla de grados de libertad de una partícula, se hace refiriéndose el número de dimensiones en los que se puede mover la misma. Si la partícula sólo se mueve en una dimensión, es decir sobre una línea, se dice que tiene un grado de libertad. Si se mueve en dos dimensiones (plano) tiene dos grados de libertad, y si se mueve en tres dimensiones tendrá tres grados de libertad. Haciendo una analogía a los grados de libertad de una partícula, se puede hablar de los grados de libertad que tienen los alumnos dentro del trabajo de laboratorio.

Si se considera que la resolución de un problema dentro del laboratorio se divide en cinco partes (planteamiento del problema, hipótesis, plan de trabajo, toma de datos y conclusiones), cada una de estas partes, al igual que las dimensiones, se considera como un grado de libertad. Así, si el alumno participa activamente en una de las etapas se dice que tiene un grado de libertad; si participa en dos se dice que tiene dos grados de libertad; y así sucesivamente hasta que la investigación en su totalidad está a su cargo teniendo 5 grados de libertad.

1.6.2. Clasificación de Pella.

La primera clasificación en cuanto a los grados de libertad fue hecha por Pella en 1961 (PELLA, 1961) quien investigó los diversos manuales y clases de laboratorio, observando los grados de libertad intelectual que se le pide a los alumnos. La clasificación hecha por Pella se muestra en la tabla 1.2.

Tabla 1.2: Clasificación de Pella de los grados de libertad intelectual que tienen los alumnos en el trabajo de laboratorio

Proceso	Grados de libertad				
	I	II	III	IV	V
Planteamiento del problema	P	P	P	P	A
Hipótesis	P	P	P	A	A
Diseño de procedimiento	P	P	A	A	A
Obtención de datos	A	A	A	A	A
Conclusiones	P	A	A	A	A

La letra P corresponde a la participación del profesor y la letra A corresponde a la participación del alumno. Cabe señalar que en esta clasificación, la participación en cada una de las partes es excluyente, es decir, es el alumno o el profesor quien tiene todo el control sobre el desarrollo. Cuando el alumno tiene sólo un grado de libertad su participación en el proceso se reduce a tomar datos. Al aumentar un grado de libertad el alumno toma datos y además es quien proporciona las conclusiones del experimento. Así, los grados de libertad del alumno aumentan hasta que tiene 5 grados de libertad, es decir, es totalmente responsable del desarrollo del proceso. Un grado de libertad 5 correspondería idealmente al desarrollo de una tesis de licenciatura.

1.6.3. Clasificación de Pessoa

Una clasificación posterior del trabajo de laboratorio, en cuanto a los grados de libertad que tiene el alumno, fue hecha por Pessoa (Pessoa Carvalho, 2006) la cual se muestra en la tabla 1.3. En esta clasificación se elimina por completo el grado de libertad I y el trabajo no es exclusivo de los alumnos o los profesores sino que se busca un avance conjunto. Así donde dice PA se refiere a un proceso dirigido por el profesor y discutido por el alumno; AP corresponde a un proceso dirigido por el alumno mediado por el profesor; APC corresponde a una discusión dirigida por el alumno, mediada por el profesor y enriquecida por la comunidad.

Tabla 1.3: Grados de libertad del trabajo en laboratorio (Pessoa)

Proceso	Grados de libertad				
	I	II	III	IV	V
Planteamiento del problema	–	P	P	P	A
Hipótesis	–	PA	PA	AP	A
Diseño de procedimiento	–	PA	AP	A	A
Obtención de datos	–	AP	A	A	A
Conclusiones	–	APC	APC	APC	APC

Nuevamente se ve un aumento en la participación del alumno en el proceso. En un grado de libertad 2 el alumno es responsable de la toma de datos y de las conclusiones, ambas mediadas por el profesor; la hipótesis y el diseño del procedimiento tienen también contribución del alumno aunque están a cargo del profesor. Al aumentar a un grado de libertad 3, el alumno es totalmente responsable de la toma de datos, el diseño del procedimiento y las conclusiones son también responsabilidad del alumno pero mediadas

por el profesor. Finalmente en un grado de libertad 5 la mayor parte de la investigación está completamente a cargo del alumno, pero a diferencia de la clasificación de Pella, las conclusiones son mediadas por el profesor y enriquecidas por la comunidad.

1.6.4. Relación entre niveles PISA y grados de libertad

Dado que PISA maneja niveles de desempeño claros se pueden relacionar el grado de libertad que tienen los alumnos en el laboratorio con las habilidades que se buscan en los diferentes niveles PISA. En la tabla 1.4 se muestra la relación de los niveles PISA en ciencia y los grados de libertad de los alumnos dentro del laboratorio.

Nivel PISA		Grado de libertad	
1	Poco conocimiento científico. Son capaces de resolver problemas familiares. Las conclusiones a las que llegan son obvias y se siguen directamente de la evidencia.	I	Sólo es capaz de tomar datos y a partir de ellos llegar a las conclusiones que se le piden.
2	Conocimientos científicos suficientes para explicar situaciones familiares y llegar a conclusiones basadas en investigaciones simples; capaces de hacer razonamientos directos e interpretaciones directas de resultados de investigaciones científicas o tecnológicas.	II	Es capaz de tomar datos y argumentar conclusiones en base a éstos datos obtenidos.
3	Pueden identificar claramente situaciones de corte científico en diferentes contextos, son capaces de seleccionar datos para explicar fenómenos y aplicar modelos simples e investigación científica. Pueden interpretar y usar conceptos científicos de diferentes disciplinas y los pueden aplicar directamente. Pueden desarrollar pequeñas disertaciones usando datos y tomar decisiones basados en el conocimiento científico.	III	Es capaz de tomar datos basándose en un procedimiento diseñado por él mismo. Obtener y argumentar conclusiones a partir de estos datos.

1. Marco teórico

Nivel PISA		Grado de libertad	
4	Pueden trabajar efectivamente con situaciones y problemas que pueden involucrar fenómenos explícitamente en los que requieren hacer inferencias acerca del papel que juegan la ciencia y la tecnología. Pueden seleccionar e integrar explicaciones de diferentes disciplinas de la ciencia o la tecnología. Pueden reflexionar en sus acciones y pueden comunicar decisiones usando el conocimiento científico y la evidencia.	IV	A partir de un problema puede generar una hipótesis relacionada, diseñar un procedimiento que permita ponerlo a prueba. Y obtener y argumentar conclusiones de los datos obtenidos.
5	Pueden identificar los componentes científicos de muchas situaciones complejas, aplicar sus conocimientos científicos a estas situaciones y comparar, seleccionar y evaluar apropiadamente la evidencia científica para responder a estas situaciones. Pueden usar habilidades bien desarrolladas de investigación, relacionar el conocimiento apropiadamente y hacer críticas a las situaciones. Pueden construir explicaciones basándose en la evidencia y en el análisis crítico.	V	Es capaz de reconocer un problema, lanzar una hipótesis basándose en éste, diseñar un desarrollo experimental para comprobar la hipótesis, obtener y argumentar conclusiones a partir de los resultados.

Cabe señalar que PISA abarca hasta un nivel 6 de abstracción que no tiene similitud en los modelos de trabajo de laboratorio dirigido que se han revisado.

El trabajo tradicional dentro del laboratorio concede al alumno sólo un grado de libertad, correspondiente a la toma de datos. Esto debido a la existencia de manuales en los cuales se presenta ya un marco teórico que delimita el problema, una hipótesis determinada, un plan de trabajo y la forma de realizar el experimento. En este mismo manual se estipula la conclusión que espera el profesor, y el mismo alumno. Este nivel es en el que se encuentra la mayoría de los alumnos mexicanos como se vio anteriormente.

1. Marco teórico

Aumentando los grados de libertad de los alumnos, dentro del laboratorio, se contribuye a la alfabetización científica. Ya que el alumno se ve más involucrado en el proceso de resolución del problema, lo cual lo hace partícipe de la ciencia como actividad humana. Por otro lado, la hipótesis y el plan de trabajo deben estar sustentados en los conceptos aprendidos durante las sesiones de teoría, haciendo que estos conceptos sean útiles y aplicables en una situación que no les es tan familiar. Sin embargo, el dejar al alumno a cargo del trabajo en su totalidad repentinamente puede causar en él ansiedad y angustia, alejándolo de lo que se persigue. Por lo que se propone que los grados de libertad se vayan aumentando de manera paulatina.

Capítulo 2

Descripción de la propuesta y metodología.

2.1. Descripción de la propuesta

En este trabajo se propone considerar las consecuencias de promover el trabajo de laboratorio dirigido como una forma de fomentar la argumentación y análisis científico en alumnos del bachillerato. Los resultados de los alumnos mexicanos en PISA muestran que sólo son capaces de resolver problemas conocidos y de solución directa, sin poder argumentar los procesos de resolución. Muestra clara de que la enseñanza tradicional no basta para propiciar las habilidades de argumentación científica y de resolución de problemas.

El que los profesores cambien la forma de enseñanza de tradicional a constructivista presenta una gran resistencia por parte de los profesores. Uno de los argumentos usados en contra de este enfoque es la pérdida en el control del grupo dentro del aula. Al requerirse de una mayor participación del alumno en el aula, no se puede esperar que el alumno esté sentado y callado; lo que en el enfoque tradicional se considera como una pérdida de control del grupo. A diferencia del aula, en el laboratorio no se espera que los alumnos estén sentados y callados, por lo que es un buen lugar para comenzar a dar mayor libertad y participación a los alumnos.

Para promover el desarrollo de habilidades de argumentación y resolución de problemas en este trabajo se propone aumentar gradualmente los grados de libertad del alumno dentro del laboratorio. Cada grado de libertad requiere de diferentes habilidades las cuales,

2. Descripción de la propuesta y metodología.

en general, no han sido desarrolladas por los alumnos. El aumento en los grados de libertad se hará gradualmente ya que cada grado de libertad representa un reto para el cual los alumnos, y un aumento repentino puede conducir a la frustración y abandono de los alumnos. Un ejemplo claro de esto es la tesis de licenciatura; un vez que el alumno termina una carrera universitaria en la cual ha estado trabajando a lo más con 3 grados de libertad, se les pide que salten a un grado de libertad V. Lo cual tiene como consecuencia un muy bajo número de alumnos titulados.

Dado que la tendencia general dentro del laboratorio es trabajar con un solo grado de libertad, para este trabajo, se considera que los alumnos ya dominan este nivel. Por esto se propone iniciar la intervención dando a los alumnos dos grados de libertad. Con base a la tabla 1.3 se puede ver que el paso de un grado de libertad a dos grados de libertad requiere sólo de que los alumnos participen en las conclusiones con ayuda del profesor y de la comunidad. Dado que tener dos grados de libertad no es una situación que los alumnos dominen, se trabajarán varios temas con dos grados de libertad antes de pasar a tres grados de libertad, es decir, que los alumnos diseñen el procedimiento mediados por el profesor. Este trabajo se reduce a un incremento de dos a tres grados de libertad ya que aumentar un grado de libertad cuatro requiere de más tiempo.

Dado que los diferentes subsistemas de la EMS tienen diferentes programas se proponen prácticas abarcando los temas de: mecánica, termodinámica y electrostática. Con el propósito de que se puedan aplicar en diferentes subsistemas. Las actividades de laboratorio se presentan con una ficha técnica en la que se indica el tema, la ubicación en el marco curricular de la ENP, el grado de libertad al que corresponden y la hipótesis sobre la que se fundamentan. También se presenta el marco teórico sobre el que se fundamenta con el propósito de que sea útil para el profesor que desee aplicar este método. En el caso de las prácticas de grado de libertad II se presenta el procedimiento a seguir.

2.2. Metodología

Para poner a prueba la propuesta mencionada anteriormente se trabajó en la Escuela Nacional Preparatoria plantel 5 con un grupo de física de cuarto año de bachillerato. La intervención se realizó básicamente en la parte de laboratorio pero guardando cierta relación con los temas tratados de forma teórica por el profesor del grupo. Asimismo, se usó un grupo testigo, en el que no se realizó ninguna intervención, de manera en que se pudieran comparar los resultados.

2. Descripción de la propuesta y metodología.

Para caracterizar a la población se aplicaron, tanto en el grupo testigo como en el de intervención, un cuestionario de actitudes y un examen diagnóstico. El cuestionario de actitudes permitió conocer las experiencias de los alumnos en la secundaria. El examen diagnóstico fue realizado con dos preguntas abiertas y evaluado bajo la escala de PISA(apéndice B).

La intervención se realizó a lo largo de un año escolar, consistiendo en una serie de 7 prácticas a lo largo de las cuales se fue aumentando el grado de libertad en el trabajo de laboratorio de II a III. Al final de cada una de las actividades se pidió a los alumnos que escribieran un reporte de laboratorio bajo el formato de artículo científico.

Finalmente se aplicaron un cuestionario final y un examen, que permitieran valorar el avance de los alumnos dentro de la escala PISA. Tanto el cuestionario como el examen se aplicaron a ambos grupos (testigo y de intervención) de manera en que se pudieran contrastar los resultados. Cabe señalar que los reactivos del examen aplicado al final de la intervención fue diferente al aplicado como diagnóstico.

2.3. Desarrollo de materiales

Para llevar a cabo la metodología antes mencionada fue necesario el desarrollo de los siguientes materiales: exámenes de diagnóstico y final; cuestionario de opinión al inicio y al final del curso; y prácticas de laboratorio. Además se partió de un plan de clase y se llevó un cuaderno de bitácora para registrar el desarrollo de las clases. En esta sección se muestran los materiales desarrollados.

2.3.1. Exámenes

Tanto el examen de diagnóstico como el examen final, fueron diseñados como reactivos de respuesta abierta. Este diseño se debe a que lo que se busca es que los alumnos argumenten sus respuestas y que éstas se puedan evaluar bajo los diferentes niveles de PISA. Tanto para el examen diagnóstico como para el examen final se contó con 4 reactivos. Para la aplicación de las pruebas se diseñaron 4 exámenes diferentes con dos reactivos cada uno haciendo combinaciones de los cuatro reactivos base; esto para que el examen se pudiese contestar en 30 minutos y se evitara la copia de respuestas. A continuación se

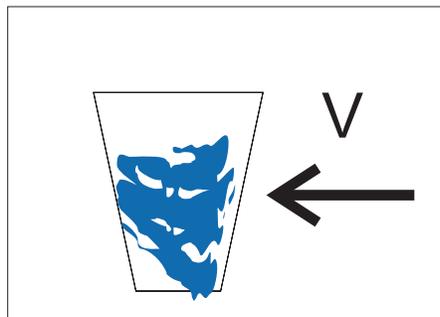
2. Descripción de la propuesta y metodología.

describen cada uno de tales reactivos y se mencionan las posibles respuestas a cada uno de ellos, según los tres primeros niveles de PISA para el examen diagnóstico y los cuatro primeros niveles para el examen final; posteriormente se analizan los resultados en los dos grupos, el testigo y el de intervención.

Examen diagnóstico

Reactivo 1

Un automovilista lleva un vaso de café en el porta vasos. Se encuentra con otro vehículo por lo que se ve forzado a frenar repentinamente. ¿Hacia qué lado se inclinará el café? ¿De qué depende si se tira o no?



Este reactivo fue sacado de preguntas muestra de PISA 2006 en el área de ciencias. El concepto físico involucrado es la inercia. Así mismo, la segunda parte de la pregunta pide al alumno que analice un problema multifactorial. El hecho de que el líquido en el vaso se derrame depende de: aceleración, velocidad inicial y nivel de líquido en el vaso. *Niveles PISA en relación con la respuesta:*

- *Nivel 0:* El alumno indica una dirección contraria y no menciona ninguno de los factores que intervienen en el derrame del líquido.
- *Nivel 1:* El alumno menciona la dirección correcta y alguno de los factores que hacen que se derrame.
- *Nivel 2:* El alumno menciona la dirección correcta y los tres factores que intervienen.
- *Nivel 3:* El alumno menciona la dirección correcta, los tres factores para determinar si el líquido se derrama y argumenta la razón de que cada uno de estos factores intervengan.

2. Descripción de la propuesta y metodología.

Reactivo 2:

Uno de los efectos de la contaminación en la Ciudad de México es el efecto invernadero. Éste se puede estudiar colocando una tapa plástica transparente en una jarra y dejándola al sol. ¿Qué factor juega el papel de la tapa plástica transparente en el caso de la ciudad de México? ¿Se te ocurre otra forma de simular este efecto?

Este reactivo corresponde a una situación cotidiana. El efecto invernadero es de gran importancia en la ciudad de México, ya que se presenta en distintas épocas del año. A pesar de ser un efecto casi cotidiano en esta ciudad, muchos de los alumnos no saben las razones reales a las que se debe. El papel de la tapa plástica corresponde a la contaminación, y la respuesta se da en el enunciado del reactivo. Existen diversas formas de simular estos efectos, el más natural son los invernaderos en los que se cultivan flores, otro corresponde a un frasco opaco con tapa de plástico o vidrio, ya que a pesar de que el contenedor opaco no deja entrar la radiación solar tampoco permite que salga.

Niveles PISA en relación con la respuesta:

- *Nivel 0:* El alumno no identifica el papel de la contaminación como la tapa plástica.
- *Nivel 1:* El alumno identifica la contaminación como la causante del efecto invernadero. No encuentra otra forma de simularlo.
- *Nivel 2:* El alumno identifica la contaminación como la causante del efecto invernadero. Encuentra otra forma de simularlo.
- *Nivel 3:* El alumno identifica la contaminación como la causante del efecto invernadero. Encuentra otra forma de simularlo y argumenta su respuesta explicando el fenómeno.

Reactivo 3:

En un viaje a la Luna, se descompone el sistema de comunicación entre la nave y la Tierra. Los astronautas ven un satélite que se encuentra cerca de la nave. Se dan cuenta de que disponen de un sistema de sonido cuya potencia es muy grande. Si usan este sistema de sonido: ¿Los escucharán en el satélite? ¿Por qué? ¿Los escucharán en la Tierra? ¿Por qué?

2. Descripción de la propuesta y metodología.

Este reactivo fue sacado del trabajo de Viennot (Viennot, 1996) sobre ideas previas de los alumnos en física. En su trabajo Viennot propone que el sentido común lleva a los alumnos a creer que el hecho de que el satélite escuche a la tripulación de la nave depende de la potencia del sistema de sonido y de la distancia, ya que así es como sucede en la Tierra. El concepto físico detrás de este reactivo es que el sonido requiere de un medio para propagarse, y dado que en el espacio no hay tal medio, no se puede transmitir el sonido.

Niveles PISA en relación con la respuesta:

- *Nivel 0:* El alumno responde que escucharán al astronauta en el satélite y no en la Tierra.
- *Nivel 1:* El alumno responde que la tripulación de la nave no será escuchada ni en el satélite ni en la Tierra.
- *Nivel 2:* El alumno responde que la tripulación de la nave no será escuchada ni en el satélite ni en la Tierra. Atribuyéndolo a que no se propaga el sonido en el espacio.
- *Nivel 3:* El alumno responde que la tripulación de la nave no será escuchada ni en el satélite ni en la Tierra. Atribuyéndolo a que no se propaga el sonido en el espacio y haciendo patente la necesidad de un medio de propagación del sonido.

Reactivo 4:

Las plantas generadoras de electricidad, en general, se encuentran lejos de las ciudades. Por lo que una vez generada la electricidad necesita ser llevada a las ciudades y casas. En este transporte hay una pérdida de energía. ¿A qué se debe esta pérdida? ¿Qué podrías hacer para disminuir esta pérdida?

Este es nuevamente un problema práctico de importancia social. La generación de energía eléctrica por medios tradicionales (termoeléctricos, hidroeléctricos y nucleares) genera contaminación ambiental. Al encontrarse las ciudades tan lejos de las plantas generadoras, la pérdida de energía eléctrica durante el transporte lleva a que se tenga que generar mucha más energía de la que se usa, y por tanto mayor contaminación. El fenómeno físico por el que se tiene pérdida de energía es el efecto Joule, que consiste en un calentamiento del material conductor debido a la resistencia que opone éste a que la corriente fluya.

2. Descripción de la propuesta y metodología.

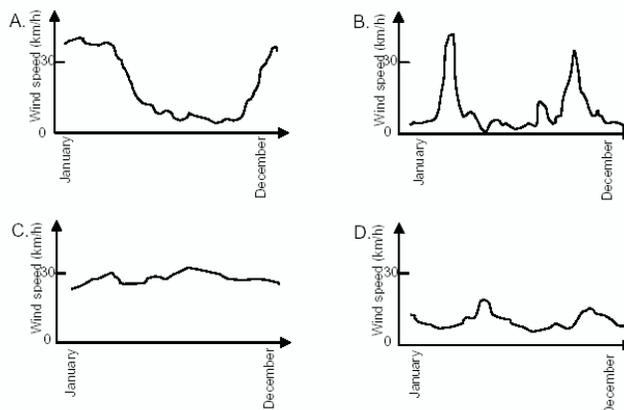
Niveles PISA en relación con la respuesta:

- *Nivel 0:* El alumno responde que la pérdida de energía se debe a la distancia.
- *Nivel 1:* El alumno responde que la pérdida se debe a la distancia y propone que las plantas se coloquen más cerca de las ciudades.
- *Nivel 2:* El alumno identifica las propiedades conductoras de los cables como el factor de pérdida de energía y propone que las generadoras se coloquen más cerca de las ciudades.
- *Nivel 3:* El alumno identifica las propiedades conductoras de los cables como el factor de pérdida de energía y propone que se busquen formas distintas en el transporte de energía eléctrica.

Examen final

Reactivo 1

Mucha gente cree que la energía eólica debería reemplazar al petróleo y al carbón como fuente de energía eléctrica. Para ello se colocan torres con aspas que al girar encienden un generador eléctrico. Las gráficas mostradas a continuación muestran la velocidad promedio del viento en diferentes lugares a lo largo del año. ¿Cuál de las gráficas corresponde al lugar más apropiado para colocar un generador eólico?



Cuando el viento pasa por las aspas pierde energía cinética. ¿Afecta esto el clima? ¿Por qué?

2. Descripción de la propuesta y metodología.

Este reactivo concierne a un tema de tipo práctico. El calentamiento global del planeta requiere que los científicos analicen nuevas formas de producción de energía. Asimismo se requiere de un cambio en las prácticas cotidianas de los ciudadanos en la búsqueda de un menor consumo energético. La producción de energía eólica ha mostrado tener un impacto climático, ya que las direcciones de los vientos han cambiado. Al alimentar las aspas de los generadores los vientos pierden energía cinética, lo cual conlleva a un cambio en dirección e intensidad de los mismos. Al resolver este problema los alumnos requieren poner en práctica el análisis gráfico, así como argumentar si afecta o no el clima el uso de estos generadores de energía.

Niveles PISA en relación con la respuesta:

- *Nivel 0:* El alumno selecciona una gráfica distinta a la C.
- *Nivel 1:* El alumno selecciona la gráfica C. Pero no responde si afecta el clima o no.
- *Nivel 2:* El alumno selecciona la gráfica C y fija una postura sobre si afecta el clima o no pero no la argumenta.
- *Nivel 3:* El alumno selecciona la gráfica C y fija una postura sobre si afecta el clima o no y argumenta pobremente.
- *Nivel 4:* El alumno selecciona la gráfica C y reconoce la pérdida de energía del viento como un factor que puede afectar el clima.

Reactivo 2

En la aventura de “Viaje alrededor del mundo en 80 días”, uno de los medios de transporte que usa Phileas Fogg, es el globo aerostático. Los globos aerostáticos son globos llenos de aire caliente, lo cual les permite volar. ¿Cuáles son los principios involucrados en el vuelo de los globos aerostáticos? ¿Cuál es la ventaja ecológica de usar un globo aerostático? ¿Por qué crees que ya casi no se usan?

Este es un reactivo que se incluye porque los conceptos revisados a lo largo del curso de física del primer año de preparatoria permiten explicar el funcionamiento de este medio de transporte. Por otro lado se requiere de un análisis cuidadoso para responder a la segunda pregunta. Los principios físicos involucrados en el funcionamiento de un globo aerostático son el comportamiento termodinámico de los gases dictado por la ley de los gases ideales, así como el principio de Arquímedes.

2. Descripción de la propuesta y metodología.

Niveles PISA en relación con la respuesta:

- *Nivel 0:* El alumno no identifica los principios involucrados en el vuelo de un globo aerostático.
- *Nivel 1:* El alumno identifica uno de los principios involucrados: comportamiento termodinámico o principio de Arquímedes.
- *Nivel 2:* El alumno identifica uno de los principios involucrados y fija una postura acerca de la pertinencia del uso de los globos aerostáticos así como la razón por la que ya no se usan.
- *Nivel 3:* El alumno identifica los principios involucrados y fija una postura acerca de la pertinencia del uso de los globos aerostáticos así como la razón por la que ya no se usan argumentando su respuesta pobremente.
- *Nivel 4:* El alumno identifica los principios involucrados y fija una postura acerca de la pertinencia del uso de los globos aerostáticos así como la razón por la que ya no se usan argumentando su respuesta ampliamente.

Reactivo 3

Desde hace un tiempo, en la ciudad de México cambia el sentido de la vialidad en el eje 5 y el eje 6, es decir, cambian de dirección a determinadas horas del día. Antes de tomar esta decisión el gobierno analizó el comportamiento de los ejes a las horas picos. ¿Qué datos son los que tomarías en cuenta para determinar el flujo de autos? ¿Qué vialidades son las que tendrías que observar? ¿Te serviría observar otras vialidades? ¿Por qué? ¿Crees que la decisión del gobierno sea la correcta? ¿Por qué?

Este problema representa una decisión de gobierno tomada en el Distrito Federal, por lo que es familiar a muchos de los alumnos. Muchas veces se juzgan las decisiones de gobierno desde puntos de vista político más que en su sentido práctico. Como ciudadanos se busca que los alumnos generen opiniones después de un análisis cuidadoso de la situación. El método científico da a los alumnos las herramientas para analizar los factores que intervienen en la decisión así como los estudios previos que debieron haber sido realizados para poder tomar esta decisión.

Niveles PISA en relación con la respuesta:

- *Nivel 0:* El alumno no identifica ninguno de los factores tomados en cuenta para determinar el flujo de los autos.
- *Nivel 1:* El alumno identifica alguno de los factores tomados en cuenta para determinar el flujo de los autos.

2. Descripción de la propuesta y metodología.

- *Nivel 2*: El alumno identifica los factores tomados en cuenta para determinar el flujo de autos: número de autos por unidad de tiempo.
- *Nivel 3*: El alumno identifica los factores tomados en cuenta para determinar el flujo de autos: número de autos por unidad de tiempo, horas de mayor flujo y situaciones que incrementan el flujo como marchas o eventos especiales. Identifica también la pertinencia de analizar tanto las avenidas en las que se cambiará el sentido como el flujo en las avenidas colindantes.
- *Nivel 4*: El alumno identifica los factores tomados en cuenta para determinar el flujo de autos: número de autos por unidad de tiempo y horas de mayor flujo. Identifica también la pertinencia de analizar tanto las avenidas en las que se cambiará el sentido como el flujo en las avenidas colindantes. Asume una postura sobre la pertinencia del cambio de sentido argumentando su respuesta .

Reactivo 4

La temperatura dentro de un auto es mayor que la temperatura fuera de él. Esto se debe, usualmente, a que la radiación solar calienta el aire dentro de él. ¿Hay intercambio de energía térmica entre el auto y el ambiente? ¿Cuáles son los mecanismos por los que se intercambia? Algunos autos cuentan con aire acondicionado, el cual al estar encendido consume gasolina. Si abres las ventanas y circulas a alta velocidad, disminuyes las propiedades aerodinámicas del auto, y por tanto gastas más gasolina para mantener la velocidad del auto. ¿Es mejor abrir las ventanas o encender el aire acondicionado?

Este reactivo corresponde a una toma de decisión basada en conceptos físicos. Hoy en día es importante hacer pequeñas cosas que ayuden a aminorar el calentamiento global por lo que se requiere tomar decisiones informadas acerca del mejor uso de los recursos energéticos. Los principios físicos subyacentes en este caso son el comportamiento aerodinámico de los autos así como la transferencia de calor entre dos medios.

Niveles PISA en relación con la respuesta:

- *Nivel 0*: El alumno no identifica los medios de transferencia de calor entre el auto y el medio.
- *Nivel 1*: El alumno identifica que el método de transferencia de calor entre el auto y el medio es la conducción.
- *Nivel 2*: El alumno identifica que el método de transferencia de calor entre el auto y el medio es la conducción y fija una postura sobre si tener abierta la ventana o encender el aire acondicionado.

2. Descripción de la propuesta y metodología.

- *Nivel 3*: El alumno identifica que el método de transferencia de calor entre el auto y el medio es la conducción y fija una postura sobre si tener abierta la ventana o encender el aire acondicionado y argumenta su respuesta con los datos proporcionados.
- *Nivel 4*: El alumno identifica que el método de transferencia de calor entre el auto y el medio es la conducción y fija una postura sobre si tener abierta la ventana o encender el aire acondicionado y argumenta ampliamente su respuesta con los datos proporcionados.

2.3.2. Cuestionario de actitudes y cuestionario final.

Previo a la intervención se aplicó un cuestionario de actitudes tanto al grupo de intervención como al grupo testigo, pretendiendo conocer las experiencias previas de los alumnos en la materia de física y en la secundaria en general. Al aplicar este cuestionario se comenzó el proceso de caracterizar la población con la que se iba a trabajar así como al grupo testigo.

Una vez terminada la intervención se aplicó un cuestionario final a los alumnos de los 2 grupos para comparar el cambio en sus opiniones después de un año en el bachillerato. Tanto el cuestionario inicial como el final se muestran en el apéndice C.

2.4. Actividades de laboratorio

Para la implementación del aumento de grados de libertad en el laboratorio se diseñaron 7 actividades de laboratorio. Todas las prácticas fueron diseñadas en torno al programa de Física IV de la ENP, de manera que complementaran la clase de teoría. Los planes de clase correspondientes a la aplicación de estos materiales se muestran en el apéndice E. La presentación de cada una de las prácticas se acompaña de una ficha técnica en la que se indica la ubicación curricular, problema a tratar e hipótesis. La presentación del problema se hizo en clase por parte del profesor a manera de discusión con el grupo. Las hipótesis presentadas fueron negociadas con los alumnos, por lo que algunas de ellas son falseables. En lo que respecta a las prácticas de grado de libertad 2 se presenta el procedimiento proporcionado a los alumnos. En cada una de las prácticas se presenta también la física del problema en la que se da una justificación disciplinaria del uso de esa práctica así como contenido teórico que puede ser de ayuda para el profesor o los alumnos.

2.4.1. ¿Cómo medir?

Ficha técnica

- *Grado de libertad:* 2
- *Ubicación en el plan de estudios:* Primera Unidad. La física como ciencia teórico experimental.
- *Problema:* ¿Qué factores se tienen que tomar en cuenta cuando se mide? ¿Qué decisiones se deben tomar en función de estos factores? ¿Qué se tiene que hacer para medir cosas cuyo tamaño es muy pequeño o muy grande?
- *Hipótesis:* Se tiene que tomar en cuenta qué magnitud es la que se necesita medir y la escala que se va a usar. Las mediciones de objetos muy grandes o muy pequeños, deben ser hechas de forma indirecta.

Física del problema

A pesar de que los fenómenos físicos se comenzaron a explicar desde los tiempos de los griegos, el nacimiento de la física clásica se puede ubicar en el Renacimiento. Se puede decir que el padre de la física clásica es Galileo Galilei, ya que es a partir de sus trabajos que obtiene su carácter de experimental. Muchas personas se habían preguntado antes sobre la caída libre de los objetos, sin embargo, es cuando Galileo mide el tiempo que tardan en caer los objetos que demuestra que los objetos caen al mismo tiempo sin importar su peso.

El desarrollo en los instrumentos de medición dio pie al surgimiento de la termodinámica clásica. Los trabajos de interferencia de rayos X permitieron medir la distancia interatómica en los sólidos cristalinos. Así cada uno de los avances en la "tecnología" de la medida, ha dado pie a un avance en física. Es por esto que la medición es parte medular del avance y la experimentación en física. Y como tal debemos transmitir a los alumnos las implicaciones que tiene la medición; y las dificultades que se encuentran al medir.

Las leyes y teorías propuestas por la física explican fenómenos físicos mediante lenguaje matemático; sin embargo, siempre están sujetas a una verificación mediante el método científico. Para demostrar una ley, en la que se establece la relación entre magnitudes físicas, es necesario cuantificar dichas magnitudes.

2. Descripción de la propuesta y metodología.

Medir es comparar dos magnitudes de la misma especie o cuantificar mediante una comparación con un patrón. Para medir es necesario cuantificar, es decir, contar el número de veces que un patrón cabe en la cantidad que deseamos comparar. Un patrón es una unidad de referencia arbitraria y sirve para expresar otras unidades con respecto de ella. El origen de un patrón de medida es en realidad una cuestión social, pues se trata de parámetros en los que se ha tenido que convenir para unificar la manera y el instrumento para medir. A lo largo de la historia de la humanidad se ha utilizado una gran variedad de objetos como patrones, así como partes de nuestro cuerpo para ello. Lo funcional de los patrones ha radicado en que quienes los utilizaban hayan convenido en que el patrón en cuestión fuese el mismo para todos.

Desde esta perspectiva, todos podemos definir patrones de medida propios si es necesario. Tomemos como ejemplo la medición de un terreno. Necesitas tomar las medidas de cierto terreno, pero lo único que tienes a tu alcance es una varilla. Entonces, tu patrón o parámetro será esa varilla y medirás el terreno con respecto de ella. Compararás la longitud del perímetro del terreno con el de la varilla diciendo claramente cuántas varillas mide el terreno. Si alguien más desea comprobar las medidas que tomaste, deberá usar la misma varilla.

El propósito de proponer un patrón como unidad es darnos a entender al comunicar los resultados de nuestras mediciones. Esto permite que cuando alguien más quiera comprobar nuestra hipótesis obtengan los mismos resultados, con sólo un pequeño margen de error. Un patrón de medida adquiere el carácter de unidad cuando cumple con cuatro características:

- Ser repetible
- Ser accesible
- Ser independiente de quien mida
- No cambiar con el tiempo

En resumen, medir es comparar con un patrón indicando el número de veces que se repite el patrón, es decir, cuantificando. Todo lo que es susceptible de medición cuantitativa se conoce como magnitud. La magnitud tiene tres características principales:

2. Descripción de la propuesta y metodología.

- Ordenación
- Criterio de igualdad
- Suma.

La ordenación de una magnitud es que puede identificarse como mayor que otra magnitud de la misma especie. El criterio de igualdad consiste en que dos magnitudes se determinan como iguales si ninguna es mayor o menor que la otra después de compararlas. Por ejemplo, dos longitudes son iguales cuando se superponen y sus extremos coinciden. Finalmente, la posibilidad de sumar magnitudes de la misma especie nos permite justamente hacer la cuantificación. En el caso de longitudes, se coloca una longitud a continuación de la otra y se suman cuantas veces se ha colocado el patrón en la longitud por medir.

En la física, las magnitudes se relacionan con tres hechos presentes en todos los fenómenos físicos que se desea describir: el espacio, la materia y el tiempo. En otras palabras, las magnitudes son fundamentales para la física, ya que en ellas se expresan las leyes de esta ciencia.

El método directo de medición resulta cuando el instrumento proporciona la medida de la magnitud que se requiere, sin tener que realizar ninguna operación matemática para obtener dicha magnitud. Sin embargo, hay ocasiones en que no es posible usar los métodos directos de medición, ya sea porque no contamos con el instrumento o porque la propiedad que queremos medir no es tan evidente.

Con los métodos indirectos de medición se realizan una o varias operaciones matemáticas para obtener el resultado final de una medición. Usualmente no se utilizan instrumentos para hacer mediciones directas.

Procedimiento

Dado que la práctica corresponde a un grado de libertad dos, el procedimiento fue indicado por el profesor. Se dio a los alumnos un metro, una regla de 30 centímetros y un vernier. Se pidió a los alumnos que escogieran al menos tres objetos a medir y que midieran su longitud con los diferentes instrumentos que tenían pidiéndose en el reporte

2. Descripción de la propuesta y metodología.

experimental que los alumnos comprobaran o negaran las hipótesis de trabajo a partir de los datos obtenidos.

2.4.2. Medición de densidad

Ficha técnica

- *Grado de libertad:* 2
- *Ubicación en el plan de estudios:* Segunda unidad. Interacciones mecánicas.
- *Problema:* ¿Cómo se obtiene experimentalmente la densidad de un líquido? ¿Es sencillo obtener el valor de la densidad del agua que viene en las tablas? ¿De qué manera se puede aproximar más al valor indicado en las tablas?
- *Hipótesis:* La densidad del agua se puede obtener midiendo el volumen y la masa del agua. Mientras más medidas se tomen más se acercarán los resultados al valor medido de la densidad del agua con el indicado en las tablas.

Física del problema

La materia tiene dos características físicas macroscópicas fundamentales: el volumen que ocupa en el espacio y la cantidad de masa que tiene. La densidad es el parámetro que relaciona ambas características. Así mismo, a partir de la densidad se puede determinar el material con el que se está trabajando. Es por ello que resulta importante que los alumnos manejen esta relación.

Los errores experimentales son de dos tipos: sistemáticos y accidentales. Los errores sistemáticos se deben al instrumento de medición que se usa o a la forma en que se arregla el dispositivo experimental. Los errores sistemáticos aparecen siempre que se hace la medida, y en general es el mismo cada vez que se mide. Por otro lado, están los errores accidentales. Los errores accidentales no se pueden controlar y varían con cada una de las medidas.

Para disminuir la interferencia de los errores accidentales en una medición, se hacen varias mediciones. Las mediciones que se hacen pueden ser trabajadas de forma gráfica o bien, de forma aritmética. La forma aritmética de trabajar los errores accidentales es obtener promedios que nos permitan acercarnos al valor real, independientemente de los errores que hayamos cometido.

2. Descripción de la propuesta y metodología.

La densidad es una magnitud física, escalar, cuya medida puede ser directa o indirecta. La densidad proporciona la relación que hay entre la masa y el volumen. A pesar de que la densidad de cualquier material varía con la temperatura. Manteniendo la temperatura constante esta medida puede ayudar a identificar materiales.

La relación matemática que se usa para obtener la densidad de cualquier material a temperatura fija está dada por:

$$\rho = \frac{Masa}{Volumen} = \frac{m}{V} \quad (2.1)$$

Para medir el volumen del agua de forma experimental se puede usar un vaso de precipitados. Los mililitros son una medida de volumen, donde un litro equivale a 1 decímetro cúbico o bien a 0.001 metros cúbicos. Cabe aclarar que la densidad se da en kilogramos sobre metros cúbicos, en el sistema internacional.

Por otro lado, el promedio algebraico es la forma en que ustedes calculan su promedio de calificaciones. Lo primero que se hace es tomar en cuenta el número de materias que cursaron en un mes, esto es el número de datos que tienen, y en términos matemáticos se designa con la letra “n”. Lo segundo que se hace es sumar todos los datos. Y finalmente se divide el resultado de ésta suma entre el número de datos.

Con notación matemática se puede generalizar este procedimiento a diferentes tipos de datos y teniendo cualquier cantidad de datos. Y se expresa de la siguiente forma:

$$p(n) = \frac{\sum_{x_i=1}^{x_i=n} x_i}{n} \quad (2.2)$$

El símbolo Σ es la letra griega “sigma” y representa una sumatoria; el x_i es el iésimo dato. Y lo que aparece abajo y arriba de la sumatoria implica que debes sumar desde el primer dato hasta el último o enésimo dato. En términos estadísticos el promedio es conocido como la media y sirve para indicar el punto alrededor del cual se encuentran anidados la mayor parte de los datos.

2. Descripción de la propuesta y metodología.

Procedimiento

Para poder comprobar las hipótesis se dio a los alumnos el procedimiento a seguir. Para realizar la práctica los alumnos contaron con un vaso de precipitados, agua y una báscula. Primero obtuvieron el valor de la masa del vaso de precipitados sin agua. Una vez teniendo este dato agregaron un poco de agua, de manera que llegara a la primera raya del vaso de precipitados (5 ml) y obtuvieron la masa del vaso con agua. Después llenaron hasta la segunda raya (10 ml) y obtuvieron el valor de la masa. Se repitió este proceso hasta terminar con todas las rayas del vaso. Así, la cantidad de mililitros en el vaso de precipitados les dio el valor del volumen y se obtuvo el valor de la masa para poder calcular con varios datos el valor de la densidad del agua, para finalmente hacer un promedio de los valores.

2.4.3. Calorimetría

Ficha técnica

- *Grado de libertad:* 2
- *Ubicación en el plan de estudios:* Tercera unidad. Interacciones térmicas, procesos termodinámicos y máquinas térmicas.
- *Problema:* ¿Por qué aumenta la temperatura de un cuerpo? ¿Cómo es ese aumento? ¿El aumento de temperatura es constante o hay algún punto en que se detenga? ¿El aumento de la temperatura depende de la cantidad de materia que se tenga?
- *Hipótesis:* El aumento de la temperatura de un fluido depende del tiempo en que esté en contacto con la fuente de calor. El agua en la ciudad de México no hierve a 100°C.

Física del problema

El estudio del calor y la temperatura ha sido de gran ayuda para la humanidad. En la edad media conocer el comportamiento de los materiales bajo calor extremo permitió que se hicieran artículos de cocina, armaduras, etc. Más tarde permitió hacer armas de fuego y en nuestros tiempos se hacen grandes cantidades de artículos de esta forma. Así fue como los científicos se interesaron en el estudio de la termodinámica.

2. Descripción de la propuesta y metodología.

Al ir avanzando los conocimientos en termodinámica, el hombre fue capaz de construir máquinas térmicas como la máquina de vapor y los refrigeradores. La invención de la máquina de vapor marcó el inicio de la revolución industrial y los refrigeradores ahora tan comunes en los hogares cambiaron drásticamente la forma de alimentación del ser humano. Por estas razones la termodinámica es de gran importancia histórica para el ser humano.

A pesar de que el estudio de la termodinámica, y de la calorimetría en particular, data de mucho tiempo atrás, no fue sino hasta finales del siglo XIX que se desarrolló plenamente esta rama de la física. Y se encontró que la temperatura de un cuerpo está directamente relacionada con su energía interna, que no hay nada como el calórico que vaya de los objetos fríos a los calientes, que se puede generar calor con fricción, etc.

En lo que se refiere a la motivación procedimental, el método de análisis gráfico es muy útil en las ciencias. Trabajar los datos de forma gráfica ayuda a encontrar relaciones funcionales y patrones de comportamiento de los parámetros que se estudian. En el nivel medio superior la gran mayoría de las relaciones son lineales y dado que los alumnos estudiaron estas relaciones de manera extensiva en la secundaria facilita la comprensión de los fenómenos que tienen este comportamiento. Si analizamos la motivación desde la parte pedagógica, el uso de gráficas favorece a los alumnos que aprenden mejor de forma visual.

Lo que permitió el desarrollo de las máquinas térmicas fue el descubrimiento de la ley cero y la primera ley de la termodinámica. La ley cero de la termodinámica indica que si se tienen tres sistemas termodinámicos A, B y C como se muestra en la figura 2.1. Si A está en equilibrio térmico (tienen la misma temperatura) con B y B está en equilibrio termodinámico con C, entonces A está en equilibrio termodinámico con C. Esta ley permite medir la temperatura de las sustancias, tomando en cuenta que uno de los cuerpos es del que se quiere medir la temperatura y otro es el mercurio dentro del termómetro.

2. Descripción de la propuesta y metodología.

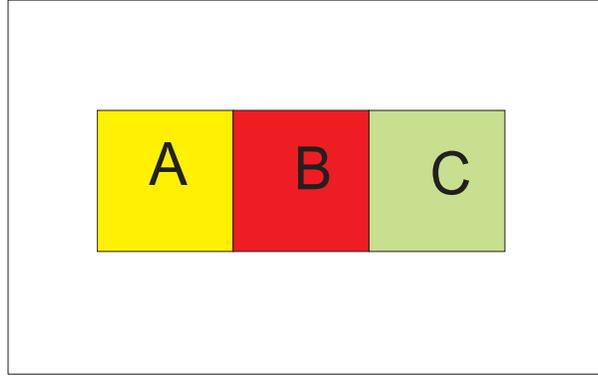


Figura 2.1:

La primera ley de la termodinámica establece la conservación de la energía termodinámica. Pensemos en una máquina de vapor simple, para hacerla funcionar calentamos el agua hasta punto de vapor, el vapor mueve unas aspas ya sea para mover un tren o para generar electricidad. En términos termodinámicos lo que hicimos fue: ceder energía en forma de calor (Q), para aumentar la temperatura del agua y que se de un cambio de estado, el agua en forma de vapor realiza el trabajo (W) de mover el sistema. Definiremos ahora una nueva variable a la que llamaremos energía interna (U) como la suma de la energía potencial y la energía cinética de las moléculas que conforman una sustancia. La temperatura está directamente relacionada con la energía interna, mayor temperatura mayor energía interna. De esta manera podemos modelar matemáticamente lo que hace una máquina térmica.

$$Q = \Delta U - W \quad (2.3)$$

Esta es la forma matemática de expresar la primera ley de la termodinámica. El trabajo puede llevar signo positivo (cuando el trabajo se realiza sobre el sistema) o signo negativo (cuando el sistema realiza trabajo).

Ahora tomemos el caso en que simplemente se calienta un sistema termodinámico, es decir, que no realiza trabajo; por ejemplo calentar agua para café. En este caso podemos reducir la ecuación anterior a:

$$Q = \Delta U \quad (2.4)$$

2. Descripción de la propuesta y metodología.

Ya dijimos que el aumento de energía interna se relaciona directamente con el cambio en la temperatura. Faltaría establecer cuál es la relación matemática. Si nos fijamos en la cocina de nuestra casa veremos que hay que suministrar menos calor para calentar un litro de agua que para calentar medio litro; es decir el calor necesario para aumentar la temperatura de una sustancia depende de la masa de la misma. Por otro lado, se requiere menos calor para hervir un litro de leche que un litro de agua; por lo que podemos ver que también depende de la sustancia. Así, la ecuación que relaciona el aumento de la temperatura de una sustancia con el calor suministrado queda como:

$$Q = mc_p\Delta T \quad (2.5)$$

Donde m es la masa y c_p es el calor específico que depende de la sustancia que se calienta.

Este comportamiento sigue hasta que se alcanza el punto de cambio de fase. Cuando esto sucede se comienza el cambio de estado, por lo que la energía que se suministra se va en cambiar de fase y la temperatura permanece constante.

Cuando se quieren relacionar dos parámetros que designamos con las letras x e y , suele ser que se le llama x al parámetro que puedes controlar x e y al parámetro que quieres estudiar. Usando estos dos parámetros se construye una relación entre ambos; cuando la relación es lineal la relación entre ellos la gráfica es una recta y tiene ecuación:

$$y = mx + b \quad (2.6)$$

La m es conocida como la pendiente y está directamente relacionada con la inclinación de la recta. Mientras más grande es el valor de la pendiente más parada estará la recta; y si el valor de la pendiente es infinito, entonces tendremos una recta paralela al eje y . Si el valor de la pendiente es cero, entonces tendremos una recta paralela al eje x . El valor que aparece después del signo de más (b), es conocido como la ordenada al origen, y gráficamente es el punto en el cual la recta corta el eje y .

2. Descripción de la propuesta y metodología.

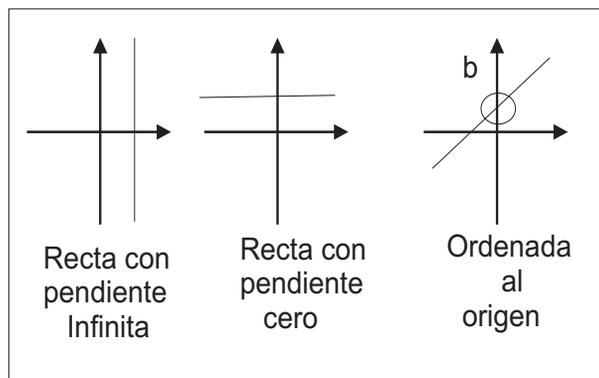


Figura 2.2: Ejemplos de rectas

Cuando el valor de y es el mismo para cualquier valor de x , entonces se dice que y es constante. Gráficamente y está representada por una recta paralela al eje x . Este caso corresponde a tener una pendiente cero.

Procedimiento

Esta es la última práctica en la que se dio a los alumnos el procedimiento a seguir. El material usado en este caso fue un calefactor eléctrico, un vaso de precipitados con agua, báscula y un termómetro. Se mide la masa del vaso de precipitados sin agua, después se agrega agua y se vuelve a medir la masa. Se coloca el vaso de precipitados en el calefactor, poniendo el termómetro en el agua, cuidando que no toque el fondo del vaso. Se conecta el calefactor y se registra la temperatura del agua cada minuto, hasta que hierve. Una vez que comienza a hervir se toma la temperatura final del agua. Con estos datos se puede graficar cómo varía la temperatura (parámetro y) en función del tiempo (parámetro x).

2.4.4. Densímetro

Ficha técnica

- *Grado de libertad:* 3
- *Ubicación en el plan de estudios:* Segunda unidad. Interacciones mecánicas.
- *Problema:* ¿Cómo medir la densidad de un fluido sin necesidad de medir su volumen y su masa? ¿La flotabilidad de un objeto depende la densidad del fluido en la que está sumergido?

2. Descripción de la propuesta y metodología.

- *Hipótesis:* Se puede determinar la densidad de un fluido al sumergir un objeto en él y ver qué tanto flota.

Física del problema

En una práctica anterior se trabajó el concepto de densidad y se midió la densidad directamente. En esta práctica los alumnos medirán la densidad de manera indirecta, usando un dispositivo construido por ellos mismos. Esta práctica es la conexión entre los grados de libertad dos y tres. Se elige este tema ya que la forma de ensamblar el densímetro se puede obtener consultando varias páginas Web.

El principio usado para el cálculo es el principio de Arquímedes. A partir de este principio los alumnos diseñarán un dispositivo que permita medir la densidad de un fluido. Una vez diseñado y ensamblado el dispositivo, los alumnos deberán calibrarlo.

El principio de Arquímedes está relacionado con la flotabilidad de los cuerpos; y conecta el empuje sufrido por un cuerpo sumergido en un fluido con el peso del fluido desalojado. El enunciado del principio de Arquímedes dice: “Todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta un empuje vertical hacia arriba igual al peso del volumen del fluido desalojado”. Así el empuje (E) puede escribirse como:

$$|E| = P_f = gm_f \quad (2.7)$$

Donde P_f es el peso del fluido desalojado al sumergir el cuerpo, g la aceleración debida al campo gravitacional y m_f la masa del fluido desalojado. Tomando en cuenta la ecuación de la densidad podemos reescribir la ecuación 2.7 en términos de la densidad del fluido como:

$$|E| = g\rho V_f \quad (2.8)$$

Donde ρ es la densidad del fluido y V_f es el volumen desalojado. Así el empuje que sentirá cualquier objeto sumergido en un fluido es directamente proporcional a la densidad del fluido.

2. Descripción de la propuesta y metodología.

La flotabilidad de un objeto se puede definir como:

$$F = P - E \quad (2.9)$$

Donde F es la flotabilidad y P el peso del objeto sumergido. Si el empuje (E) es mayor al peso (P) entonces la flotabilidad del objeto será positiva, es decir, el objeto flotará. Si el empuje es igual al peso entonces tendrá flotabilidad neutra, que significa que al colocarlo a una determinada altura dentro del fluido, este permanecerá en equilibrio. Finalmente si el peso del objeto es menor al empuje, la flotabilidad será negativa, es decir, el objeto se hundirá.

Dado que el peso y el volumen de un objeto es independiente del fluido en el que se sumerge, si se usa el mismo objeto en diferentes fluidos su flotabilidad dependerá sólo de la densidad del fluido. De esta manera se puede determinar la densidad de un fluido a través de la flotabilidad de un objeto dado.

Para el diseño de un procedimiento se toma en cuenta primero la hipótesis de trabajo, que es la que debe fundamentar todo el desarrollo experimental. Así lo primero que se tiene que hacer es determinar la hipótesis de trabajo. Una vez teniendo en cuenta la hipótesis de trabajo se determinan las variables que se estudiarán. Y se determina cuál de ellas es la variable dependiente y cuál la independiente.

Variable independiente: Aquella que el experimentador puede controlar y variar a su gusto.

Variable dependiente: Aquella cuyo valor depende del valor de la variable independiente.

Una vez determinando esto se requiere diseñar el arreglo experimental que se va a usar. Tomando en cuenta el material que se va a usar, tanto para desarrollar el experimento como medir las variables, y la forma en que éste se colocará el dispositivo experimental.

2.4.5. Ley de Ohm

Ficha técnica

- *Grado de libertad:* 3
- *Ubicación en el plan de estudios:* Cuarta unidad. Interacciones eléctricas y magnéticas.
- *Problema:* ¿Cómo relacionamos la corriente que circula por un circuito con el voltaje suministrado? ¿Cómo se construye un circuito? ¿Influye el número de focos que se colocan en un circuito cerrado en la intensidad con que brillan?
- *Hipótesis:* El voltaje suministrado a un circuito es directamente proporcional a la corriente que circula por el mismo. La constante de proporcionalidad es la resistencia.

Física del problema

No se podría concebir el desarrollo tecnológico que se tiene hoy en día sin la electrónica. Los aparatos electrónicos tales como relojes de pulso, licuadoras, reproductores de música e incluso las computadoras están compuestas por circuitos que permiten su funcionamiento. Estos circuitos pueden ser muy sencillos o muy complejos, sin embargo todos se rigen por la ley de Ohm. De ahí la importancia de conocer la relación que se tiene.

La importancia procedimental de la ley de Ohm radica en la simplicidad de su relación. Se trata de una relación lineal de tres variables, de manera que para el diseño del procedimiento los alumnos pueden elegir distintas variables a relacionar. Es por ello que se sugiere como práctica con tres grados de libertad.

En mecánica queda claro que la energía potencial gravitacional se puede convertir en energía cinética. Para comprobar esto basta con dejar caer un lápiz desde distintas alturas. Si se lanza a menor altura el impacto en el lápiz es menor, mientras que si lo lanzamos desde un tercer piso se podrá ver que el grafito en el interior se quedará destrozado. De la misma manera que la energía potencial mecánica se puede transformar en energía cinética, la energía potencial eléctrica se puede transformar en energía cinética eléctrica.

Las fuentes de energía potencial eléctrica más comunes en nuestra vida cotidiana son las pilas. La primera pila fue hecha por el científico italiano Alessandro Giuseppe Antonio Anastasio Volta (1745-1827). De ahí el nombre con el que se designan las unidades de

2. Descripción de la propuesta y metodología.

energía potencial eléctrica: Volts. En general a la energía potencial eléctrica cuando se trata de circuitos se le denomina fuerza electromotriz o simplemente voltaje.

Cuando esta diferencia de potencial se aplica a un circuito cerrado provocará el movimiento de las cargas dentro de este circuito. A este movimiento de las cargas se le conoce como corriente. La unidad de medición de la corriente es el Ampere (Amperio); un amperio corresponde al paso de un coulomb (unidad de medición de la carga) cada segundo.

Lo que falta por determinar es la relación entre el voltaje aplicado a un circuito y la corriente que se obtiene. Para explicar esta relación muchas veces se recurre a hacer la analogía de la corriente eléctrica con la corriente de un río. El voltaje correspondería a la diferencia de alturas entre donde nace el río y donde se termina. Mientras mayor sea esa diferencia de alturas, mayor será la diferencia de energía potencial gravitacional y mayor será la velocidad de la corriente. De la misma forma, mientras mayor sea la diferencia de potencial dentro del circuito mayor será la corriente eléctrica. Es importante mencionar que la analogía en cuanto a la energía potencial y la corriente es sólo eso, una analogía, y que sólo sirve en el caso de la corriente producida por la diferencia de potencial.

Una gran diferencia que se observa entre la transformación de energía mecánica y eléctrica, es que la primera es inherente al campo gravitacional, mientras que la segunda depende del circuito con el que se trabaje. Es decir, la transformación de la energía potencial eléctrica, dentro de un circuito cerrado, dependerá también de los componentes del circuito. En particular la ley de Ohm se aplica sólo a elementos resistivos en el bachillerato. Los elementos resistivos o resistencias son elementos que se oponen al flujo de corriente eléctrica y su resistencia se mide en Ohms.

La ley de Ohm se enuncia: “La intensidad de corriente en un circuito es directamente proporcional a la diferencia de potencial aplicado e inversamente proporcional a la resistencia”. Matemáticamente se expresa:

$$I = \frac{V}{R} \tag{2.10}$$

Donde I es la intensidad de corriente, V el voltaje y R la resistencia total del circuito.

2.4.6. Determinación del valor de g

Ficha técnica

- *Grado de libertad:* 3
- *Ubicación en el plan de estudios:* Segunda unidad. Interacciones mecánicas.
- *Problema:* El valor de g depende de la altura sobre el nivel del mar. La ciudad de México se encuentra a 2000 m sobre el nivel del mar.
- *Hipótesis:* El valor de g en la ciudad de México no es $9.81 \left[\frac{m}{s^2}\right]$.

Física del problema

Los trabajos de Galileo son de gran relevancia histórica, ya que no sólo aportaron luz a muchos de los enigmas de la época, sino que revolucionaron la forma de trabajo de los científicos. Antes de Galileo se creía que los objetos caían con diferentes aceleraciones dependiendo de su masa, los trabajos de Galileo demostraron que la aceleración que sufren los objetos no depende de su masa, sino que todos los objetos en caída libre sufren la misma aceleración. Más allá de los trabajos de Galileo Galilei los trabajos de Sir Isaac Newton (1643-1727), terminaron de dar luz a lo que se conoce del movimiento en la actualidad. Sus trabajos en gravitación universal permitieron no sólo entender la forma en que se mueven los planetas, sino la razón por la cual la aceleración de un objeto que cae es constante y cuál es su valor.

Más allá de la importancia física de la determinación de g , que los alumnos obtengan experimentalmente el valor de g tiene una utilidad didáctica para este proyecto. El valor de g se puede medir experimentalmente de diferentes formas, es decir, este problema no tiene una solución única. La solución directa de este problema es dejar caer un objeto y medir el tiempo que tarda en caer lo cual, experimentalmente, tiene el problema de que el tiempo es muy corto. Dado el tiempo de reacción del ser humano se puede tener un gran margen de error experimental. Estos problemas experimentales propician que los alumnos tengan que buscar soluciones más creativas.

Cuando se tienen dos cuerpos con masa éstos experimentan una fuerza de atracción denominada fuerza de gravedad. Estos resultados se señalan en el “Philosophiae Naturalis Principia Mathematica” escrito por Newton. En él señala que la fuerza de gravedad entre dos cuerpos es directamente proporcional a las masas de los mismos e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa y cuya dirección es la misma que el vector

2. Descripción de la propuesta y metodología.

radio de separación. La constante de proporcionalidad es conocida como la constante gravitatoria, la cual fue calculada por primera vez en 1798 por Henry Cavendish (1731-1810), después de este primer experimento se ha determinado con métodos modernos con mucha más exactitud. La constante gravitatoria fue la primera constante universal conocida, sin embargo, es la conocida con menor precisión dado que su valor es muy pequeño.

Usando la ley de Gravitación Universal es posible determinar cuál es el valor de la aceleración de los cuerpos debida al campo gravitatorio de la Tierra. Para esto es pertinente partir de la ecuación de la gravitación universal de Newton:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \quad (2.11)$$

Donde $G=6.67 \times 10^{-11} [\frac{m^3}{Kgs^2}]$.

En este caso tomaremos la masa 1 como la masa del objeto que cae (m_0) y la masa 2 como la masa de la Tierra. Por otro lado, de la segunda ley de Newton indica que la fuerza sentida por el objeto que cae estará dada por:

$$F = m_0 a_0 \quad (2.12)$$

Sustituyendo en la ecuación 2.11:

$$m_0 a_0 = G \frac{m_0 m_2}{r^2} \quad (2.13)$$

Así pues podemos dividir ambos lados de la ecuación entre la masa del objeto, obteniendo:

$$a_0 = G \frac{m_2}{r^2} \quad (2.14)$$

De la ecuación 2.14 se puede ver que la aceleración que experimentará el objeto debida al campo gravitatorio de la tierra no depende de su masa. Y más aún, si sustituimos la masa de la Tierra, el valor de G, y el valor del radio de la Tierra (r) obtenemos el valor de dicha aceleración:

2. Descripción de la propuesta y metodología.

$$a_o = 6.67x10^{-11} \left[\frac{m^3}{s^2 Kg} \right] \frac{5.98x10^{24} [Kg]}{(6.37x10^5 [m])^2} = 9.81 \left[\frac{m}{s^2} \right] \quad (2.15)$$

Así pues, la caída libre es un movimiento rectilíneo uniformemente acelerado. Por lo que las ecuaciones que lo describen corresponden a este tipo de movimiento.

2.4.7. Acelerómetro

Ficha técnica

- *Grado de libertad:* 3
- *Ubicación en el plan de estudios:* Segunda unidad. Interacciones mecánicas.
- *Problema:* Todos los autos tienen integrado un sistema que mide la rapidez del auto. Sin embargo no cuentan con un sistema que mida la aceleración. ¿Cómo se mide la aceleración de un auto?
- *Hipótesis:* Para medir la aceleración es necesario encontrar un sistema que sea sensible al cambio en la velocidad del auto.

Física del problema

A pesar de que la mecánica es lo que es más familiar a nuestros alumnos, o tal vez porque lo es, muchos de los conceptos que se manejan en esta rama de la Física son usados de forma incorrecta. El velocímetro de los autos es el ejemplo más común; cualquier persona con conocimientos de física sabe que lo que mide este dispositivo no es la velocidad sino la rapidez del auto. De la misma forma en que se confunden velocidad y rapidez, se confunden los conceptos de aceleración y velocidad. En el lenguaje coloquial se usan indiscriminadamente.

Si lo que se busca es que los alumnos tengan una cultura científica, se espera que dentro de esta cultura sean capaces de usar el lenguaje apropiadamente en la vida cotidiana. Esta actividad experimental se enfoca a que los alumnos, al construir un dispositivo que les permita medir aceleración, sean capaces de distinguir la aceleración de la velocidad. Así mismo es una actividad que permite integrar los conocimientos vistos en la parte de Dinámica del curso.

2. Descripción de la propuesta y metodología.

La aceleración de un cuerpo se define como el cambio de la velocidad en el tiempo. En términos matemáticos avanzados:

$$a = \frac{d}{dt}V \quad (2.16)$$

Que para alumnos de primer año de bachillerato se puede expresar como:

$$a = \frac{V_f - V_i}{\Delta t} \quad (2.17)$$

Donde V_f es la velocidad final del objeto, V_i es la velocidad inicial del objeto y Δt es el tiempo transcurrido. De esta definición se puede ver que cuando un auto frena está teniendo una aceleración negativa, dado que la velocidad final es menor que la velocidad inicial.

Para la construcción de un acelerómetro es necesario tomar en cuenta cuál será el comportamiento de un objeto dentro de un auto cuando éste se acelera. La respuesta a esta cuestión se encuentra en las leyes de Newton.

- *Primera Ley de Newton:* La primera ley de Newton indica que “Todo objeto en movimiento rectilíneo uniforme o en reposo, tiende a permanecer en movimiento rectilíneo uniforme al menos que una fuerza externa actúe sobre él.”
- *Segunda ley de Newton:* La aceleración experimentada por un cuerpo es directamente proporcional a la fuerza que se le aplica e inversamente proporcional a su masa. Escrita de forma matemática como:

$$F = ma \quad (2.18)$$

- *Tercera Ley de Newton:* A toda acción hay una reacción de igual magnitud pero en sentido contrario.

Así, si un auto se encuentra en reposo al apretar el acelerador estamos aplicando una fuerza que permite que éste pase del reposo a un estado de movimiento. Y si se tiene un objeto dentro de dicho auto, éste tratará de permanecer en reposo, es decir, se opondrá al cambio. Al medir esta resistencia del cuerpo se puede, por lo tanto, saber la aceleración que ha sufrido el vehículo.

2. Descripción de la propuesta y metodología.

Dado que el efecto del cuerpo resistiéndose al cambio es muy rápido, en algunos casos es necesario retardar el fenómeno. Una forma en la que se puede lograr esto es a través del uso de un resorte. Un objeto atado al extremo de un resorte experimentará una fuerza dada por la ley de Hooke:

Ley de Hooke: Esta ley relaciona la fuerza aplicada a un resorte con la elongación del mismo. Y se escribe de forma matemática:

$$F = -k\Delta x \quad (2.19)$$

Donde k es la constante del resorte y Δx el desplazamiento del mismo.

A sí la aceleración experimentada por un objeto atado a un resorte estará dada por:

$$a = \frac{-k\Delta x}{m} \quad (2.20)$$

Donde m es la masa del objeto atado al extremo del resorte.

Capítulo 3

Aplicación de la propuesta

En este capítulo se describe cómo se llevó a cabo la implementación de la propuesta así como los resultados obtenidos. La primera sección corresponde a una descripción de los resultados cualitativos obtenidos de la aplicación. La segunda sección presenta los resultados de los cuestionarios de actitudes, tanto inicial como final en los grupos testigo y de intervención. Finalmente la última sección presenta los resultados de los exámenes diagnóstico y final de ambos grupos.

3.1. Aplicación de la propuesta

La propuesta fue aplicada a lo largo de un ciclo escolar en el plantel 5 de la ENP, teniendo a cargo sólo la parte de trabajo de laboratorio. Se realizaron 7 prácticas, las cuales fueron previamente descritas en la sección 2.3. A continuación se describe la puesta en práctica de la propuesta.

3.1.1. Evaluación del trabajo de laboratorio

Para la evaluación del trabajo de los estudiantes dentro del laboratorio se les pidió que hicieran reportes experimentales bajo el formato de artículo en cada una de las prácticas. Como la evaluación de los reportes experimentales puede resultar un tanto subjetiva se elaboró una rúbrica para la evaluación de los reportes (apéndice D.1). Así mismo, se explicó a los alumnos las partes que componen un reporte experimental, sus características y la función que cumple cada uno (apéndice D.2). Para mejorar la comprensión de los alumnos se complementó con un material de apoyo en el que se muestra cómo elaborar un

3. Aplicación de la propuesta

reporte experimental para tomar la decisión en la compra de un celular (apéndice D.3).

A continuación se comenta cualitativamente el desempeño de los alumnos en la realización y reporte de cada una de las prácticas que se aplicaron en la propuesta. Esta descripción es cualitativa debido a que el objetivo central de este trabajo no es ver cómo mejora el desempeño de los alumnos en el laboratorio, sino cómo este trabajo influye en su desempeño según los niveles PISA.

Medición

En lo que respecta al reporte en sí, se vio que los alumnos tienen muy interiorizado el modelo de reporte de laboratorio utilizado en la secundaria. El modelo de reporte de laboratorio corresponde al formato de artículo sus características y partes correspondientes se pueden encontrar en el apéndice D.2. El 36 % de los reportes tienen un apartado de material, siendo que esto no fue especificado en el formato. El hecho de que el material aparezca como un apartado del reporte es característico del formato usado para los reportes en la secundaria. Por lo que hay que hacer énfasis en el modelo de reporte utilizado, ya que el hecho de que este modelo prevalezca es importante en la búsqueda del desarrollo de las habilidades de argumentación científica.

Por otro lado parece ser que la diferencia entre conclusiones y análisis no les es clara. El análisis en sí se les dificulta mucho, lo cual se hace patente al ver que saltan a conclusiones que no corresponden a lo observado. Los análisis en este punto resultan pobres y no siguen en general de los resultados presentados. A partir de esto se puede ver que hay que poner énfasis en lo que se refiere a la parte de análisis, de forma que éste corresponda a los datos y sustente las conclusiones.

Densidad

El desarrollo del segundo experimento fue ordenado, los alumnos cuidaron el material y dejaron el laboratorio en buenas condiciones, a diferencia de lo que esperaba el profesor supervisor. Creo que el éxito en este sentido se debió a que el tiempo que se le dio a la práctica fue justo y a que los alumnos tenían un objetivo preciso. Para algunos de los alumnos no quedó muy claro por lo que la próxima vez les daré el procedimiento de forma mucho más explícita, esperando que facilite las cosas para los alumnos.

3. Aplicación de la propuesta

La mayor parte de los reportes estuvieron “completos”, aunque algunas de las partes no cumplían con los requerimientos. Parece ser que a los alumnos les cuesta trabajo comprender la finalidad de cada una de las partes. Para que les sea más clara la forma de redactar un reporte preparé un documento extra en el que se muestra el reporte de la compra de un celular (apéndice D.3).

Calorimetría

Al revisar los reportes de esta práctica encontré que a pesar de que los alumnos viven en la era de la tecnología nunca habían tenido que usar Excel, por lo que la graficación de los datos se les dificultó mucho. Expliqué la forma de graficar en el salón; el 57% de los alumnos pudieron hacer las gráficas y el 43% no lo logró. Por ello hice una guía rápida que les permita aprender a usar funciones básicas de Excel, entre ellas la graficación.

Independientemente de los problemas técnicos que se presentaron al graficar, los alumnos que lo lograron no supieron cómo obtener información de la gráfica. Esto nos lleva a seguir trabajando con prácticas que tengan grado de libertad dos, en donde estuvieron encargados de la toma de datos y de las conclusiones, a pesar de que en el plan general se planeaba aumentar los grados de libertad a 3, es decir, que ellos comenzaran a diseñar su propio procedimiento. Si los alumnos siguen teniendo problemas con el análisis de los datos (2 grados de libertad) y los ponemos a diseñar procedimientos (3 grados de libertad) podría suceder que en vez de avanzar se queden rezagados.

Por otro lado, me di cuenta que sólo uno de los alumnos leyó el documento anterior en el que se da un ejemplo práctico de un reporte experimental en la compra de un celular. En el reporte de la alumna que lo leyó se nota una gran diferencia, tanto en el marco teórico, la presentación de los datos, el análisis como las conclusiones muestran una gran mejoría. Esto nos lleva a impulsar al resto del grupo a que lean el documento y lo revisen a fondo. Así mismo, a buscar un espacio dentro de la clase para que se revise el análisis de los gráficos, para que se les facilite mucho más el análisis.

3. Aplicación de la propuesta

Densímetro

El desarrollo de esta práctica fue un poco caótico, ya que estaba planeada para el mes de diciembre; y dado que el profesor tuvo algunas dificultades no se pudo llevar a cabo sino hasta regresar de vacaciones. El día que se planeó la ejecución de la práctica, no se había reservado el laboratorio, por lo que se tuvo que llevar a cabo en el salón de clases. Al ser hecha en el salón de clases no se contaba con el espacio idóneo para su realización. Así mismo, se pidió a los alumnos que llevaran su material y sólo 4 equipos lo llevaron. El profesor había planeado un intercambio de regalos de reyes para ese día, por lo que todos los alumnos permanecieron en el aula lo cual dificultó el trabajo.

Para hacer sus densímetros los alumnos usaron plastilina y un popote; para la calibración del densímetro se usó glicerina, alcohol y agua. Usando la plastilina como base del densímetro y el popote como referencia de flotabilidad. Al principio tuvieron problemas para determinar la forma idónea en que se debía moldear la plastilina para que pudieran usarlo en los distintos fluidos con los que se trabajó. En algunos casos flotaba muy bien en la glicerina pero se hundía en el alcohol. Una vez determinada la geometría de la plastilina del densímetro los alumnos marcaron las líneas correspondientes a las tres sustancias y probaron su densímetro con aceite de cocina.

Los reportes presentaron una significativa mejora en la parte de análisis de los resultados. Los alumnos pusieron más énfasis en esta parte y se basaron en los datos que obtuvieron. Lo más notorio de las conclusiones es que muchos de los alumnos descubrieron el principio de Arquímedes; es decir, encontraron que mientras mayor era la densidad del fluido mayor era la flotabilidad. Esto es algo que ya habían visto en teoría, sin embargo no fueron capaces de reconocer dicho principio en sus resultados.

Ley de Ohm

En la primera sesión se explicó a los alumnos el problema a tratar y la hipótesis a probar. Para ello di una pequeña explicación de la Ley de Ohm y me sorprendió que los alumnos manejaran bien la relación matemática de dicha ley, sin embargo tuvieron problemas al identificar la variable dependiente e independiente. Por lo que hice un documento de apoyo en el que se indica cómo diseñar un procedimiento e identificar las variables involucradas en él (apéndice D.4) . Se dejó como tarea el diseño de un procedimiento experimental para la siguiente clase.

3. Aplicación de la propuesta

Durante la segunda sesión se revisó el procedimiento experimental ideado y ayudé a los alumnos a pulir los procedimientos ideados. En este caso debido a que se trató de una práctica relativamente sencilla los procedimientos de los alumnos fueron similares. El problema que encontré con los procedimientos fue el hecho de que no reconocían el material experimental de los diseños teóricos que tenían. Sin embargo, con un poco de discusión fue posible que identificaran el voltaje como una fuente de voltaje o una pila, la necesidad de instrumentos para medir el voltaje y la corriente, así como las resistencias como focos.

Después de esta discusión se determinó el material que cada uno de los equipos iba a usar. Al solicitar el material al laboratorista me di cuenta de las deficiencias en el inventario. Por ello tuve que comprar algunas protoboards, resistencias, cables caimán-caimán y leds.

La tercera sesión corresponde a la realización la práctica para probar la Ley de Ohm. Se pudo contar con una fuente por equipo y un solo multímetro, por lo que los equipos tuvieron que cambiar el procedimiento y fiarse de la medida de voltaje dada por la fuente. Algunos equipos habían propuesto circuitos en serie o en paralelo y al tratar de armarlos se dieron cuenta de la dificultad que presentaban los circuitos más complicados. Por lo que en general los equipos terminaron armando circuitos con una sola resistencia o led. Al comenzar a trabajar se dieron cuenta de que cuando el voltaje era grande las resistencias se quemaban, por lo que tuvieron que reducir el intervalo de trabajo a sólo 5 Volts

En lo que se refiere al reporte se pudo ver que a los alumnos les gustó esta práctica, no tanto por la práctica en sí sino por el material que se utilizó. En general los reportes presentan un análisis gráfico de los resultados, lo cual habla de un avance en el proceso de elaboración de reportes. Buscaron la forma de determinar el voltaje para el cual la resistencia se quemaba. En general, los reportes fueron buenos.

Determinación de g

En la primera sesión los alumnos llevaron el diseño de su procedimiento experimental. En general se vieron dos procedimientos experimentales distintos: uno con el uso de un péndulo y otro con el uso de un plano inclinado. En este caso los procedimientos fueron entregados de una forma más completa que la primera vez. Los alumnos tenían claro el material que iban a necesitar y la forma en que iban a proceder por lo que no fue

3. Aplicación de la propuesta

necesario hacer ninguna especificación al respecto. Cuando procedí a solicitar el material a los laboratoristas me di cuenta que el material con el que cuenta la Preparatoria 5 es más completo para experimentos de mecánica que para electricidad. Lo cual nos habla del tipo de prácticas que suelen hacer los profesores.

La segunda sesión correspondió a la realización de la práctica, en la que los alumnos implementaron los procedimientos previamente diseñados. Durante el desarrollo de esta práctica tuve un problema con uno de los equipos. Yo había pedido que trabajaran un máximo de 5 personas por equipo y uno de los equipos presentes era de 7. Lo cual llevó a que hubiera mucha gente no haciendo nada, por lo que les pedí que se dividieran en dos equipos. Una de las integrantes del equipo se quejó amargamente de la falta de material, así que les pedí que improvisaran y les conseguí lo que pidieron. Al final resolvieron el problema exitosamente.

Uno de los equipos trabajando con el diseño del péndulo encontró que la velocidad del péndulo variaba dependiendo del ángulo inicial con el que se lanzara. Así que decidieron ver si el período también se veía afectado. Y como era de esperarse vieron que el período del péndulo no dependía del ángulo inicial. Este mismo equipo encontró que había pequeñas variaciones según la persona que midiera el período por lo que optaron por realizar las medidas varias veces y hacer un promedio. La práctica concluyó satisfactoriamente.

Al observar los reportes de los alumnos me di cuenta de que el análisis de los datos había sido mucho más sencillo para los alumnos que llevaron a cabo el diseño del péndulo que para los que usaron el plano inclinado. Esto puede deberse a que los alumnos no vieron el tema de vectores en clase, por lo que no contaban con las herramientas necesarias para dividir el movimiento del balón en sus dos componentes una en la dirección del plano y otra perpendicular a éste. El valor obtenido por los alumnos para g fue relativamente bueno, considerando el material con el que se contaba.

Acelerómetro

En la primera sesión se inició la discusión hablando del velocímetro de los autos y cómo mide la rapidez del vehículo. A partir de esto se abrió la discusión acerca de cómo medir la aceleración de un auto, el metro o un microbús. Se propusieron las leyes de Newton y la ley de Hooke como apoyo teórico para el desarrollo de los acelerómetros. Se pidió a los alumnos que diseñaran un sistema para medir la aceleración de un cuerpo en movimiento y que se pudiera subir a cualquier medio de transporte.

3. Aplicación de la propuesta

En la segunda sesión se hizo una primera revisión de los diseños para la construcción de los acelerómetros. Me di cuenta de que varios equipos no entendían cómo es posible medir aceleración sin medir el tiempo o la distancia. Así que regresé al tema de las Leyes de Newton y al parecer todo quedó claro. Se dispuso que el día para presentar su acelerómetro era el día 17 de Abril, día en que también era necesario exponer la forma en que se hizo y probar su funcionamiento. Se dieron los puntos a evaluar para la exposición.

La tercera sesión correspondió al día de la exposición final. A pesar de que en el plan original se planeó un tiempo para calibrar y poner a prueba los acelerómetros, por la premura de tiempo no fue posible. En esta sesión hubo mayor participación que en prácticas anteriores, en parte debido a la cercanía del final del año escolar. Lo primero que se hizo fue aplicar el cuestionario y el examen final, para lo cual se dieron 45 minutos, tiempo que fue suficiente para los alumnos. Después pedí a los alumnos que escribieran en un papel el nombre de un integrante de cada equipo para que el orden de las exposiciones fuera al azar. Y se comenzaron las exposiciones.

En general los alumnos se esforzaron mucho en preparar sus exposiciones y en hacer sus acelerómetros. Sin embargo, sólo uno de ellos funcionó. Los demás tuvieron una serie de problemas técnicos que se pudieron haber evitado con una clase más en el laboratorio, que por causas externas no fue posible realizar. Dentro de los éxitos de esta práctica se vio que los alumnos podían distinguir bien entre aceleración y velocidad. Así mismo los alumnos pudieron superar la idea de que para medir aceleración era necesario medir tiempo y distancia.

Los reportes de la construcción del acelerómetro mostraron un gran avance, ya que los alumnos fueron capaces de argumentar la razón por la cual sus acelerómetros no funcionaron. Así mismo hubo un gran cambio en la forma en que se presentó el marco teórico, ya que muchos de los alumnos fueron más allá de un simple “copy-paste” de wikipedia. Así mismo hubo un gran cambio en las conclusiones, ya que fueron capaces de dar propuestas para mejorar sus acelerómetros.

3.2. Resultados de los cuestionarios

3.2.1. Cuestionario inicial

El cuestionario inicial se aplicó al inicio del año escolar a cada uno de los grupos. Los resultados que se presentan son la comparación entre el promedio general y el promedio en física, la comparación entre el promedio obtenido en la materia que más les gustó y el promedio obtenido en física y el factor que más influyó en los alumnos para recordar un tema.

Tabla 3.1: Comparación entre promedio general y calificación en física.

	Número total de alumnos	La calificación en física es:			
			Mayor	Menor	Igual
Grupo de intervención	35	Alumnos	12	18	5
		Porcentaje	34.29	51.43	14.29
Grupo testigo	43	Alumnos	12	27	4
		Porcentaje	27.91	62.79	9.3

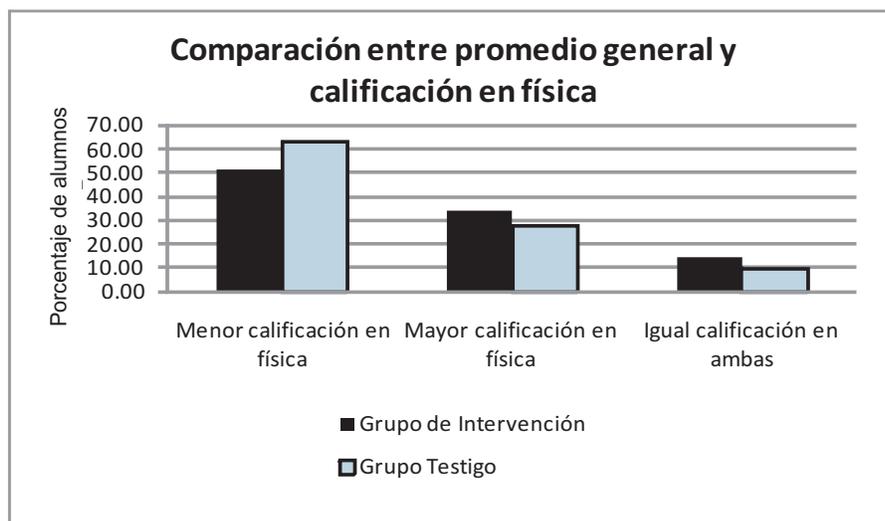


Figura 3.1: Comparación entre promedio general y calificación en física.

3. Aplicación de la propuesta

Los resultados muestran que en general el promedio obtenido en física por los alumnos es menor que el promedio general (figura 3.1) o de la materia que más les gustó (figura 3.2). Esto habla de un bajo desempeño académico en la materia en comparación con el desempeño académico en otras áreas. Por lo que se puede decir que la materia no es el fuerte de los alumnos de ninguno de los grupos.

Tabla 3.2: Comparación entre la calificación en la materia que más les gustó y física

	Número total de alumnos	La calificación en física es:			
			Mayor	Menor	Igual
Grupo de intervención	35	Alumnos	4	21	10
		Porcentaje	11.43	60	28.47
Grupo testigo	43	Alumnos	3	27	12
		Porcentaje	6.98	62.79	27.91

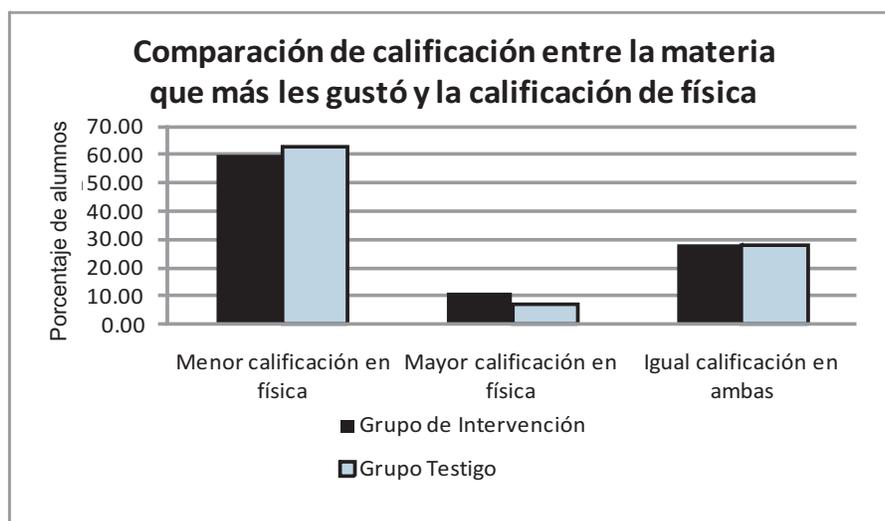


Figura 3.2: Materia que más les gustó en secundaria.

Tabla 3.3: Factor que más influyó para que los alumnos recuerden un tema

	Número total de alumnos	Factor				
			Maestro	Interés	Libro	Laboratorio
Grupo de intervención	35	Alumnos	17	4	9	5
		Porcentaje	48.57	11.43	25.71	14.29
Grupo testigo	43	Alumnos	16	7	10	10
		Porcentaje	37.21	16.28	23.26	23.26

3. Aplicación de la propuesta

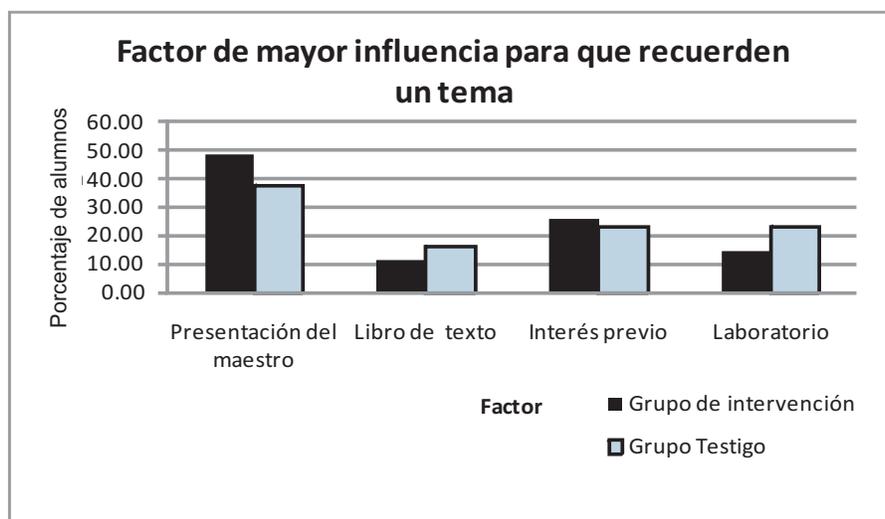


Figura 3.3: Factor de mayor influencia en que recuerden un tema.

En la gráfica mostrada en la figura 3.3 se puede ver que el factor que más influye en los alumnos para recordar un tema en ambos grupos es la presentación del maestro. Estos resultados nos remiten a la enseñanza tradicional en la que el aprendizaje de los alumnos depende totalmente del profesor. Asimismo, se ve la poca importancia que tiene el libro de texto en este aspecto.

3.2.2. Cuestionario final

El cuestionario final se aplicó al término del año escolar cuando se concluyó la intervención. En esta sección se muestran el factor que más influyó para que los alumnos recuerden un tema, la opinión que tuvieron los alumnos de la clase de física y la opinión del trabajo de laboratorio.

Tabla 3.4: Factor que más influyó para que los alumnos recuerden un tema

	Número total de alumnos	Factor				
			Maestro	Interés	Libro	Laboratorio
Grupo de intervención	35	Alumnos	17	4	9	5
		Porcentaje	48.57	11.43	25.71	14.29
Grupo testigo	43	Alumnos	16	7	10	10
		Porcentaje	37.21	16.28	23.26	23.26

3. Aplicación de la propuesta

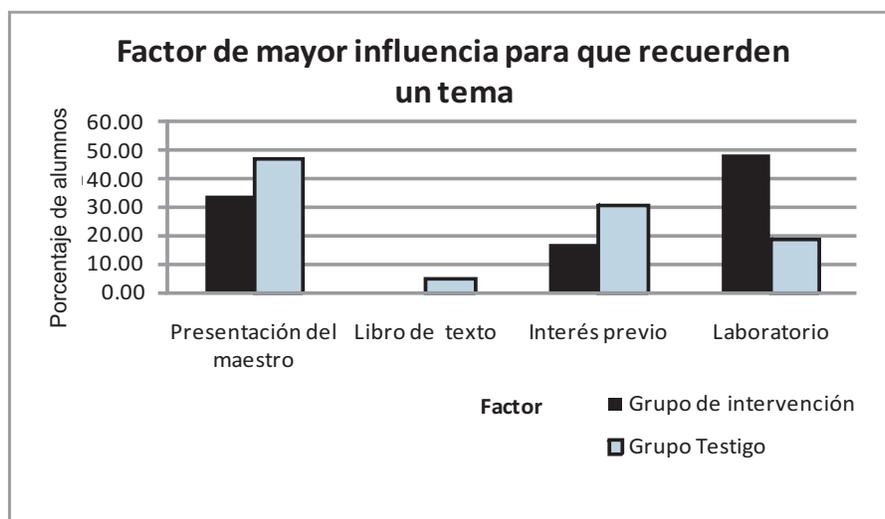


Figura 3.4: Factor que más influyó para que recuerden un tema del ciclo escolar.

Los resultados del cuestionario final 3.4 muestran un claro cambio en el grupo de intervención. Mientras que para el grupo testigo el factor más importante para recordar un tema sigue siendo la presentación del maestro para el grupo de intervención es el trabajo de laboratorio. Esto habla de un claro impacto del trabajo de laboratorio en el aprendizaje.

Tabla 3.5: Opinión de la clase de física

	Número total de alumnos	La clase te gustó:				
		Mucho	Regular	Poco	Nada	
Grupo de intervención	35	Número de alumnos	4	20	8	3
		Porcentaje	11.43	57.17	22.86	8.57
Grupo testigo	43	Número de alumnos	6	35	2	0
		Porcentaje	13.95	81.40	4.65	0

La opinión de los alumnos acerca de la clase de física (figura 3.5) y del laboratorio (figura 3.6) no se vieron afectadas por la intervención. Sin embargo a los alumnos del grupo testigo les gustó más la clase de física que a los alumnos del grupo de intervención, aunque la diferencia porcentual no es grande.

3. Aplicación de la propuesta

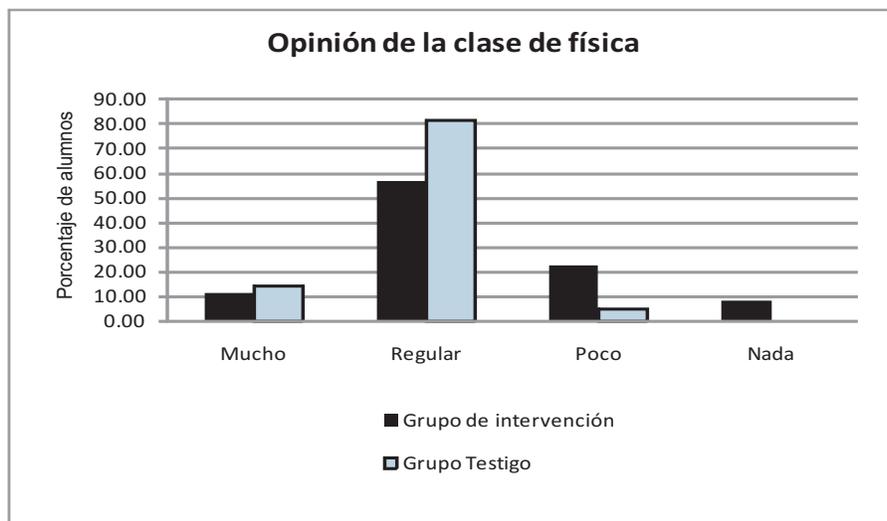


Figura 3.5: Opinión de la clase de física

Tabla 3.6: Opinión del laboratorio

	Número total de alumnos	Las prácticas fueron:				
			Muy interesantes	Interesantes	Poco interesantes	Nada interesantes
Grupo de intervención	35	Alumnos	1	25	9	0
		Porcentaje	2.86	71.43	25.71	0
Grupo testigo	43	Alumnos	4	34	5	0
		Porcentaje	9.30	79.03	11.63	0

La opinión de los alumnos acerca de la clase de física (figura 3.5) y del laboratorio (figura 3.6) no se vieron afectadas por la intervención. Sin embargo a los alumnos del grupo testigo les gustó más la clase de física que a los alumnos del grupo de intervención, aunque la diferencia porcentual no es grande.

3. Aplicación de la propuesta

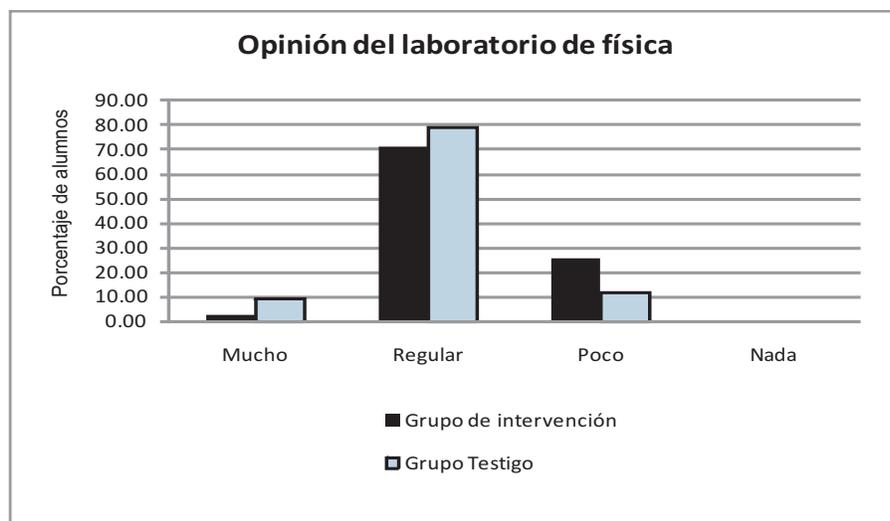


Figura 3.6: Factor que más influyó para que recordaran un tema

3.3. Resultados de los exámenes

En esta sección se muestran los resultados obtenidos por los alumnos. Como se explicó previamente (sección 2.3) se hicieron 4 exámenes diferentes con los 4 reactivos expuestos colocando dos reactivos por examen. Al repartir los exámenes se cuidó que se repartiera el mismo número de exámenes de cada tipo para que no hubiera un reactivo que tuviera preferencia sobre otro.

Se muestran los resultados obtenidos para cada reactivo y el porcentaje de respuestas en cada uno de los niveles PISA.

3.3.1. Examen diagnóstico

El examen diagnóstico fue aplicado al inicio del curso con cuatro reactivos: inercia, efecto Joule, efecto invernadero y sonido en el espacio.

Se puede ver que en lo que respecta a mecánica (Inercia) (figura 3.7) hay un mayor número de alumnos del grupo de intervención que manejan el concepto, sin embargo, en

3. Aplicación de la propuesta

Tabla 3.7: Inercia

	Número total de respuestas	Nivel PISA			
		0	I	II	
Grupo de intervención	18	Respuestas	3	15	0
		Porcentaje	16.67	83.33	0
Grupo testigo	21	Respuestas	2	16	3
		Porcentaje	9.52	76.19	14.28

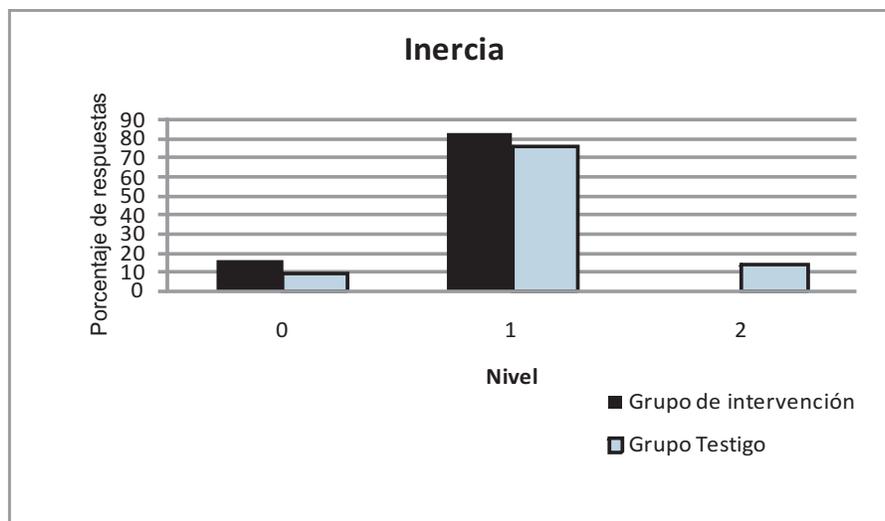


Figura 3.7: Reactivo 1 del examen diagnóstico

lo que respecta a nivel PISA no hay ningún alumno del grupo de intervención que haya alcanzado el nivel 2. En el grupo testigo hay un porcentaje pequeño que llega al nivel 2.

Tabla 3.8: Efecto Invernadero

	Número total de respuestas	Nivel PISA			
		0	I	II	
Grupo de intervención	17	Respuestas	7	7	3
		Porcentaje	41.18	41.18	17.64
Grupo testigo	22	Respuestas	12	7	3
		Porcentaje	54.54	18.82	13.64

3. Aplicación de la propuesta

En lo que respecta al efecto invernadero (figura 3.8) un mayor porcentaje de alumnos del grupo testigo responden incorrectamente al reactivo. Asimismo un mayor porcentaje de alumnos del grupo de intervención contestaron correctamente pero en un nivel 1 o nivel 2.

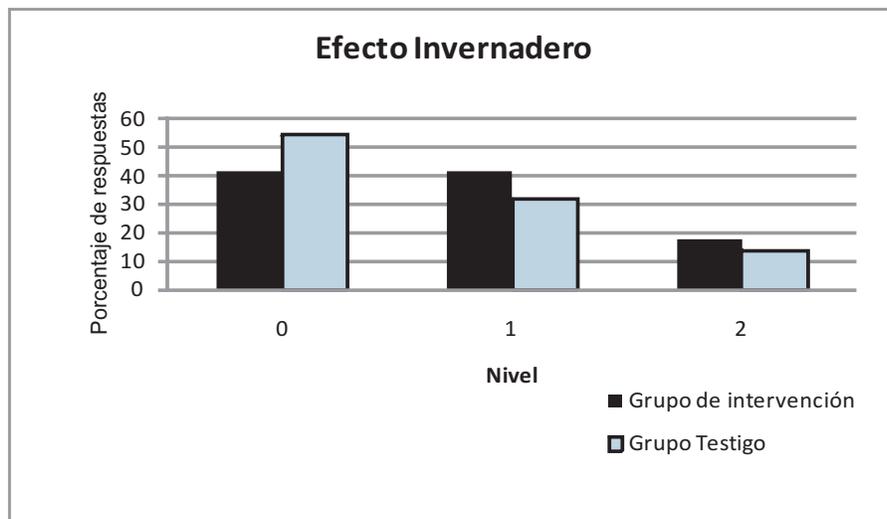


Figura 3.8: Reactivo 2 del examen diagnóstico

Tabla 3.9: Sonido en el espacio

	Número total de respuestas	Nivel PISA			
		0	I	II	
Grupo de intervención	18	Respuestas	11	7	0
		Porcentaje	61.1	38.89	0
Grupo testigo	22	Respuestas	12	6	4
		Porcentaje	54.54	27.27	18.18

3. Aplicación de la propuesta

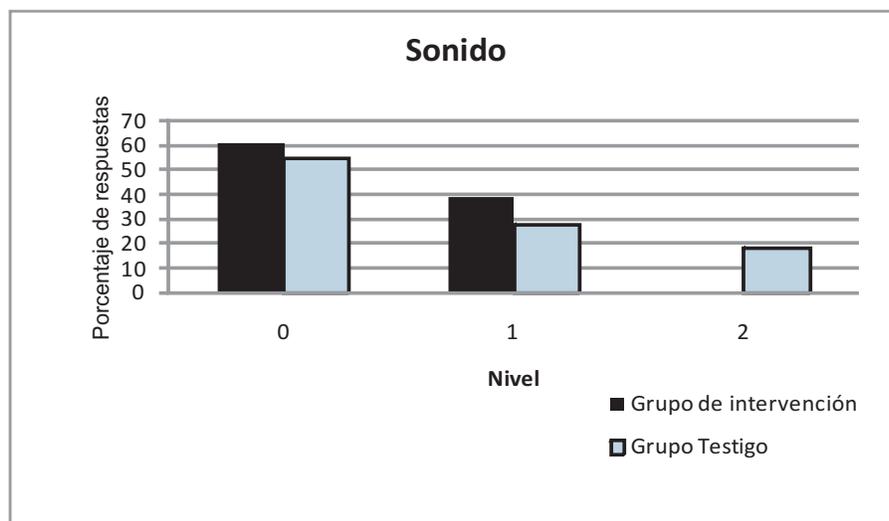


Figura 3.9: Reactivo 3 del examen diagnóstico

En el reactivo 3 (figura 3.9) volvemos a encontrar que hay un mayor porcentaje de alumnos del grupo testigo que contestaron incorrectamente. Un mayor porcentaje de alumnos del grupo de intervención que contestaron correctamente en nivel 1 y un mayor porcentaje de alumnos del grupo testigo en nivel 2.

Tabla 3.10: Efecto Joule

	Número total de respuestas	Nivel PISA			
		0	I	II	
Grupo de intervención	17	Respuestas	8	5	4
		Porcentaje	47.06	29.41	23.53
Grupo testigo	21	Respuestas	8	8	5
		Porcentaje	38.10	38.10	23.81

3. Aplicación de la propuesta

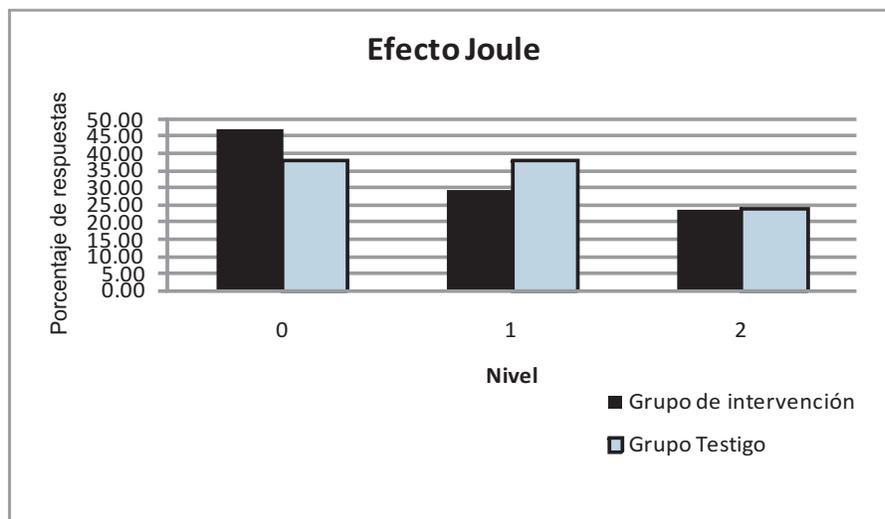


Figura 3.10: Reactivo 4 del examen diagnóstico

Este reactivo es el único que difiere de los resultados anteriores (figura 3.10), dado que el grupo de intervención no fue el que tuvo un número mayor de respuestas correctas en nivel 1. En este caso el ambos grupos tuvieron el mismo porcentaje de respuestas tanto en nivel 2.

Tabla 3.11: Número total de respuestas por nivel en el examen diagnóstico

	Número total de respuestas	Nivel PISA			
		0	I	II	
Grupo de intervención	70	Respuestas	29	34	7
		Porcentaje	41.43	48.57	10.00
Grupo testigo	86	Respuestas	34	37	15
		Porcentaje	39.53	43.02	17.44

Al concentrar el número total de respuestas totales por nivel (figura 3.11) podemos ver que a pesar de las diferencias porcentuales en cada uno de los reactivos, en general, ambos grupos tienen el mismo nivel. La variación porcentual de respuestas en el nivel 0 y 1 es muy pequeña. Tal vez el único dato que salta es el nivel 2, en el cual el grupo testigo tuvo un 7% más de respuestas correctas. Pero si tomamos en cuenta que cada alumno responde 2 reactivos, ese porcentaje corresponde a las respuestas de 2 alumnos del grupo de intervención. Por lo que se puede decir que ambos grupos parten del mismo punto.

3. Aplicación de la propuesta

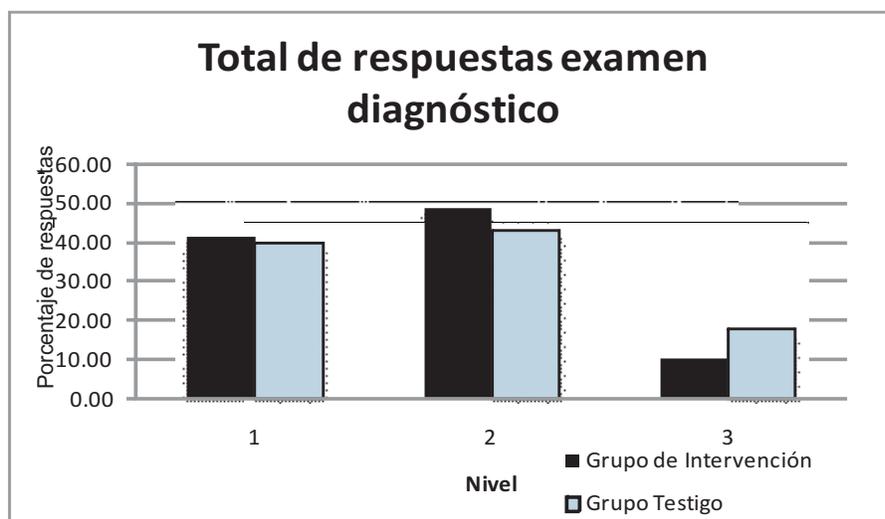


Figura 3.11: Concentrado de respuestas de examen diagnóstico

3.3.2. Examen final

En el examen final se aplicaron también 4 modelos distintos. Se repartieron de forma en que no se copiaran los alumnos y que todos los reactivos tuvieran la misma probabilidad de ser contestados. Para facilitar la revisión de datos se presenta primero el concentrado de respuestas y después los resultados de cada reactivo.

Tabla 3.12: Número total de respuestas por nivel en el examen final

	Número total de respuestas	Nivel PISA					
		0	I	II	III	IV	
Grupo de intervención	70	Respuestas	11	10	10	18	21
		Porcentaje	15.71	14.29	14.19	25.71	30.00
Grupo testigo	86	Respuestas	25	13	18	18	12
		Porcentaje	29.07	15.12	20.93	20.93	13.95

El concentrado de respuestas final (figura 3.12) muestra un claro cambio en los niveles PISA de los alumnos del grupo de intervención. A pesar de que ambos grupos aumentaron su nivel PISA, el grupo de intervención tuvo a más del 50% de la población en niveles 3 y 4. Mientras que en el grupo testigo sólo el 30% de los alumnos alcanzaron estos niveles.

3. Aplicación de la propuesta

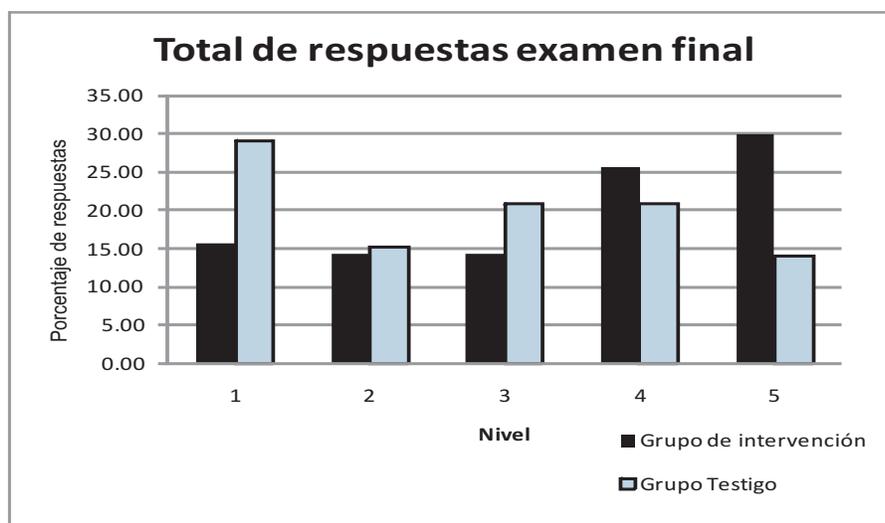


Figura 3.12: Concentrado de respuestas de examen diagnóstico

En el reactivo de energía eólica (figura 3.13) los alumnos del grupo testigo tuvieron mayor porcentaje en nivel 0, 1 y 2. Mientras que el grupo de intervención presenta un mayor porcentaje de respuestas en nivel 3 y 4.

Tabla 3.13: Energía eólica

	Número total de respuestas	Nivel PISA					
		0	I	II	III	IV	
Grupo de intervención	18	Respuestas	0	2	2	8	6
		Porcentaje	0.00	11.11	11.11	44.44	33.33
Grupo testigo	21	Respuestas	4	6	5	5	2
		Porcentaje	18.18	22.73	27.27	27.27	9.09

Tabla 3.14: Globo aerostático

	Número total de respuestas	Nivel PISA					
		0	I	II	III	IV	
Grupo de intervención	18	Respuestas	3	2	1	5	7
		Porcentaje	16.67	11.11	5.56	27.78	38.89
Grupo testigo	23	Respuestas	11	1	3	4	4
		Porcentaje	47.83	4.35	13.04	17.39	17.39

3. Aplicación de la propuesta

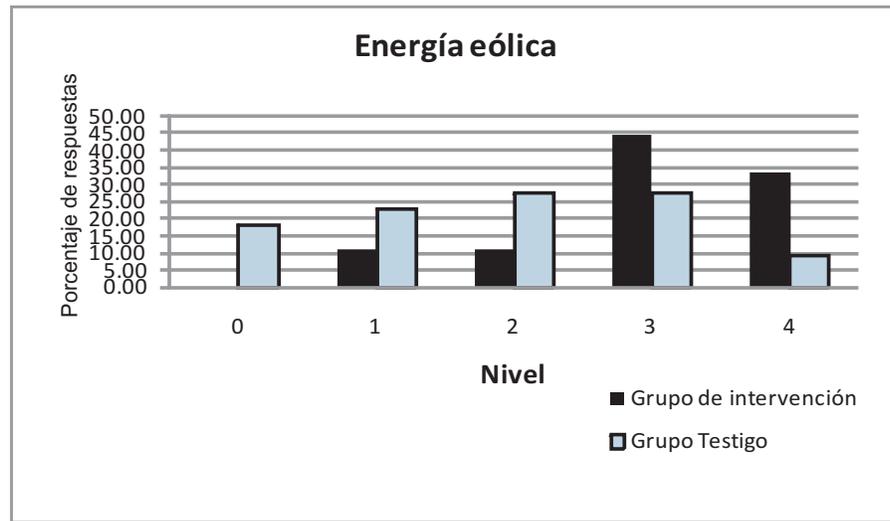


Figura 3.13: Reactivo 1 del examen final

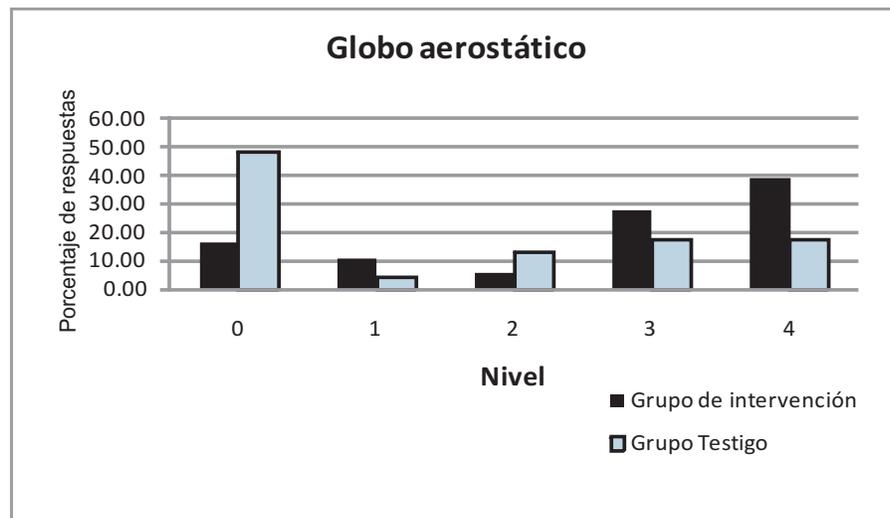


Figura 3.14: Reactivo 2 del examen final

3. Aplicación de la propuesta

En el reactivo del globo aerostático (figura 3.14) los alumnos del grupo testigo tuvieron el mayor porcentaje de alumnos que contestaron incorrectamente, así como el mayor porcentaje en nivel 2; mientras que los alumnos del grupo de intervención presentan un mayor porcentaje de alumnos que contestaron con nivel 3 y 4.

En el reactivo que corresponde al cambio de sentido en los ejes viales (figura 3.15), los alumnos del grupo testigo tuvieron menos respuestas incorrectas, mientras que se ve un porcentaje alto de alumnos de grupo de intervención que no contestaron esta pregunta o lo hicieron de forma incorrecta. El grupo testigo presenta mayor porcentaje de alumnos en los niveles 1, 2 y 3; mientras que el grupo de intervención presenta mayor porcentaje de alumnos en el nivel 4.

Tabla 3.15: Ejes viales

	Número total de respuestas	Nivel PISA					
		0	I	II	III	IV	
Grupo de intervención	17	Respuestas	2	4	3	2	6
		Porcentaje	11.76	23.53	17.65	11.76	35.9
Grupo testigo	21	Respuestas	1	2	8	8	2
		Porcentaje	4.76	9.52	38.10	38.10	9.52

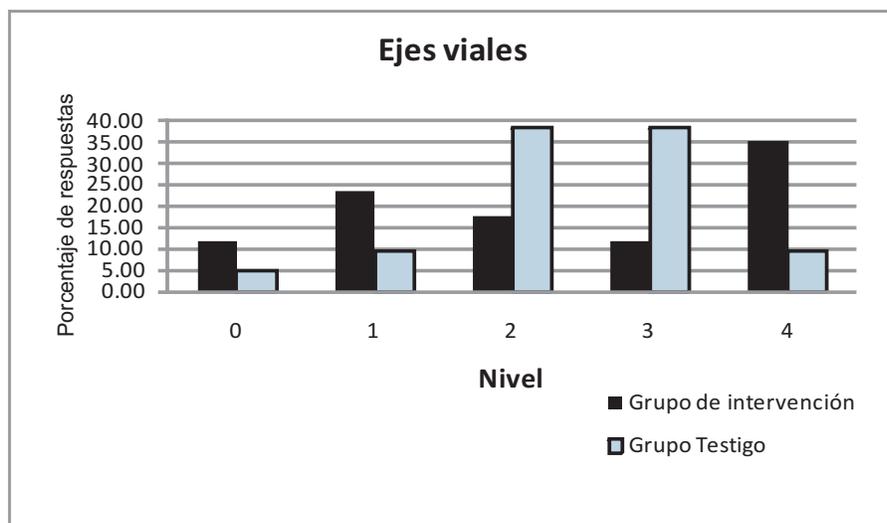


Figura 3.15: Reactivo 3 del examen final

3. Aplicación de la propuesta

Tabla 3.16: Aire acondicionado

	Número total de respuestas	Nivel PISA					
		0	I	II	III	IV	
Grupo de intervención	17	Respuestas	6	2	4	3	2
		Porcentaje	35.29	11.76	23.53	17.65	11.76
Grupo testigo	20	Respuestas	9	4	2	1	4
		Porcentaje	45.00	20.00	10.00	5.00	20.00

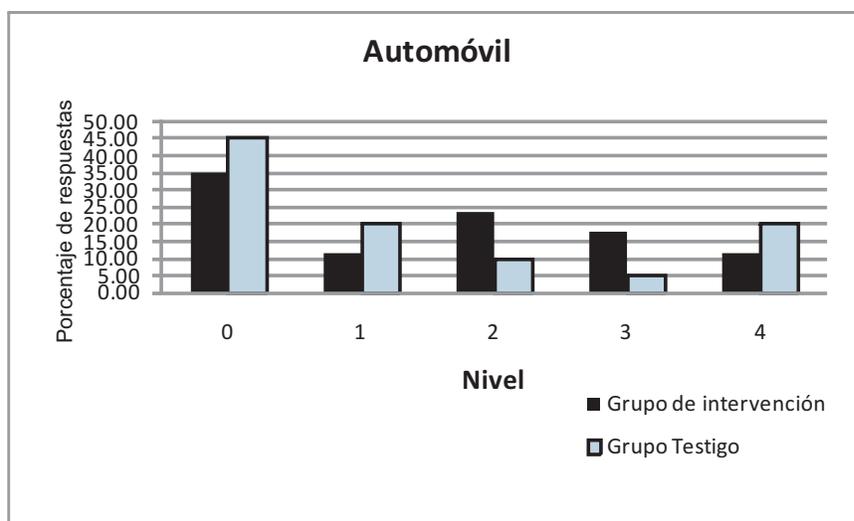


Figura 3.16: Reactivo 4 del examen final

El reactivo del intercambio térmico en un automóvil (figura 3.16) es el único en el que el grupo testigo tiene mayores porcentajes en nivel 4; sin embargo también tiene el mayor número de respuestas incorrectas. Mientras que el grupo de intervención tiene un mayor porcentaje de alumnos en nivel 2 y 3.

3.4. Análisis de los resultados

De los resultados arrojados por los instrumentos aplicados se puede ver que la aplicación de esta propuesta generó cambios tanto en el nivel PISA de los alumnos como en la visión que tienen del trabajo en el aula.

3. Aplicación de la propuesta

Los cambios que se dieron en la visión del aula de los alumnos se pueden observar al contrastar los datos obtenidos en el cuestionario de opinión. En el cuestionario inicial los alumnos de ambos grupos señalan que el factor que más influía para que recordaran un tema correspondía al maestro. Después de la intervención se puede ver un cambio significativo, en el cuestionario inicial un 48.57 % (figura 3.3) de los alumnos señala al profesor como el factor más importante, mientras que en el cuestionario final sólo corresponde a un 34.29 % (figura 3.4) de los alumnos. También se observa un cambio en la importancia que dan al laboratorio que fue de un 14.29 % (figura 3.3) en el cuestionario inicial a un 48.57 % (figura 3.4).

De la comparación entre el desempeño de los alumnos en el examen diagnóstico y el examen final se puede ver un avance de hasta 2 niveles PISA. En el examen diagnóstico un 90 % de los alumnos del grupo de intervención se encontraron debajo del nivel 2 (nivel 0 o 1) mientras que para el examen final sólo el 30 % de los alumnos se encontraron en este rango. Mientras que los alumnos del grupo testigo mostraron un mayor nivel que el grupo de intervención en el examen inicial, siendo sólo un 82.56 % de ellos los que se encontraban por debajo del nivel 2. En el examen final un 44.19 % de los alumnos del grupo testigo se encontraron por debajo de dicho nivel.

Capítulo 4

Conclusiones

La aplicación de la propuesta hecha en este trabajo ha mostrado la eficacia de la misma, a pesar de que los resultados fueron menos significativos de lo que se esperaba. A lo largo del ciclo escolar fue posible que los alumnos fueran de un grado de libertad 2 a un grado de libertad 3, mostrándose este cambio en los resultados arrojados por el examen final. Se observó también la importancia que tiene la teoría en el desempeño de los alumnos así como un trabajo consistente en ambos aspectos de la materia, teoría y laboratorio. Se puede ver también un claro cambio en su percepción del trabajo en el aula a partir de los resultados obtenidos por los cuestionarios de opinión.

Sólo se logró un pequeño avance en lo que respecta a grados de libertad que se ve reflejado en un aumento significativo en el nivel de desempeño en los exámenes finales. Al inicio el grupo testigo tuvo un mejor desempeño que el grupo de intervención y después de la aplicación de la propuesta los alumnos del grupo de intervención mostraron mayor nivel de argumentación en sus respuestas en el examen final. Lo cual muestra que un pequeño cambio en la forma de trabajo en el aula se puede reflejar en un cambio significativo en cuanto al nivel PISA.

A lo largo de la práctica docente se observó que el aumento de grado de libertad dentro del laboratorio no surge de manera natural. La primera práctica de un grado de libertad superior en el laboratorio se les dificultó mucho a los alumnos, teniendo problemas como: aceptar hipótesis que no coincidían con los datos, pensando que era lo que el profesor esperaba; problemas en determinar un procedimiento a seguir. Sin embargo, se pudo ver un aumento en el grado de pericia con el que enfrentaban la tarea después de algunas prácticas.

4. Conclusiones

El tiempo con el que se cuenta en el aula resulta un obstáculo para esta forma de trabajo. Dado que un grado de libertad 3 implica un trabajo de los alumnos previo a la realización de la práctica, se requiere de más tiempo para llevar a cabo un experimento de este estilo. Dado que la ENP separa los tiempos de teoría y laboratorio de una forma muy estricta, el tiempo en el que se puede trabajar propiamente en el laboratorio resulta otra limitante. Esto puede ser superado al manejar de manera conjunta la teoría y la práctica, de manera que los alumnos vayan trabajando el procedimiento junto con la teoría. Tal vez, con este tipo de trabajo se pueda avanzar más allá de un grado de libertad 3. Este avance también se podría lograr si el aumento de grados de libertad fuese más allá de la materia de física, continuando con un trabajo similar en las materias subsecuentes de ciencias experimentales (Química y Biología en el caso de la ENP).

Salta a la vista que la exigencia hacia los alumnos para llevar a cabo este tipo de trabajo influye negativamente en la motivación. Los alumnos valoran mucho más un estilo de trabajo más laxo y al subir el nivel de exigencia de la materia los alumnos pierden un poco de la motivación. Sin embargo, en la práctica del acelerómetro se mostró que los alumnos aprecian un trabajo realizado por ellos mismos, que pueda tener una utilidad fuera del aula y que se puedan llevar a casa. Así pues se sugiere incluir un mayor número de prácticas en las que se elaboren productos de este estilo, en particular se podría incluir el diseño de un globo de Camboya que permita desarrollar la parte de termodinámica o de una montaña rusa que permita el análisis de la conservación de energía mecánica.

Así pues, la aplicación de la propuesta mostró ser una buena herramienta al propiciar el mejor desempeño según los niveles PISA de los alumnos. Permitiendo un aumento de casi dos niveles en dicha escala. Sin embargo, los resultados obtenidos no fueron tan buenos como se hubiera deseado debido a distintos factores. De manera que se sugiere repetir esta aplicación en un ambiente en el que se pueda intervenir en la parte de teoría. También parece importante buscar una forma en que se motive a los alumnos a través del trabajo de laboratorio.

Referencias

- Arends, R. I. (2007). *Aprender a enseñar*. México: Mac Graw Hill.
- association, C. education. (2010). *Canadian education association*. Consultado el 29 de marzo de 2010, <http://www.cea-ace.ca/foc.cfm?subsection=pol&page=iss&subpage=sta>.
- CCH, U. (1996). *Programa de estudios de física i a iv*. Consultado el 30 de agosto de 2009, <http://www.cch.unam.mx/principal/plandeestudios>.
- Díaz-Barriga, G., F; Hernández. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. segunda edición*. México: Mac Graw Hill.
- Delors, J. e. A. (1993). *Informe de la unesco de la comisión internacional sobre la educación en el siglo xxi. la educación encierra un tesoro*. México: Santillana, Ediciones UNESCO ltd.
- DGPP, D. d. A. (2006). *Sistema de análisis de la estadística educativa (sistesep). versión 5.0*. Consultado el 30 de agosto de 2009, www.sems.gob.mx/aspnv/.../Anexo_SNB_version_definitiva.docx.
- ENP, U. (1996). *Programa de estudios de física iii*. Consultado el 30 de agosto de 2009, <http://dgenp.unam.mx/planesdeestudio/96/cuarto.html>.
- geografía, I. nacional de estadística y. (2010). *Censo poblacional 2005*. Consultado el 29 de marzo de 2010, <http://cuentame.inegi.org.mx/impresion/poblacion/habitantes.asp>.
- Guatemala, M. de educación de. (2010). *Estándares educativos*. Consultado el 29 de marzo de 2010, <http://www.mineduc.edu.gt/recursos/index.php?title=Estativos>.
- Hernández, G. (1998). *Paradigmas en psicología de la educación*. México: Paidós educador.
- IBO. (2005a). *Bachillerato internacional*. Consultado el 30 de agosto de 2009, www.ibo.org.
- IBO. (2005b). *Organización de bachillerato internacional. programa del diploma*. Brazil Desingn, ltd.
- IBO. (2010). *Country information*. Consultado el 29 de marzo de 2010, <http://www.ibo.org/es/country/MX/index.cfm>.
- OCDE. (2001). *Literacy skills for the world of tomorrow: First results from pisa 2000*. OECD.
- OCDE. (2004). *Primeros resultados de pisa 2003 resumen ejecutivo*. OECD.
- OCDE. (2006). *Education at a glance, anexo 3*. Consultado el 30 de agosto de 2009,

- www.oecd.org/edu/eag2006.
- OCDE. (2007). *Pisa 2006: Science competencies for tomorrows world executive summary*. OECD.
- PELLA, M. (1961). The laboratory and science teaching. *The Science Teacher*, 28.
- Pessoa Carvalho, A. (2006). *Enseñar ciencias en el nuevo milenio, retos y propuestas. las prácticas experimentales en el proceso de enculturación científica*. Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile.
- Piaget, J. (1961). *El nacimiento de la inteligencia en el niño*. México: Aguilar.
- Piaget, J. (1967). *Seis estudios de psicología*. México: Seix Barral.
- Pozo, M., J.I. y Gómez Crespo. (2004). *Aprender y enseñar en ciencias*. Madrid, España: Morata.
- Schleicher, A. (2006). Fundamentos y cuestiones políticas subyacentes al desarrollo de pisa. *Revista de educación*, 1.
- SEP. (2008a). *Competencias disciplinares básicas del sistema nacional de bachillerato*. Consultado el 30 de agosto de 2009, www.sems.gob.mx.
- SEP. (2008b). *La reforma integral de la educación media superior. resumen ejecutivo*. Consultado el 30 de agosto de 2009, www.sems.gob.mx.
- SEP. (2009a). *Enlace*. Consultado el 30 de agosto de 2009, http://enlacebasica.sep.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=13&Itemid=20.
- SEP. (2009b). *Resultados enlace*. Consultado el 30 de agosto de 2009, http://enlace2008.sep.gob.mx/cons_bd.html.
- SEP. (2010). *Preguntas frecuentes pisa*. Consultado el 29 de marzo de 2010, <http://basica.sep.gob.mx/pisa/web/start.php?act=pfrecuentes>.
- UNESCO. (2001). *La educación para todos para aprender a vivir juntos*. Consultado el 30 de agosto de 2009, en <http://www.ibe.unesco.org/International/ICE/46espanol/46instis.htm>.
- USDE. (2009). *Standards*. Consultado el 30 de agosto de 2009, <http://www.ed.gov/index.jhtml>.
- Viennot, L. (1996). *Razonar en física. la contribución del sentido común*. España: Ant Machado Libros.

Apéndice A

Competencias genéricas para la Educación Media Superior de México (RIEMS)

Las once competencias que se describen a continuación constituyen el Perfil del Egresado del Sistema Nacional de Bachillerato. Cada una de las competencias, organizadas en seis categorías, está acompañada de sus principales habilidades.

Se autodetermina y cuida de sí

1. *Se conoce y valora a sí mismo y aborda problemas y retos teniendo en cuenta los objetivos que persigue.*

- Enfrenta las dificultades que se le presentan y es consciente de sus valores, fortalezas y debilidades.
- Identifica sus emociones, las maneja de manera constructiva y reconoce la necesidad de solicitar apoyo ante una situación que lo rebase.
- Elige alternativas y cursos de acción con base en criterios sustentados y en el marco de un proyecto de vida.
- Analiza críticamente los factores que influyen en su toma de decisiones.
- Asume las consecuencias de sus comportamientos y decisiones.
- Administra los recursos disponibles teniendo en cuenta las restricciones para el logro de sus metas.

2. *Es sensible al arte y participa en la apreciación e interpretación de sus expresiones en distintos géneros.*

A. Competencias genéricas para la Educación Media Superior de México (RIEMS)

- Valora el arte como manifestación de la belleza y expresión de ideas, sensaciones y emociones.
- Experimenta el arte como un hecho histórico compartido que permite la comunicación entre individuos y culturas en el tiempo y el espacio, a la vez que desarrolla un sentido de identidad.
- Participa en prácticas relacionadas con el arte.

3. *Elige y practica estilos de vida saludables.*

- Reconoce la actividad física como un medio para su desarrollo físico, mental y social.
- Toma decisiones a partir de la valoración de las consecuencias de distintos hábitos de consumo y conductas de riesgo.
- Cultiva relaciones interpersonales que contribuyen a su desarrollo humano y el de quienes lo rodean.

Se expresa y comunica

4. *Escucha, interpreta y emite mensajes pertinentes en distintos contextos mediante la utilización de medios, códigos y herramientas apropiados.*

- Expresa ideas y conceptos mediante representaciones lingüísticas, matemáticas o gráficas.
- Aplica distintas estrategias comunicativas según quienes sean sus interlocutores, el contexto en el que se encuentra y los objetivos que persigue.
- Identifica las ideas clave en un texto o discurso oral e infiere conclusiones a partir de ellas.
- Se comunica en una segunda lengua en situaciones cotidianas.
- Maneja las tecnologías de la información y la comunicación para obtener información y expresar ideas.

Piensa crítica y reflexivamente

5. *Desarrolla innovaciones y propone soluciones a problemas a partir de métodos establecidos.*

- Sigue instrucciones y procedimientos de manera reflexiva, comprendiendo como cada uno de sus pasos contribuye al alcance de un objetivo.
- Ordena información de acuerdo a categorías, jerarquías y relaciones.

A. Competencias genéricas para la Educación Media Superior de México (RIEMS)

- Identifica los sistemas y reglas o principios medulares que subyacen a una serie de fenómenos.
- Construye hipótesis y diseña y aplica modelos para probar su validez.
- Sintetiza evidencias obtenidas mediante la experimentación para producir conclusiones y formular nuevas preguntas.
- Utiliza las tecnologías de la información y comunicación para procesar e interpretar información.

6. *Sustenta una postura personal sobre temas de interés y relevancia general, considerando otros puntos de vista de manera crítica y reflexiva.*

- Elige las fuentes de información más relevantes para un propósito específico y discrimina entre ellas de acuerdo a su relevancia y confiabilidad.
- Evalúa argumentos y opiniones e identifica prejuicios y falacias.
- Reconoce los propios prejuicios, modifica sus puntos de vista al conocer nuevas evidencias, e integra nuevos conocimientos y perspectivas al acervo con el que cuenta.
- Estructura ideas y argumentos de manera clara, coherente y sintética.

Aprende de forma autónoma

7. *Aprende por iniciativa e interés propio a lo largo de la vida.*

- Define metas y da seguimiento a sus procesos de construcción de conocimiento.
- Identifica las actividades que le resultan de menor y mayor interés y dificultad, reconociendo y controlando sus reacciones frente a retos y obstáculos.
- Articula saberes de diversos campos y establece relaciones entre ellos y su vida cotidiana.

Trabaja en forma colaborativa

8. *Participa y colabora de manera efectiva en equipos diversos.*

- Propone maneras de solucionar un problema o desarrollar un proyecto en equipo, definiendo un curso de acción con pasos específicos.
- Aporta puntos de vista con apertura y considera los de otras personas de manera reflexiva.
- Asume una actitud constructiva, congruente con los conocimientos y habilidades con los que cuenta dentro de distintos equipos de trabajo.

Participa con responsabilidad en la sociedad

9. *Participa con una conciencia cívica y ética en la vida de su comunidad, región, México y el mundo.*

- Privilegia el diálogo como mecanismo para la solución de conflictos.
- Toma decisiones a fin de contribuir a la equidad, bienestar y desarrollo democrático de la sociedad.
- Conoce sus derechos y obligaciones como mexicano y miembro de distintas comunidades e instituciones, y reconoce el valor de la participación como herramienta para ejercerlos.
- Contribuye a alcanzar un equilibrio entre el interés y bienestar individual y el interés general de la sociedad.
- Actúa de manera propositiva frente a fenómenos de la sociedad y se mantiene informado.
- Advierte que los fenómenos que se desarrollan en los ámbitos local, nacional e internacional ocurren dentro de un contexto global interdependiente.

10. *Mantiene una actitud respetuosa hacia la interculturalidad y la diversidad de creencias, valores, ideas y prácticas sociales.*

- Reconoce que la diversidad tiene lugar en un espacio democrático de igualdad de dignidad y derechos de todas las personas, y rechaza toda forma de discriminación.
- Dialoga y aprende de personas con distintos puntos de vista y tradiciones culturales mediante la ubicación de sus propias circunstancias en un contexto más amplio.
- Asume que el respeto de las diferencias es el principio de integración y convivencia en los contextos local, nacional e internacional.

11. *Contribuye al desarrollo sustentable de manera crítica, con acciones responsables.*

- Asume una actitud que favorece la solución de problemas ambientales en los ámbitos local, nacional e internacional.
- Reconoce y comprende las implicaciones biológicas, económicas, políticas y sociales del daño ambiental en un contexto global interdependiente.
- Contribuye al alcance de un equilibrio entre los intereses de corto y largo plazo con relación al ambiente.

Apéndice B

Niveles de desempeño PISA

A lo largo de este apéndice se muestran los diferentes niveles PISA en ciencias, matemáticas y lectura. (OCDE, 2007)

B. Niveles de desempeño PISA

Tabla B.1: Niveles PISA y sus características

Nivel	Ciencias	Matemáticas	Lectura
1	<i>Poco conocimiento científico. Son capaces de resolver problemas familiares. Las conclusiones a las que llegan son obvias y se siguen directamente de la evidencia.</i>	<i>Son capaces de responder preguntas que involucran contextos familiares en los que toda la información relevante está presente y las preguntas están definidas de manera clara. Tienen la posibilidad de identificar información y llevar a cabo procedimientos de rutina de acuerdo con instrucciones directas en situaciones explícitas. Pueden llevar a cabo acciones que son obvias y consecuencia inmediata del estímulo presentado.</i>	<i>Tener en cuenta un solo criterio para localizar una o varias informaciones puntuales expresadas explícitamente. Reconocer el tema principal o el propósito del autor en un texto sobre un tema familiar, cuando la información requerida en el texto es prominente. Realizar una conexión sencilla entre la información contenida en el texto y el conocimiento común y cotidiano.</i>
2	<i>Conocimientos científicos suficientes para explicar situaciones familiares y llegar a conclusiones basada en investigaciones simples; capaces de hacer razonamientos directos e interpretaciones directas de resultados de investigaciones científicas o tecnológicas.</i>	<i>Son capaces de interpretar y reconocer situaciones en contextos que exigen, cuando mucho, inferencias directas. Son capaces de extraer información relevante de una sola fuente y utilizar un solo modelo de representación. Pueden emplear el grado más básico de algoritmos, fórmulas, procedimientos o convenciones. Son capaces de razonamientos directos y de realizar interpretaciones literales de los resultados</i>	<i>Localizar una o varias informaciones puntuales, pudiendo cada una satisfacer múltiples criterios. Presencia de informaciones distractoras. Identificar la idea principal de un texto, comprender relaciones, formar o aplicar categorías sencillas, o establecer el significado de un fragmento de texto cuando la información no es prominente o se necesitan efectuar inferencias de bajo nivel. Establecer conexiones o realizar comparaciones entre el texto y conocimientos externos, o explicar una característica del texto a partir de experiencias o actitudes personales.</i>

B. Niveles de desempeño PISA

Nivel	Ciencias	Matemáticas	Lectura
3	<p><i>Pueden identificar claramente situaciones de corte científico en diferentes contextos, son capaces de seleccionar datos para explicar fenómenos y aplicar modelos simples e investigación científica. Pueden interpretar y usar conceptos científicos de diferentes disciplinas y los pueden aplicar directamente. Pueden desarrollar pequeñas disertaciones usando datos y tomar decisiones basados en el conocimiento científico.</i></p>	<p><i>Son capaces de ejecutar procedimientos descritos con claridad, incluyendo los que exigen la toma de decisiones en secuencia. También pueden seleccionar y aplicar estrategias sencillas de solución de problemas. Tienen la posibilidad de interpretar y utilizar representaciones basadas en distintas fuentes de información y razonar directamente de ellas. Tienen la capacidad de elaborar comunicaciones breves acerca de sus interpretaciones, resultados y razonamiento.</i></p>	<p><i>Localizar y, en ciertos casos, reconocer la relación entre diversas informaciones puntuales, cada una de las cuales puede satisfacer múltiples criterios. Presencia de informaciones distractoras. Integrar varias partes de un texto para identificar la idea principal, comprender una relación, o establecer el significado de una palabra o frase. Comparar, contrastar o categorizar teniendo en cuenta muchos criterios. Presencia de información distractora. Establecer conexiones o realizar comparaciones, formular explicaciones o evaluar una característica de un texto. Mostrar una comprensión detallada a la luz de conocimientos familiares y cotidianos o a partir de conocimientos menos comunes.</i></p>

B. Niveles de desempeño PISA

Nivel	Ciencias	Matemáticas	Lectura
4	<p><i>Pueden trabajar efectivamente con situaciones y problemas que pueden involucrar fenómenos explícitamente en el que requieren hacer inferencias acerca del papel que juegan la ciencia y la tecnología. Pueden seleccionar e integrar explicaciones de diferentes disciplinas de la ciencia o la tecnología. Pueden reflexionar en sus acciones y pueden comunicar decisiones usando el conocimiento científico y la evidencia.</i></p>	<p><i>Son capaces de trabajar de forma eficaz con modelos explícitos que describen situaciones concretas complejas que pueden involucrar restricciones o requerir el establecimiento de supuestos. Pueden seleccionar e integrar distintas representaciones, incluyendo las simbólicas, vinculándolas directamente con aspectos de situaciones de la vida real. Son capaces de aplicar habilidades bien desarrolladas y razonar en estos contextos de manera flexible y con cierta profundidad. Tienen la posibilidad de elaborar y comunicar explicaciones y argumentos con base en sus interpretaciones, demostraciones y acciones.</i></p>	<p><i>Localizar y posiblemente ordenar o combinar múltiples informaciones puntuales, cada una de las cuales puede satisfacer múltiples criterios, alojadas en un texto de forma o contexto no familiar. Inferir qué información presente en el texto es relevante para la tarea requerida. Utilizar un alto nivel de inferencia textual para comprender y aplicar categorías en un contexto no familiar y para establecer el significado de un fragmento de texto teniendo en cuenta el conjunto. Presencia de ambigüedades, ideas inesperadas e ideas presentadas en lenguaje negativo. Utilizar conocimiento formal o público para formular hipótesis o para evaluar críticamente un texto. Mostrar una comprensión precisa de textos largos o complejos.</i></p>

B. Niveles de desempeño PISA

Nivel	Ciencias	Matemáticas	Lectura
5	<p><i>Pueden identificar los componentes científicos de muchas situaciones complejas, aplicar sus conocimientos científicos a estas situaciones y comparar, seleccionar y evaluar apropiadamente la evidencia científica para responder a estas situaciones. Pueden usar habilidades bien desarrolladas de investigación, relacionar el conocimiento apropiadamente y hacer críticas a las situaciones. Pueden construir explicaciones basándose en la evidencia y en el análisis crítico.</i></p>	<p><i>Son capaces de desarrollar y trabajar con modelos para situaciones complejas, identificar restricciones y especificar supuestos. Tienen la posibilidad de seleccionar, comparar y evaluar las estrategias apropiadas de resolución de problemas para tratar con casos complejos relacionados con estos modelos. Los alumnos de este nivel son capaces de trabajar de acuerdo con una estrategia mediante el uso de habilidades de pensamiento amplias y bien desarrolladas, representaciones vinculadas de manera apropiada, caracterizaciones simbólicas y formales e ideas que corresponden a estas situaciones. También pueden reflexionar sobre sus acciones y formular y comunicar sus interpretaciones y razonamientos.</i></p>	<p><i>Localizar y posiblemente ordenar o combinar múltiples informaciones puntuales profundamente alojadas en el texto, algunas de las cuales pueden residir fuera del cuerpo principal del mismo. Inferir qué información presente en el texto es relevante para la tarea. Presencia de informaciones distractoras muy plausibles o abundantes. Establecer el significado presente en un texto expresado con lenguaje muy matizado o bien mostrar una comprensión completa y detallada del mismo. Evaluar críticamente o formular hipótesis a partir de conocimiento especializado. Tratar con conceptos inesperados y extraer una comprensión profunda de textos largos o complejos.</i></p>

B. Niveles de desempeño PISA

Nivel	Ciencias	Matemáticas	Lectura
6	<i>Pueden identificar, explicar y aplicar el conocimiento científico conceptual y procedimental en una gran variedad de situaciones complejas. Pueden relacionar diferente información, fuentes y explicaciones y usar esto para justificar sus decisiones. Muestran clara y consistentemente un pensamiento y razonamiento científico avanzado estando dispuestos a usarlo en situaciones que no son claramente de corte científico o tecnológico para justificar sus decisiones. Pueden usar el conocimiento científico para desarrollar argumentos para justificar decisiones y recomendaciones hechas en un marco socio-económico, personal o global.</i>	<i>Tienen la capacidad de conceptualizar, generalizar y utilizar información basada en su investigación y establecimiento de modelos de situaciones complejas. También pueden vincular distintas fuentes de información y representaciones y traducir con flexibilidad entre ellas. Son capaces de pensar y razonar a un nivel avanzado en matemáticas. Pueden profundizar y comprender y dominan las operaciones y relaciones matemáticas simbólicas y formales a fin de desarrollar nuevos enfoques y estrategias para tratar con situaciones nuevas. Son capaces de formular y comunicar con precisión sus acciones y reflexiones con respecto a sus conclusiones, interpretaciones, argumentos y la conveniencia de estos para la situación original.</i>	No aplica.

Apéndice C

Cuestionarios

C.1. Cuestionario inicial de actitudes

1. ¿Llevaste física en secundaria? (Encierra la respuesta en un círculo)

Sí

No

2. La clase de física te gustó: (Encierra la respuesta en un círculo)

Mucho

Regular

Poco

Nada

3. ¿Llevaste laboratorio de física en secundaria? (Encierra la respuesta en un círculo)

Sí

No

4. Las actividades que se hicieron en el laboratorio de física en secundaria fueron:
(Encierra la respuesta en un círculo)

Muy interesantes

Interesantes

Poco Interesantes

Nada Interesantes

5. Describe una clase típica de laboratorio de física de secundaria.

C. Cuestionarios

6. Describe una clase típica de física de secundaria:

7. ¿De qué tema tratado en física en secundaria te acuerdas más?

8. En qué medida influyó lo siguiente para que recuerdes este tema. Califica del 1 al 4, donde 4 es mucho y 1 es poco. Coloca el número en el renglón.

- Presentación del maestro _____
- Libro de texto _____
- Interés previo _____
- Trabajo de laboratorio _____

9. ¿Cuál fue la materia que más te gustó en secundaria?

10. ¿Por qué?

11. ¿De qué tema que viste en la materia que más te gustó te acuerdas mejor?

12. ¿Qué calificación sacaste en la materia que más te gustó?

13. ¿Qué calificación sacaste en física?

14. ¿Cuáles fueron tus promedios en :

- Secundaria _____
- Primaria _____

15. Menciona 5 características que tiene una buena clase. El número 1 corresponde a la más importante y el 5 a la menos importante. Contesta en el renglón.

C. Cuestionarios

- 1 _____
- 2 _____
- 3 _____
- 4 _____
- 5 _____

16. ¿Cómo calificarías las prácticas de laboratorio de la secundaria? (Encierra la respuesta en un círculo)

Muy buenas Buenas Regulares Malas

17. Describe algunas de las actividades que consideras harían el trabajo de laboratorio de física más interesante.

C.2. Cuestionario final

1. La clase de física te gustó: (Encierra la respuesta en un círculo)

Mucho Regular Poco Nada

2. Las actividades que se hicieron en el laboratorio de física en fueron: (Encierra la respuesta en un círculo)

Muy interesantes Interesantes Poco Interesantes Nada Interesantes

3. Describe una clase típica de laboratorio de física:

4. Describe una clase típica de física de este curso:

C. Cuestionarios

5. ¿De qué tema tratado en física en el curso te acuerdas más?

6. En qué medida influyó lo siguiente para que recuerdes este tema. Califica del 1 al 4. Donde 4 es mucho y 1 es poco. Coloca el número en el renglón.

- Presentación del maestro _____
- Libro de texto _____
- Interés previo _____
- Trabajo de laboratorio _____

7. ¿Cuál fue la materia que más te gustó en este año?

8. ¿Por qué?

9. ¿De qué tema que viste en la materia que más te gustó te acuerdas mejor?

10. ¿Cómo calificarías las prácticas de laboratorio que realizaste en el curso? (Encierra la respuesta en un círculo)

Muy buenas

Regulares

Malas

Apéndice D

Materiales de apoyo

D.1. Rúbrica de evaluación del reporte experimental

Criterio	Regular(7)	Aceptable (8)	Admirable (9)	Excepcional(10)
Completez	Faltan o no cumplen con las características tres partes.	Faltan o no cumplen con las características dos partes.	Falta una de las partes o ésta no cumple con las características.	Todas las partes del reporte cumplen con las características.
Marco Teórico	No aplica	El marco teórico no se relaciona con la actividad.	El marco teórico no está completo pero se relaciona con la actividad experimental.	El marco teórico está completo y se relaciona con la actividad experimental.
Procedimiento	El procedimiento no se relaciona con la hipótesis o no está descrito.	El procedimiento se relaciona con la hipótesis pero está explicado pobremente.	El procedimiento está regularmente explicado y se relaciona con la hipótesis.	El procedimiento está bien explicado y se relaciona con la hipótesis emitida.
Resultados	Los resultados se muestran incompletos y desordenados.	Los resultados se muestran incompletos pero se encuentran ordenados.	Los resultados se muestran de forma completa pero desordenada.	Los resultados se muestran de forma completa y ordenada.

D. Materiales de apoyo

Criterio	Regular(7)	Aceptable (8)	Admirable (9)	Excepcional(10)
Análisis	El análisis de los datos es incompleto. Los resultados no se siguen de los datos. No hay ningún argumento matemático que apoye el resultado del análisis.	El análisis de los datos es pobre: algunos de los datos no se usan o analizan. Los resultados se siguen de los datos. No se argumenta ninguno de los datos.	El análisis de los datos está completo. Los resultados se siguen de los datos. Sólo algunos de los resultados están argumentados.	El análisis de los datos está hecho de forma exhaustiva. Los resultados se siguen de los datos. Todos los resultados se encuentran argumentados de forma escrita en lenguaje común o matemático.
Conclusiones	Las conclusiones no toman en cuenta los resultados del análisis o no se relacionan con la hipótesis.	Las conclusiones se siguen del análisis, se apoyan en la hipótesis, pero no están argumentadas.	Las conclusiones se siguen del análisis, se apoyan en la hipótesis y están bien argumentados.	Las conclusiones se siguen del análisis, se apoyan en la hipótesis y están bien argumentados. Se presentan aplicaciones de éstas a la vida diaria o sugerencias de trabajos futuros.
Redacción	El texto es poco claro, y a pesar de darle una segunda leída no queda clara la idea.	El texto es poco entendible, por lo que hay que leer dos veces las cosas para entenderlo.	El texto se entiende pero cuesta trabajo leerlo.	El texto es entendible y fácil de leer.
Ortografía	Tiene 20 o menos faltas de ortografía y más de 15.	Tiene 15 o menos faltas de ortografía y más de 10.	Tiene 10 o menos faltas de ortografía y más de 5.	Tiene 5 o menos faltas de ortografía.

D.2. Partes de un reporte

Parte	Características	Función
Resumen	De no más de 10 renglones. Se describe generalmente lo que se hizo y un esbozo de los resultados obtenidos.	Si una persona se interesa por el trabajo hecho el resumen le ayuda a determinar si quiere leer todo el trabajo.
Marco teórico	Un esbozo del marco en el que se basa el trabajo. No debe tener mucha extensión, sólo resaltar los conocimientos básicos que se requieren como marco para el trabajo.	El lector del trabajo puede darse idea de las teorías que subyacen en el trabajo experimental. Así mismo, rectificar si corresponde el marco con el trabajo que se hizo.
Hipótesis	En esta parte se argumenta a partir del marco teórico la hipótesis que se tratará de comprobar con el trabajo experimental.	El lector puede contrastar la hipótesis para ver si ésta coincide con el marco teórico y a partir de esto determinar si el trabajo está bien fundamentado.
Procedimiento	Se explica el procedimiento que se va a seguir para comprobar la hipótesis.	Le permite al lector repetir lo que se hizo en el trabajo y así comprobar la validez del trabajo que se presenta.
Resultados	Se presentan los resultados experimentales obtenidos.	El lector puede ver qué fue lo que se obtuvo, para contrastar en caso de que lo repita con la hipótesis y verificar las conclusiones.
Análisis de resultados	Se hace el análisis matemático o argumentativo de los resultados según sea el caso.	El análisis de los resultados es el que apoya las conclusiones.
Conclusiones	Las conclusiones pueden afirmar o contradecir la hipótesis. Se desprenden del análisis de los resultados. También se pueden sugerir experimentos futuros que ataquen el tema. No tiene una extensión muy grande, a lo más dos párrafos. Lo que sí es importante es que las conclusiones estén apoyadas en el análisis de los datos.	Es la parte final del reporte. El lector se puede basar en las conclusiones y propuestas para trabajos futuros.

D.3. Comprando un celular. Un ejemplo de cómo escribir un reporte de laboratorio.

Comprar un teléfono celular es algo con lo que seguramente estás familiarizado o familiarizada. Así que veamos la historia de Filipino:

Después de muchos días de pedir a sus papás que le compraran un celular, Filipino, lo logró. Su papá aceptó comprarle un celular en plan amigo dándole un presupuesto de 1,500 pesos. Si Filipino escribiera un reporte de laboratorio de la compra del celular se vería de la siguiente forma:

D.3.1. Resumen

A lo largo de este trabajo se describe el proceso que seguí para determinar qué celular compraría. Para esto primero determiné las características que debía tener el celular, y analicé las diversas opciones que tenía, no sólo en cuanto a equipo sino tomando en cuenta las tarifas de las diferentes compañías. Con estos datos determiné que el celular que compraría sería el W80i de Sony en Iusacell.

En el resumen Filipino hace un esbozo de lo que hizo, cómo lo hizo y los resultados que obtuvo. Nos comunica las conclusiones a las que llegó, un esbozo del procedimiento que siguió y los factores que tomó en cuenta para llegar a ella.

D.3.2. Marco teórico

Necesito un teléfono que me permita usar el chip que ya tenía y que esté disponible en plan amigo. El precio resulta también importante, ya que mi presupuesto es de 1,500. No me importa la cantidad de tiempo aire que tenga el paquete, porque no quiero perder mi número. Mi número anterior es de Telcel, pero gracias al llamado por calidad puedo cambiar de proveedor y mantener el mismo número.

D. Materiales de apoyo

La cámara es muy importante para mí, porque uso el celular como un apoyo para obtener imágenes en mi clase de laboratorio de física. Por otro lado también lo uso para escuchar mi música, de manera que es importante que tenga algo de memoria de almacenamiento, que me permita tener al menos media hora de música. Para poder transferir la información de mi teléfono a mi Laptop, necesito que tenga Bluetooth. Me gusta hablar mucho tiempo con mis amigos, por lo que quiero que la batería sea de larga duración.

*El **marco teórico** contiene todos los factores que Filipino debe tomar en cuenta para tomar una decisión. Si este fuera un reporte de física tendría que señalar los conocimientos teóricos que sustentarán el procedimiento que seguirá y que ayudarán a sustentar la conclusión.*

Como este no es un ejemplo de una práctica de laboratorio tal cual, no se presenta una hipótesis. Sin embargo, en un reporte experimental es necesario hacerla explícita, ya que todo el trabajo en el laboratorio se basa en ello.

D.3.3. Procedimiento

El procedimiento que seguiré para encontrar el mejor celular es ir a visitar el centro comercial que queda cerca de mi casa. Ahí visitaré a los diferentes proveedores de servicios: Telcel, Iusacell y Movistar.

En cada uno de los proveedores preguntaré por los celulares que tienen, las especificaciones que necesito y las tarifas que manejan en prepago. En Iusacell y Movistar preguntaré cuánto tiempo se tardan en que mi número esté con ellos, y si es posible esto.

*El **procedimiento** explica paso a paso cómo es que hará para recabar los datos que lo llevarán a tomar una decisión. Qué datos son los que recabará para tomar su decisión. Esto permitirá que si ustedes quieren confirmar si los datos que obtuvo son verídicos, lo puedan hacer por su cuenta.*

D.3.4. Resultados

Tabla D.3: Tiempo de cambio
Tiempo de cambio de compañía

Iusacell	3 días
Movistar	8 días

Tabla D.4: Tarifas

Tarifas en pesos

Compañía	Local	Larga distancia	Roaming
Telcel	4	4	2.3
Movistar	3.45	3.45	3.45
Iusacell	3	6	3

Tabla D.5: Características de diferentes celulares

Celular	Marca	BT	Memoria interna	Cámara	Batería	MP3	Precio		
							Telcel	Iusa	Movi
ROKR E2	Motorola	Sí	1.3 Mega	14.4 MB píxeles	C: 4.5 hrs E: 8 días.	Sí	1,400	1,300	1,500
E 215	Samsung	Sí	640x480	20.5 MB píxeles	C: 6 hrs E: 360 hrs	Sí	1,700	1,600	1,800
5700	Nokia	Sí	2 Mega	35 MB píxeles	C: 3.5 hrs E: 12 días	Sí	2,500	2,100	1,900
W580i	Sony	Sí	2 Mega	11 MB píxeles	C: 9 hrs. E: 370 hrs.	Sí	1,400	1,300	1,500

BT=Bluetooth

C=Tiempo de conversación

E=Tiempo en espera

Nota: Los precios presentados en esta tabla son ficticios

Los resultados se muestran en tablas. Esto permite que Filipino organice mejor sus datos y le sea más fácil analizar toda la información que obtuvo.

D.3.5. Análisis

Lo primero que tengo que decidir es si me puedo cambiar de compañía. Si me cambio a Movistar deberé esperar 8 días, y eso no me gusta, porque no podré hablar con mis amigos. Si me cambio a Iusacell, sólo serán tres días, cosa que puedo soportar si hago el trámite en lunes, ya que lo que más me importa es tener mi celular los fines de semana.

Para ver si me conviene cambiarme de compañía tengo que tomar en cuenta las tarifas. Las llamadas locales y el roaming en Iusacell son más baratos que con Telcel. Lo único que me saldría más caro es la larga distancia, pero como yo no tengo amigos fuera de la ciudad no es un dato que tenga que tomar en cuenta. Así que las tarifas más económicas para mis necesidades son las de Iusacell. Por lo que lo más conveniente a largo plazo es cambiarme de compañía.

Ahora hay que ver el teléfono que compraré. Todos los teléfonos que investigué cuentan con cámara fotográfica, bluetooth y MP3. El Nokia 5700 y el E215 de Samsung están fuera de mis posibilidades económicas, por lo que quedan fuera de la lista. Tengo que decidir entre el W580i de Sony y el ROKR E2 de Motorola en Iusacell, teniendo ambos el mismo precio. Por lo que sólo tengo que decidir sobre las características técnicas.

El Motorola tiene una cámara de menor pixelaje que la del Sony, pero tiene flash. Cuando salgo con mis amigos me gusta tomar fotos de noche así que el flash representaría una ventaja para mí. Por otro lado, la memoria interna del Sony es mayor que la del Motorola, lo que me permitiría almacenar más datos sin invertir en una memoria externa si compro el Sony. En lo que se refiere al tiempo de duración de la batería, la del Sony dura más que la del Motorola.

*Si te fijas cuidadosamente te darás cuenta que la parte más extensa de todo el trabajo es el **análisis**. En él relaciona los datos que obtuvo con las características que requiere y que indica dentro del marco teórico. Explica cada uno de los pasos que lo llevan a tomar la decisión, haciendo patente los datos en los que se basa.*

D.3.6. Conclusión

Después de analizar los datos que obtuve he decidido cambiarme a Iusacell y comprar el Sony W580i. Con esta decisión estoy sacrificando pixelaje en la cámara por flash, y obtendré mayor duración de la batería y memoria interna.

*La **conclusión** es la culminación del trabajo, se basa en el análisis y es corta. Ya que todo lo que se tenía que decir se fue diciendo en cada uno de los pasos.*

Espero que este documento te aclare en qué consiste cada una de las partes de un reporte y te ayude en tu desempeño.

D.4. Cosas que tomar en cuenta para diseñar un procedimiento experimental.

Pues bien, llegó el momento de que diseñes un procedimiento experimental. Seguramente se preguntarán cómo se hace este diseño; este pequeño documento tiene como objetivo ayudarte en esta tarea. Tomemos como ejemplo la práctica que hicimos de densidad.

1. Lo primero que tienes que tomar en cuenta es tu hipótesis de trabajo.

Mientras más datos tome de la densidad más se va a acercar mi resultado al de las tablas.

A partir de esta hipótesis te puedes dar cuenta de que tienes que diseñar el experimento de forma en que puedas tomar muchos datos que te permitan medir una sola densidad.

2. Teniendo en cuenta la hipótesis el siguiente paso es determinar las variables con las que puedes trabajar.

La densidad de una sustancia está dada por la razón entre su masa y su volumen.

De lo anterior puedes ver que las variables con las que vas a trabajar son **masa** y **volumen**. Esto determina también cuáles son los datos que vas a tomar: masa del agua y volumen del agua.

3. Una de las variables anteriores va a ser la variable independiente, es decir la que puedes controlar. La otra variable es la variable dependiente, ya que depende del valor de la variable independiente.

- Volumen: Variable Independiente
- Masa: Variable Dependiente

En el caso de la práctica de densidad, la variable que tomaste como independiente fue el volumen, ya que variaste el volumen de agua en el vaso de precipitados. Y dado un volumen pesaste el vaso de precipitados para obtener la masa.

D. Materiales de apoyo

4. Ya sabiendo las variables que vas a usar es importante que determines cómo las vas a medir.

- Para medir volumen: Vaso de precipitados
- Para medir masa: Báscula.
- Sustancia: Agua

Así queda determinado también el material que vas a utilizar.

5. Determinar el modelo matemático que vas a usar.

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (\text{D.1})$$

Este modelo va a determinar el análisis de los datos que debes hacer y las unidades que usarás para reportar.

6. Tomar en cuenta todas las cosas que van a influir en tus mediciones.

El vaso de precipitados tiene una masa dada, por lo tanto hay que pesarlo solo para evitar errores.

Teniendo en cuenta los puntos anteriores el procedimiento fue:

- Pesar el vaso de precipitados sin agua.
- Llenar el vaso de precipitados hasta la primera rayita (5 ml)
- Pesar el vaso de precipitados con agua.
- Restar el peso del vaso de precipitados al peso medido con agua.
- Dividir la masa del agua entre el volumen que ocupa en el vaso de precipitados.
- Repetir los cuatro puntos anteriores cuantas veces se pueda para distintos volúmenes de agua.

D. Materiales de apoyo

- Hacer un promedio de los datos y comparar con el valor de la densidad del agua dado en las tablas.

Para reportar tu procedimiento:

- Te recomiendo hacer explícitos los puntos que hay que tomar en cuenta, y el procedimiento final.
- Se entregará a mano en una hoja de papel por equipos de 5 personas.

Apéndice E

Planes de clase

E.1. Primera clase

Fecha: 22 de Agosto. Tiempo de clase: 100 minutos.

Objetivo:

- El alumno resolverá un examen diagnóstico para que el profesor conozca su nivel de conocimientos y su capacidad de aplicarlos en contextos diferentes.
- El alumno conocerá la forma de elaborar un reporte experimental.
- El alumno comprenderá en qué consiste cada una de las partes de un reporte y su función en la transmisión del conocimiento científico.

Dimensión del proceso cognitivo:

Comprensión: Explicar la razón por la cual un informe de trabajo experimental tiene esas características.

Método de evaluación: Diagnóstica. Examen de conocimientos previos de preguntas abiertas.

Material didáctico:

- Examen diagnóstico.
- Cuestionario de experiencias previas en el laboratorio.
- Pizarrón y gis.

Actividades:

Actividad	Duración	Profesor	Alumno
Saludo	5 min	El profesor saluda a los alumnos y se presenta.	No aplica
Repartir materiales	5 min	El profesor pide ayuda de un par de alumnos para repartir los materiales. Y los revisa con los alumnos para ver si hay dudas	Los alumnos seleccionados reparten los materiales. Los alumnos expresan sus dudas
Resolución de examen diagnóstico y cuestionario	30 min	El profesor resuelve las dudas que puedan tener los alumnos	Los alumnos resuelven el examen
Discusión de las partes de un reporte	40 min	El profesor expone las partes que componen un reporte experimental y su función.	No aplica
Evaluación del curso	20 min	El profesor explica la forma en que se evaluará la parte experimental del curso	Los alumnos dan sus impresiones

E.2. Segunda clase

Fecha: 29 de Agosto de 2008.

Tiempo de clase: 100 minutos.

Tema: Medición

Objetivo:

- El alumno discutirá los problemas que se enfrentan en el laboratorio relacionados con la medida de parámetros.
- El alumno llevará a cabo la toma de datos de la práctica.
- El alumno encontrará las dificultades de medir y reportar datos experimentales.

Dimensión de conocimiento: Conocimiento procedimental.

Dimensión del proceso cognitivo:

- Comparar. El alumno comparará el valor de una medición con diferentes instrumentos.
- Inferir. El alumno inferirá la conveniencia del uso de un instrumento de medición sobre otro.
- Implementar. El alumno medirá diferentes objetos usando diferentes instrumentos.
- Analizar. El alumno analizará los resultados obtenidos del trabajo experimental.

Dimensión de conocimiento: Conocimiento factual.

Dimensión del proceso cognitivo:

- Evaluar críticamente. El alumno evaluará bajo qué condiciones un instrumento de medición es mejor que otro.

Método de evaluación: Reporte experimental. El alumno elaborará un reporte experimental con las características señaladas en la clase anterior. El reporte se evaluará usando las rúbricas previamente acordadas.

Material didáctico:

- Pizarrón y gis.
- Regla, vernier y metro.
- Objetos varios traídos por los alumnos.
- Cámara fotográfica (Si los alumnos quieren pueden tomar fotos de los objetos con su teléfono celular)

Actividades:

Actividad	Duración	Profesor	Alumno
Saludo	5 min	El profesor saluda a los alumnos.	No aplica
Discusión	5 min	Pregunta generadora: ¿Qué es medir?	Los alumnos responderán a la pregunta generadora, para determinar qué es medir.
Generación de Hipótesis y procedimiento.	20 min	Pregunta generadora: ¿Hay alguna consideración que se deba hacer al elegir el instrumento con el que se va a medir? ¿Cómo se puede hacer para medir cosas que son muy grandes o muy pequeñas?	Los alumnos discutirán, junto con el profesor estas cuestiones para generar la hipótesis con que se va a trabajar y el procedimiento que se seguirá para la realización del experimento.
Repartir material	10 min	Repartir material	Tomar el material y llevarlo a su mesa de trabajo. Elegir los objetos que van a medir.
Toma de datos	55 min	Supervisión de trabajo. Resolución de dudas.	Toma de datos de medición
Cierra	5 min	Se recoge el material. Se fija la fecha de entrega del reporte	No aplica

E.3. Tercera clase

Fecha: 26 de Septiembre de 2008.

Tiempo de clase: 100 minutos.

Tema: Densidad

Objetivo:

- El alumno discutirá la relación entre densidad, masa y volumen.
- El alumno calculará el valor de la densidad del agua.
- El alumno estimará la densidad de un tornillo, para lo que tendrá que hacer una aproximación para el cálculo de su volumen.
- El alumno comparará los datos que obtuvo con los que se reportan en las tablas.

Dimensión de conocimiento: Conocimiento procedimental.

Dimensión del proceso cognitivo:

- Implementar. El alumno medirá el peso y el volumen ocupado por un fluido para determinar la densidad del mismo.
- Implementar. El alumno hará una aproximación geométrica de la forma de un tornillo para calcular su volumen.
- Analizar. El alumno analizará la necesidad de tomar varias medidas para relacionar los datos de una forma más precisa, en particular usando el promedio.

Dimensión de conocimiento: Conocimiento factual.

Dimensión del proceso cognitivo:

- Evaluar críticamente. El alumno evaluará la ventaja de tener varios datos para obtener un promedio y la pertinencia sobre una sola toma de datos.
- Evaluar críticamente. El alumno evaluará la equivalencia entre mililitros y metros cúbicos.
- Evaluar críticamente. El alumno relacionará la densidad con la masa y el volumen.

Método de evaluación: Reporte experimental. El alumno elaborará un reporte experimental con las características señaladas al principio del curso. El reporte se evaluará usando las rúbricas previamente acordadas.

Material didáctico:

- Pizarrón y gis.
- Vaso de precipitados.
- Báscula.
- Agua.
- Tornillo.
- Micrómetro.

Actividades:

Actividad	Duración	Profesor	Alumno
Saludo y discusión de la clase anterior	15 min	Saludo. ¿Cuál es la relación matemática que permite conocer la densidad de un material? ¿Cuál es la relación entre litros y decímetros cúbicos? ¿Cuál es el valor de la densidad del agua?	El alumno responderá a las preguntas para reconstruir los conocimientos vistos en la clase anterior de teoría.
Demostración	5 min	Torre de densidades. El profesor mostrará la miel, el agua y el aceite. Se discutirá cuál de ellos tiene mayor densidad. Después se vierten el aceite el agua y la mielen un recipiente. El fluido más denso es el que se precipita al fondo y el menos denso el que queda en la parte superior del recipiente.	El alumno lanzará hipótesis que digan cuál de los tres fluidos es más denso.

Actividad	Duración	Profesor	Alumno
Discusión	10 min	La torre de densidades nos permite comprar la densidad de diversos fluidos pero ¿cuál será la forma de determinar la densidad de un fluido de forma experimental? ¿Cómo determinarían el volumen del fluido? ¿El procedimiento para obtener el volumen del tornillo es diferente?	Los alumnos responderán a la pregunta generadora, Estableciendo la relación que existe entre masa, peso, volumen y densidad. Así mismo, encontrarán la diferencia procedimental para encontrar el volumen de un sólido y de un fluido. Se determinará el procedimiento que se seguirá para la realización del experimento.
Problematizar	10 min.	Hay grupos de trabajo que hicieron un estudio minucioso para conocer el valor de la densidad de varios materiales. Estos datos se encuentran asentados en tablas. Si buscamos acercarnos a estos datos, ¿lo haremos mejor con pocos o con muchos datos? ¿Si tenemos muchos datos cómo trabajamos con ellos para acercarnos de mejor forma al valor de la tabla?	Los alumnos discutirán, junto con el profesor estas cuestiones para generar la hipótesis con que se va a trabajar.

Actividad	Duración	Profesor	Alumno
Cierre	5 min	Recapitulación de las discusiones anteriores, y determinación de la fecha de entrega.	Los alumnos externarán las dudas que queden pendientes.
Repartir material y toma de datos	55 min	Supervisión de trabajo. Resolución de dudas. Revisión de la tarea por equipo.	Toma de datos de medición.

E.4. Cuarta clase

Fecha: 10 de Octubre de 2008.

Tiempo de clase: 100 minutos.

Tema: Calorimetría.

Objetivo:

- El alumno discutirá la relación entre el calor que se da un fluido, en función del tiempo en que está en contacto con la fuente, y el aumento en la temperatura.
- El alumno relacionará el tiempo en que se calienta una sustancia y la temperatura de forma gráfica.

Dimensión de conocimiento: Conocimiento procedimental.

Dimensión del proceso cognitivo:

- Implementar. El alumno medirá el cambio en la temperatura de una masa determinada de agua en relación al tiempo en que se encuentre en contacto con una fuente de calor.
- Analizar. El alumno usará los datos obtenidos para hacer una gráfica de ellos.
- Analizar. El alumno podrá determinar el tipo de relación que existe entre dos parámetros a partir de la forma de la gráfica resultante.

Dimensión de conocimiento: Conocimiento factual.

Dimensión del proceso cognitivo:

- Evaluar críticamente. El alumno evaluará la pertinencia de usar métodos gráficos para el análisis de relaciones funcionales entre dos parámetros.

Método de evaluación: Reporte experimental. El alumno elaborará un reporte experimental con las características señaladas al principio del curso. El reporte se evaluará usando las rúbricas previamente acordadas.

Material didáctico:

- Pizarrón y gis.
- Vaso de precipitados.
- Agua.
- Soporte universal.
- Calentador de vaso.
- Termómetro.
- Cronómetro.
- Pinzas de sostén.
- Aro para sostener el vaso de precipitados.

Actividades:

Actividadl	Duración	Profesor	Alumno
Saludo y revisión de resultados anteriores.	10 min	Saludo. ¿Qué problemas encontraron en la realización del reporte de la práctica anterior?	El alumno externará sus dudas.

Actividadl	Duración	Profesor	Alumno
Problematizar	20 min	¿Por qué aumenta la temperatura de un cuerpo? ¿Cómo es ese aumento? ¿El aumento de temperatura es constante o hay algún punto en que se detenga? ¿El aumento de la temperatura depende de la cantidad de materia que se tenga?	El alumno contestará estas preguntas y a partir de eso se lanzará una hipótesis.
Discusión del procedimiento	10 min	¿Cómo podemos comprobar esta hipótesis de forma experimental? ¿Qué parámetros necesitamos medir? ¿Cómo se miden estos parámetros? ¿Son medidas directas o indirectas? ¿Qué procedimiento es el que se debe seguir?	Los alumnos responderán a las preguntas para que a partir de estas respuestas se determine el procedimiento a seguir.
Cierre	5 min	Recapitulación de las discusiones anteriores, y determinación de la fecha de entrega.	Los alumnos externarán sus dudas.
Repartir material y toma de datos	55 min	Supervisión de trabajo. Resolución de dudas. Revisión de la tarea por equipo.	Toma de datos de medición.

E.5. Quinta clase

Fecha: 09 de Diciembre de 2008.

Tiempo de clase: 100 minutos.

Tema: Calibración de un densímetro.

Objetivo:

- El alumno discutirá la relación entre densidad y empuje.
- El alumno calculará el valor de la densidad de un fluido desconocido.
- El alumno calibrará el densímetro ensamblado.

Dimensión de conocimiento: Conocimiento procedimental.

Dimensión del proceso cognitivo:

- Implementar. El alumno diseñará un dispositivo que permita medir la densidad de un fluido usando el principio de Arquímedes.
- Implementar. El alumno calibrará el densímetro.
- Analizar. El alumno analizará los problemas que se suscitan para calibrar un instrumento.

Dimensión de conocimiento: Conocimiento factual.

Dimensión del proceso cognitivo:

- Evaluar críticamente. El alumno evaluará la ventaja de tener varios datos para obtener un promedio y la pertinencia sobre una sola toma de datos.
- Evaluar críticamente. El alumno evaluará la equivalencia entre mililitros y metros cúbicos.
- Evaluar críticamente. El alumno relacionará la densidad con la masa y el volumen.

Método de evaluación: Reporte experimental. El alumno elaborará un reporte experimental con las características señaladas al principio del curso. El reporte se evaluará usando las rúbricas previamente acordadas.

Material didáctico:

- Pizarrón y gis.
- Vaso de precipitados.
- Densímetro (Uno por cada equipo)
- Agua.
- Glicerina
- Alcohol del 96
- Plumón indeleble

Actividades:

Actividad	Duración	Profesor	Alumno
Saludo y armar equipos	5 min	El profesor saludará a los alumnos y pedirá que se coloquen en equipos.	Se colocarán en equipos de trabajo.
Material	5 min	El profesor mostrará el material del que disponen para calibrar el densímetro	No aplica.
Discusión	20 min	Pregunta generadora: Ya que tienen su densímetro la idea es que puedan medir la densidad de cualquier fluido. Discutan con su equipo la forma de calibrarlo.	Los alumnos discutirán en equipo la forma de calibrar el densímetro.
Cierre	5 min	El profesor recordará la fecha de entrega de la práctica y que revisen las prácticas calificadas para un mejor desempeño	Los alumnos externarán sus dudas

Actividadl	Duración	Profesor	Alumno
Repartir material y toma de datos	65 min	Repartir material. Supervisión de trabajo. Resolución de dudas. Revisión de la tarea por equipo.	Toma de datos de medición.

E.6. Sexta clase

Fecha: 10 de Febrero de 2009.

Tiempo de clase: 30 minutos.

Tema: Ley de Ohm.

Objetivo:

- El alumno discutirá la relación entre el voltaje suministrado a un circuito y la corriente que circula por el mismo.
- El alumno diseñará con ayuda de sus compañeros de equipo el procedimiento para encontrar esta relación.

Dimensión de conocimiento: Conocimiento procedimental.

Dimensión del proceso cognitivo:

- Analizar. El alumno diseñará un procedimiento para encontrar la relación entre la corriente y el voltaje en un circuito.

Dimensión de conocimiento: Conocimiento factual.

Dimensión del proceso cognitivo:

- Evaluar críticamente. El alumno evaluará las características y variables involucradas en el diseño de un circuito simple.

Método de evaluación: Descripción del procedimiento a realizar en el laboratorio. Partir de esto se determinará si requiere de cambios para la implementación.

Material didáctico:

- Pizarrón y gis.

Actividades:

Actividad	Duración	Profesor	Alumno
Saludo y exposición de ideas previas	5min	Saludo. ¿Qué es la corriente?	El alumno externará sus conocimientos previos del tema.
Discusión	10 min	¿Cómo es la relación el voltaje aplicado a un circuito con la corriente? ¿Qué pasa si aumentamos el voltaje? ¿Qué características tiene un circuito simple? <i>Hipótesis:</i> El voltaje aplicado a un circuito es directamente proporcional a la corriente que circula por él. Y la constante de proporcionalidad está dada por la resistencia del circuito.	El alumno contestará estas preguntas y a partir de eso se lanzará una hipótesis.
Discusión del procedimiento	10 min	¿Qué Variables intervienen el problema? ¿Qué variables pueden medir? ¿Qué fuentes de voltaje usan comúnmente? ¿Con qué instrumento se mide la corriente?	Los alumnos responderán a las preguntas para que a partir de estas respuestas se diseñen de tarea el procedimiento a seguir.

Actividadl	Duración	Profesor	Alumno
Cierre	5 min	Recapitulación de las discusiones anteriores, y determinación de la primera revisión del procedimiento. Los alumnos externarán sus dudas.	

E.7. Séptima clase

Fecha: 17 de Febrero de 2009.

Tiempo de clase: 30 minutos.

Tema: Ley de Ohm.

Objetivo:

- El alumno discutirá la relación entre el voltaje suministrado a un circuito y la corriente que circula por el mismo.
- El alumno diseñará con ayuda de sus compañeros de equipo el procedimiento para encontrar esta relación.

Dimensión de conocimiento: Conocimiento procedimental.

Dimensión del proceso cognitivo:

- Analizar. El alumno diseñará un procedimiento para encontrar la relación entre la corriente y el voltaje en un circuito.

Dimensión de conocimiento: Conocimiento factual.

Dimensión del proceso cognitivo:

- Evaluar críticamente. El alumno evaluará las características y variables involucradas en el diseño de un circuito simple.

E. Planes de clase

Método de evaluación: Descripción del procedimiento a realizar en el laboratorio. Partir de esto se determinará si requiere de cambios para la implementación.

Material didáctico:

- Pizarrón y gis.

Actividades:

Actividad	Duración	Profesor	Alumno
Saludo y recepción de procedimientos	5 min	Saludo. El profesor recibirá el procedimiento diseñado por los alumnos.	Los alumnos entregarán el procedimiento diseñado por equipo.
Revisión de procedimientos	5 min	El profesor discutirá con cada equipo el procedimiento diseñado. Se definirá una lista de material general.	Los alumnos corregirán los procedimientos que pondrán en marcha durante la siguiente sesión.

E.8. Octava clase

Fecha: 20 de Febrero de 2009.

Tiempo de clase: 100 minutos.

Tema: Ley de Ohm.

Objetivo:

- El alumno discutirá la relación entre el voltaje suministrado a un circuito y la corriente que circula por el mismo.
- El alumno diseñará con ayuda de sus compañeros de equipo el procedimiento para encontrar esta relación.

Dimensión de conocimiento: Conocimiento procedimental.

Dimensión del proceso cognitivo:

- Analizar. El alumno diseñará un procedimiento para encontrar la relación entre la corriente y el voltaje en un circuito.
- Analizar. El alumno analizará los datos experimentales obtenidos por el método gráfico.

Dimensión de conocimiento: Conocimiento factual.

Dimensión del proceso cognitivo:

- Evaluar críticamente. El alumno evaluará las características y variables involucradas en el diseño de un circuito simple.
- Evaluar críticamente. El alumno evaluará la relación entre las variables teóricas y los instrumentos experimentales.

Método de evaluación: Reporte experimental.

Material didáctico:

- Pizarrón y gis.
- Fuente de alimentación
- Protoboard
- Cables conectores
- Resistencias
- Multímetro.

Actividades:

Actividad	Duración	Profesor	Alumno
Saludo y dudas	5 min	Saludo. Resolver dudas que queden pendientes acerca del procedimiento diseñado.	El alumno externará sus dudas.

Actividad	Duración	Profesor	Alumno
Material	10 min	No aplica	Los alumnos recogen el material que van a usar.
Realización del experimento.	80 min	El profesor responde las dudas que los alumnos puedan tener.	Los alumnos realizarán el experimento que les permita comprobar la ley de Ohm. Tomando en cuenta el procedimiento que ellos diseñaron.
Cierre	5 min	Dudas y fijar fecha para la entrega del reporte experimental.	Los alumnos externarán sus dudas.

E.9. Novena clase

Fecha: 3de Marzo de 2009.

Tiempo de clase: 30 minutos.

Tema: Determinación de g

Objetivo:

- El alumno discutirá las diversas formas en que interviene el campo gravitatorio de la tierra en diversos fenómenos.
- El alumno discutirá la aceleración de los objetos debida al campo gravitacional de la tierra.
- El alumno diseñará con ayuda de sus compañeros de equipo el procedimiento para encontrar el valor de la constante gravitatoria de la Tierra.

Dimensión de conocimiento: Conocimiento procedimental.

Dimensión del proceso cognitivo:

- Analizar. El alumno diseñará un procedimiento para determinar el valor de la constante gravitatoria en la Tierra.

- Analizar. El alumno analizará los datos obtenidos en el laboratorio, de forma en que pueda determinar el valor de g .

Dimensión de conocimiento: Conocimiento factual.

Dimensión del proceso cognitivo:

- Evaluar críticamente. El alumno evaluará la importancia de conocer el valor de la constante gravitatoria.
- Evaluar críticamente. El alumno evaluará el comportamiento de los cuerpos en un plano inclinado.
- Evaluar críticamente. El alumno evaluará la pertinencia del uso de péndulos para determinar g .

Método de evaluación: Descripción del procedimiento a realizar en el laboratorio. Partir de esto se determinará si requiere de cambios para la implementación.

Material didáctico:

- Pizarrón y gis.

Actividades:

Actividad	Duración	Profesor	Alumno
Saludo y exposición del problema	5 min	Saludo. Describir los experimentos de Galileo en la Torre de Pisa.	El alumno externará sus conocimientos previos del tema.
Discusión	10 min	¿Cómo es la aceleración de un objeto en caída libre? ¿La aceleración depende del peso? ¿Conocen el valor de la aceleración? Hipótesis: La aceleración de los objetos debida al campo gravitacional de la tierra es constante y con valor g .	El alumno contestará estas preguntas y a partir de eso se lanzará una hipótesis.
Discusión del procedimiento	10 min	¿Qué problemas podemos encontrar al tratar de medir el valor de g ? ¿Cuál es el tiempo de reacción? ¿Qué pasa con el tiempo si la distancia es pequeña? ¿Cuáles son los problemas de usar distancias grandes?	Los alumnos responderán a las preguntas para que a partir de estas respuestas se diseñen de tarea el procedimiento a seguir.
Cierre	5 min	Recapitulación de las discusiones anteriores, y determinación de la primera revisión del procedimiento.	Los alumnos externarán sus dudas.

E.10. Décima clase

Fecha: 10 de Marzo de 2009.

Tiempo de clase: 30 minutos.

Tema: Determinación de g

Objetivo:

- El alumno discutirá las diversas formas en que interviene el campo gravitatorio de la tierra en diversos fenómenos.
- El alumno discutirá la aceleración de los objetos debida al campo gravitacional de la tierra.
- El alumno diseñará con ayuda de sus compañeros de equipo el procedimiento para encontrar el valor de la constante gravitatoria de la Tierra.

Dimensión de conocimiento: Conocimiento procedimental.

Dimensión del proceso cognitivo:

- Analizar. El alumno diseñará un procedimiento para determinar el valor de la constante gravitatoria en la Tierra.
- Analizar. El alumno analizará los datos obtenidos en el laboratorio, de forma en que pueda determinar el valor de g .

Dimensión de conocimiento: Conocimiento factual.

Dimensión del proceso cognitivo:

- Evaluar críticamente. El alumno evaluará la importancia de conocer el valor de la constante gravitatoria.
- Evaluar críticamente. El alumno evaluará el comportamiento de los cuerpos en un plano inclinado.
- Evaluar críticamente. El alumno evaluará la pertinencia del uso de péndulos para determinar g .

Método de evaluación: Descripción del procedimiento a realizar en el laboratorio. Partir de esto se determinará si requiere de cambios para la implementación.

Material didáctico:

- Pizarrón y gis.

Actividades:

Actividad	Duración	Profesor	Alumno
Saludo y recepción de procedimientos	5 min	Saludo. El profesor recibirá el procedimiento diseñado por los alumnos.	Los alumnos entregarán el procedimiento diseñado por equipo.
Revisión de procedimientos	25 min	El profesor discutirá con cada equipo el procedimiento diseñado. Se definirá una lista de material general.	Los alumnos corregirán los procedimientos que pondrán en marcha durante la siguiente sesión.

E.11. Onceava clase

Fecha: 15 de Marzo de 2009.

Tiempo de clase: 30 minutos.

Tema: Determinación de g

Objetivo:

- El alumno discutirá las diversas formas en que interviene el campo gravitatorio de la tierra en diversos fenómenos.
- El alumno discutirá la aceleración de los objetos debida al campo gravitacional de la tierra.
- El alumno diseñará con ayuda de sus compañeros de equipo el procedimiento para encontrar el valor de la constante gravitatoria de la Tierra.

Dimensión de conocimiento: Conocimiento procedimental.

Dimensión del proceso cognitivo:

- Analizar. El alumno diseñará un procedimiento para determinar el valor de la constante gravitatoria en la Tierra.
- Analizar. El alumno analizará los datos obtenidos en el laboratorio, de forma en que pueda determinar el valor de g .

Dimensión de conocimiento: Conocimiento factual.

Dimensión del proceso cognitivo:

- Evaluar críticamente. El alumno evaluará la importancia de conocer el valor de la constante gravitatoria.
- Evaluar críticamente. El alumno evaluará el comportamiento de los cuerpos en un plano inclinado.
- Evaluar críticamente. El alumno evaluará la pertinencia del uso de péndulos para determinar g .

Método de evaluación: Reporte experimental.

Actividades:

Actividad	Duración	Profesor	Alumno
Saludo y dudas	5 min	Saludo. Resolver dudas que queden pendientes acerca del procedimiento diseñado.	El alumno externará sus dudas.
Material	10 min	No aplic	Los alumnos recogen el material que van a usar.
Realización del experimento	80 min	El profesor responde las dudas que los alumnos puedan tener.	Los alumnos realizarán el experimento que les permita comprobar obtener el valor de g . Llevando a cabo el procedimiento ideado por ellos.

Actividad	Duración	Profesor	Alumno
Cierre	5 min	Dudas y fijar fecha para la entrega del reporte experimental.	Los alumnos externarán sus dudas.

E.12. Doceava clase

Fecha: 23 de Marzo de 2009.

Tiempo de clase: 35 minutos.

Tema: Acelerómetro

Objetivo:

- El alumno discutirá la diferencia entre la aceleración y la velocidad.
- El alumno usará los conocimientos de mecánica que tiene hasta el momento para determinar la mejor forma de medir aceleración.
- El alumno diseñará un dispositivo que sea capaz de medir la aceleración de un vehículo en movimiento.

Dimensión de conocimiento: Conocimiento procedimental.

Dimensión del proceso cognitivo:

- Analizar. El alumno diseñará un dispositivo capaz de medir aceleración.
- Analizar. El alumno organizará una disposición que permita confirmar la efectividad del dispositivo diseñado.

Dimensión de conocimiento: Conocimiento factual.

Dimensión del proceso cognitivo:

- Evaluar críticamente. El alumno evaluará la diferencia entre aceleración y velocidad.
- Evaluar críticamente. El alumno evaluará la relación entre la masa y su respuesta a fuerzas externas.

Método de evaluación: Descripción del dispositivo a diseñar.

Material didáctico:

- Pizarrón y gis.

Actividades:

Actividad	Duración	Profesor	Alumno
Saludo y exposición del problema	5 min	Saludo. ¿Cuál es la diferencia entre aceleración y velocidad?	El alumno externará sus conocimientos previos del tema.
Discusión	15 min	¿Cómo funciona el velocímetro de un coche? ¿Cómo se relaciona la velocidad de un coche con su aceleración? ¿Se puede medir la aceleración de un coche con un velocímetro? Hipótesis: Se puede construir un dispositivo capaz de medir aceleración.	El alumno contestará estas preguntas y a partir de eso se lanzará una hipótesis.
Discusión del procedimiento	10 min	¿Qué leyes de la física se relacionan con la aceleración de los cuerpos? ¿Cuándo sienten ustedes la aceleración de un vehículo? ¿Cómo se puede hacer uso de estas experiencias y las leyes antes mencionadas para medir la aceleración?	Los alumnos responderán a las preguntas para que a partir de estas respuestas diseñen un dispositivo que pueda medir aceleración.

Actividad	Duración	Profesor	Alumno
Cierre	5 min	Recapitulación de las discusiones anteriores, y determinación de la primera revisión del dispositivo.	Los alumnos externarán sus dudas.

E.13. Treceava clase

Fecha: 27 de Marzo de 2009.

Tiempo de clase: 30 minutos.

Tema: Acelerómetro

Objetivo:

- El alumno discutirá la diferencia entre la aceleración y la velocidad.
- El alumno usará los conocimientos de mecánica que tiene hasta el momento para determinar la mejor forma de medir aceleración.
- El alumno diseñará un dispositivo que sea capaz de medir la aceleración de un vehículo en movimiento.

Dimensión de conocimiento: Conocimiento procedimental.

Dimensión del proceso cognitivo:

- Analizar. El alumno diseñará un dispositivo capaz de medir aceleración.
- Analizar. El alumno organizará una disposición que permita confirmar la efectividad del dispositivo diseñado.

Dimensión de conocimiento: Conocimiento factual.

Dimensión del proceso cognitivo:

- Evaluar críticamente. El alumno evaluará la diferencia entre aceleración y velocidad.

- Evaluar críticamente. El alumno evaluará la relación entre la masa y su respuesta a fuerzas externas.

Método de evaluación: Descripción del diseño del dispositivo. (Primera revisión)

Material didáctico:

- Pizarrón y gis.

Actividades:

Actividad	Duración	Profesor	Alumno
Saludo y recepción de diseños.	5 min	Saludo. El profesor recibirá los diseños.	Los alumnos entregarán el diseño del dispositivo.
Revisión de procedimientos	25 min	El profesor discutirá con cada equipo el diseño. Se definirá una lista de material general necesario para su construcción.	Los alumnos corregirán el diseño.

E.14. Catorceava clase

Fecha: 17 de Abril de 2009.

Tiempo de clase: 100 minutos.

Tema: Acelerómetro

Objetivo:

- El alumno discutirá la diferencia entre la aceleración y la velocidad.
- El alumno usará los conocimientos de mecánica que tiene hasta el momento para determinar la mejor forma de medir aceleración.

- El alumno diseñará un dispositivo que sea capaz de medir la aceleración de un vehículo en movimiento.

Dimensión de conocimiento: Conocimiento procedimental.

Dimensión del proceso cognitivo:

- Analizar. El alumno diseñará un dispositivo capaz de medir aceleración.
- Analizar. El alumno organizará una disposición que permita confirmar la efectividad del dispositivo diseñado.

Dimensión de conocimiento: Conocimiento factual.

Dimensión del proceso cognitivo:

- Evaluar críticamente. El alumno evaluará la diferencia entre aceleración y velocidad.
- Evaluar críticamente. El alumno evaluará la relación entre la masa y su respuesta a fuerzas externas.

Método de evaluación: Reporte experimental y exposición.

Material:

- Examen final
- Cuestionario final
- Riel
- Carro para riel
- Cuerda
- Juego de pesas

Actividades:

Actividad	Duración	Profesor	Alumno
Saludo y repartición de pruebas finales	5 min	El profesor saluda. Indica que se resolverán las pruebas finales del curso (cuestionario y examen). Elige a dos alumnos que le ayuden a repartir las pruebas.	Los alumnos elegidos repartirán los materiales a los alumnos.
Responder cuestionario y examen final	30 min	No aplica	Los alumnos responden el cuestionario y examen final.
Exposiciones y prueba de los dispositivos.	50 min	El profesor escucha las exposiciones y hace preguntas a los alumnos expositores.	Los alumnos expondrán los principios físicos en los que se basa su diseño y la forma en que los construyeron. Después lo montarán sobre el carro de manera en que se pruebe que funciona.
Cierre	5 min	Fijar fecha para entrega de la práctica final	Los alumnos externarán sus dudas.